

**CREACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE UN
TABLERO INTERACTIVO FISICO CON GUÍA DE VOZ, PARA EL
APRENDIZAJE DEL BRAILLE EN MINÚSCULAS(LECTO-ESCRITURA),
FOMENTANDO LA COMUNICACIÓN INCLUSIVA**

Yeferson Andrey Guzmán Silva & Diego Stiven Jimenez Diaz

Universidad de Cundinamarca Extensión Facatativá.
Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Trabajo de grado

Ing. Carlos Alfonso Vargas Morales

Universidad De Cundinamarca
Facatativá, Colombia

2024

Agradecimientos

Queremos agradecer de manera especial a nuestros padres, quienes han sido el cimiento sobre el cual hemos construido cada uno de nuestros logros. Su apoyo incondicional, amor y sacrificio han sido la energía que nos ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes. Nuestro más profundo agradecimiento también va dirigido a los docentes y mentores que nos han acompañado en este recorrido. Su dedicación, pasión por enseñar y guía constante han sido fundamentales en nuestro crecimiento, no solo académico, sino también personal. Gracias por creer en nuestras capacidades y por brindarnos las herramientas para avanzar.

Agradecemos, además, a todos aquellos que, de una u otra forma, han estado a nuestro lado durante este trayecto. A nuestros amigos y compañeros, quienes nos han brindado su amistad, compañía y apoyo en cada etapa. Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo, y estamos profundamente agradecidos por todo lo que nos han dado a lo largo del camino.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Alcance e impacto del proyecto	13
Planteamiento del problema	14
Justificación	16
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
Metodología	18
Estado del Arte	21
Marco Teórico	27
Historia del Sistema Braille	27
Estructura y Funcionamiento del Braille	28
Impacto del Braille en la Educación y la Autonomía	28
El Braille en la Era Digital	28
Tecnologías Asistivas y Accesibilidad	29
Dificultades en el Aprendizaje del Braille	29
Validación de Tecnologías Asistivas	30
Pruebas de Usabilidad y Eficacia	31
Marco Jurídico	31
Plan de proyecto	33
Cronograma	33
Diseño del producto	34
Perspectiva del producto	35
Funciones del producto	37
Características de los Usuarios	40
Restricciones	41
Suposiciones y dependencias	43
Requisitos futuros	45
Interfaces externas	46
Interfaz de usuario	46

Interfaz de hardware	47
Interfaz de software	48
Requisitos funciones	49
Requisitos de rendimiento	54
Atributos del Sistema	57
Requisitos no funcionales	58
Diseño del Tablero	59
Visualización del circuito	59
Esquemático	60
Modelado 3D	62
Materiales	63
Base de solenoides	65
Posición de componentes	65
Ensamble	66
Cambio de material	66
Conexiones	68
Diseño del Software	69
Modelado de Diagramas	69
MER(Modelo entidad Relación)	69
Diagrama de Casos de Uso	72
Diagrama de Secuencia	76
Diagrama de Actividades	105
Diagrama de Clases	152
Pruebas de software	154
API(FastApi)	154
Prueba de Autenticación	154
Prueba de Acceso a Información del Usuario	155
Prueba de Ingreso de Datos (Prueba de Examen)	156
Prueba de Modificación de Estado (PUT)	157
Prueba de Reproducción de Audios	159
Prueba de Errores y Validaciones	160
Pruebas de Rendimiento y Tiempo de Respuesta	161
Pruebas de Seguridad	162

Conclusión	162
PWA(React)	163
Prueba de Inicio y Cierre de Sesión	163
Prueba de Consulta de Tabla y Filtrado por Fecha	165
Prueba de Cambio de Estado de la Prueba	166
Prueba de Descarga de la Aplicación	168
Conclusión	169
Pruebas de hardware	170
Componentes Probados:	170
Pruebas de Voltaje	171
Pruebas de Corriente	172
Pruebas de Tiempo de Respuesta	173
Pruebas Adicionales	174
Conclusión	174
Resultados	174
Pruebas de funcionabilidad	176
Tiempos cursos	179
Tiempos de evaluaciones	179
Validación del tablero	183
Opiniones	183
Entrevista con profesora	183
Conclusiones y Recomendaciones	185
Conclusiones	185
Recomendaciones	186
Referencias	187

Índice de Figuras

Figura 1 Conexiones del todo el circuito	59
Figura 2 Esquema del circuito	60
Figura 3 Modelo 3D de ficha principal	62
Figura 4 Modelo 3D ficha superior	63
Figura 5 Materiales físicos	63
Figura 6 Módulo de solenoides	65
Figura 7 Posición del circuito	65
Figura 8 Ensamble de botones en la ficha superior	66
Figura 9 Corte de acrílico	66
Figura 10 Medidas matriz de lectura	67
Figura 11 Material acrílico	68
Figura 12 Ventilador, Jack y amplificador	68
Figura 13 Todas las conexiones	69
Figura 14 Modelo entidad relación (MER)	70
Figura 15 Diagrama de casos de uso del administrador	72
Figura 16 Diagrama de casos de uso del Aprendiz	74
Figura 17 Diagrama de secuencia cambio de contraseña	76
Figura 18 Diagrama de secuencia autenticación	79
Figura 19 Diagrama de secuencia visualizar pruebas AG	80
Figura 20 Diagrama de secuencia visualizar pruebas HN	82
Figura 21 Diagrama de secuencia visualizar pruebas ÑT	83
Figura 22 Diagrama de secuencia visualizar pruebas UZ	85
Figura 23 Diagrama de secuencia cambiar estado ha revisado	86
Figura 24 Diagrama de secuencia conectar auriculares	88
Figura 25 Diagrama de secuencia oprime botón de indicaciones	89
Figura 26 Diagrama de secuencia oprime botones de cursos	90
Figura 27 Diagrama de secuencia oprime botones de evaluaciones	91
Figura 28 Diagrama de secuencia cursos de la letra A hasta la G	92
Figura 29 Diagrama de secuencia cursos de la letra H hasta la N	93
Figura 30 Diagrama de secuencia cursos de la letra Ñ hasta la T	94
Figura 31 Diagrama de secuencia cursos de la letra U hasta la Z	95
Figura 32 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra A hasta la G	96
Figura 33 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra H hasta la N	97
Figura 34 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra Ñ hasta la T	98
Figura 35 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra U hasta la Z	99
Figura 36 Diagrama de secuencia digita letra solicitada	100
Figura 37 Diagrama de secuencia [Practica] Enviar	101
Figura 38 Diagrama de secuencia [Evaluación] Enviar	103
Figura 39 Diagrama de secuencia Borrar	104
Figura 40 Diagrama de actividad cambio de contraseña	106
Figura 41 Diagrama de actividad autenticación	108
Figura 42 Diagrama de actividad visualizar prueba AG	110
Figura 43 Diagrama de actividad visualizar prueba HN	112

Figura 44 Diagrama de actividad visualizar prueba ÑT.....	114
Figura 45 Diagrama de actividad visualizar prueba UZ.....	116
Figura 46 Diagrama de actividad cambiar estado ha revisado	118
Figura 47 Diagrama de actividad conectar auriculares.....	120
Figura 48 Diagrama de actividad oprime botón de indicaciones	122
Figura 49 Diagrama de actividad oprime botones de cursos.....	124
Figura 50 Diagrama de actividad oprime botones de evaluaciones	126
Figura 51 Diagrama de actividad cursos de la letra A hasta la G	128
Figura 52 Diagrama de actividad cursos de la letra H hasta la N	130
Figura 53 Diagrama de actividad cursos de la letra Ñ hasta la T.....	132
Figura 54 Diagrama de actividad cursos de la letra U hasta la Z.....	134
Figura 55 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra A hasta la G	136
Figura 56 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra H hasta la N	138
Figura 57 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra Ñ hasta la T	140
Figura 58 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra U hasta la Z	142
Figura 59 Diagrama de actividad digitar letra solicitada	144
Figura 60 Diagrama de actividad [Practica]Enviar	146
Figura 61 Diagrama de actividad [Evaluación]Enviar.....	148
Figura 62 Diagrama de actividad Borrar.....	150
Figura 63 Diagrama de clases	152
Figura 64 Prueba Endpoint	155
Figura 65 Prueba JWT	156
Figura 66 Prueba POST	157
Figura 67 Prueba PUT	159
Figura 68 Prueba GET	160
Figura 69 Prueba Inicio Sesión	164
Figura 70 Visualizar tablas	166
Figura 71 Cambio de estado	167
Figura 72 Descargar APP.....	169
Figura 73 Pruebas de voltaje	171
Figura 74 Pruebas de corriente.....	172
Figura 75 Tiempos de respuesta	173
Figura 76 Aula de inclusión de la institución Manuela Ayala de Gaitán.....	175
Figura 77 Preparación.....	175
Figura 78 Acompañamiento de dos maestras	176
Figura 79 Pruebas de sonido.....	176
Figura 80 Inicio de prueba	177
Figura 81 Evidencia N°1	177
Figura 82 Evidencia N°2	178
Figura 83 Evidencia N°3	178
Figura 84 Resultados del primer participante	179
Figura 85 Resultados del segundo participante	180
Figura 86 Resultados del tercer participante	181
Figura 87 Resultados del cuarto participantes (Docente)	182

Índice de Tablas

Tabla 1 Otros proyectos más importantes internacionalmente	25
Tabla 2 Hoja de ruta	33
Tabla 3 Usuario administrador	40
Tabla 4 Usuario Aprendiz.....	41
Tabla 5 Requerimientos funcionales.....	49
Tabla 6 Descripción de los componentes del circuito	59
Tabla 7 Descripción de los componentes del esquema.....	61
Tabla 8 Precio de todos los materiales	64
Tabla 9 Medidas	67
Tabla 10 Descripción del Modelo Entidad-Relación (MER)	71
Tabla 11 Descripción de diagrama de casos de uso del administrador	73
Tabla 12 Descripción de diagrama de casos de uso del Aprendiz.....	75
Tabla 13 Descripción del diagrama de secuencia cambio de contraseña	77
Tabla 14 Descripción del diagrama de secuencia autenticación	79
Tabla 15 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas AG	81
Tabla 16 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas HN	82
Tabla 17 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas ÑT	84
Tabla 18 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas UZ	85
Tabla 19 Descripción del diagrama de secuencia cambio de estado ha revisado	87
Tabla 20 Descripción del diagrama de secuencia conectar auriculares.	89
Tabla 21 Descripción del diagrama de secuencia oprime botón de indicaciones	90
Tabla 22 Descripción del diagrama de secuencia oprime botones de cursos	91
Tabla 23 Descripción del diagrama de secuencia oprime botones de evaluaciones	92
Tabla 24 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra A hasta la G.....	93
Tabla 25 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra H hasta la N	94
Tabla 26 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra Ñ hasta la T	95
Tabla 27 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra U hasta la Z	96
Tabla 28 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra A hasta la G	97
Tabla 29 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra H hasta la N	98
Tabla 30 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra Ñ hasta la T.....	99
Tabla 31 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra U hasta la Z.....	100
Tabla 32 Descripción del diagrama de secuencia digita la letra solicitada	101
Tabla 33 Descripción del diagrama de secuencia [Practica] Enviar	102
Tabla 34 Descripción del diagrama de secuencia [Evaluación] Enviar	103
Tabla 35 Descripción del diagrama de secuencia Borrar	105
Tabla 36 Descripción del diagrama de actividad cambio de contraseña.	107
Tabla 37 Descripción del diagrama de actividad autenticación.....	109
Tabla 38 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba AG	111
Tabla 39 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba HN.....	113
Tabla 40 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba ÑT	115
Tabla 41 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba UZ	117
Tabla 42 Descripción del diagrama de actividad cambio de estado ha revisado	119
Tabla 43 Descripción del diagrama de actividades conectar auriculares.....	121

Tabla 44	Descripción del diagrama de actividades oprime botón de indicaciones	123
Tabla 45	Descripción del diagrama de actividades oprime botones de cursos	125
Tabla 46	Descripción del diagrama de actividades oprime botones de evaluaciones	127
Tabla 47	Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra A hasta la G	129
Tabla 48	Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra H hasta la N.....	131
Tabla 49	Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra Ñ hasta la T	133
Tabla 50	Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra U hasta la Z	135
Tabla 51	Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra A hasta la G.....	137
Tabla 52	Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra H hasta la N	139
Tabla 53	Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra Ñ hasta la T	141
Tabla 54	Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra U hasta la Z.....	143
Tabla 55	Descripción del diagrama de actividad digitar letra solicitada	145
Tabla 56	Descripción del diagrama de actividad [Practica] Enviar.....	147
Tabla 57	Descripción del diagrama de actividad [Evaluación] Enviar	149
Tabla 58	Descripción del diagrama de actividad Borrar	151
Tabla 59	Descripción de clases del diagrama de clases.	153
Tabla 60	Tiempos de los cursos de los participantes	179

Resumen

Este proyecto valida un tablero interactivo con guía de voz para la lectoescritura del alfabeto Braille en minúsculas, integrando elementos táctiles y auditivos para facilitar el aprendizaje de personas con discapacidad visual. Su diseño responde a la necesidad de recursos educativos accesibles, alineándose con el ODS 4 sobre educación inclusiva y de calidad. Se realizaron pruebas en la Institución Educativa Municipal Manuela Ayala, donde estudiantes de inclusión evaluaron su funcionalidad, facilidad de uso y efectividad. Los resultados demostraron que el tablero mejora la comprensión y velocidad en el aprendizaje del Braille, consolidándose como una herramienta innovadora y eficaz. Este avance representa un paso clave hacia la creación de recursos educativos más accesibles, promoviendo la inclusión en el entorno educativo y eliminando barreras de aprendizaje.

Palabras clave: Braille, Tablero, Discapacidad Visual, Inclusión, Funcionalidad, Táctil.

Abstract

This project validates an interactive board with voice guidance for the reading and writing of the lowercase Braille alphabet, integrating tactile and auditory elements to facilitate learning for visually impaired individuals. Its design addresses the need for accessible educational resources, aligning with SDG 4 on inclusive and quality education. Tests were conducted at the Manuela Ayala Municipal Educational Institution, where inclusion students evaluated its functionality, ease of use, and effectiveness. The results demonstrated that the board improves comprehension and speed in learning Braille, establishing itself as an innovative and effective tool. This advancement represents a key step toward creating more accessible educational resources, promoting inclusion in the educational environment, and eliminating learning barriers.

Keywords: Braille, Board, Visual Impairment, Inclusion, Functionality, Tactile.

Introducción

La integración de las personas que poseen discapacidad visual en los ambientes educativos todavía representa un desafío a nivel internacional, particularmente en la enseñanza del sistema Braille, que constituye un elemento primordial dentro de la alfabetización de dicha población. Por lo tanto, aunque esta herramienta signifique un elemento clave para alcanzar la autonomía y la posibilidad de acceder a la información por parte de las personas ciegas, dicha enseñanza puede ser compleja, sobre todo para aquellas que perdieron la vista en la edad adulta o bien para aquellas que no habían tenido los recursos necesarios.

La propuesta de este proyecto gira en torno a la creación y validación de un tablero para el aprendizaje del Braille, fundamentado en la idea de crear un material accesible, con elementos táctiles y auditivos, al mismo tiempo, que no solo facilita la enseñanza del Braille, sino que también derriba las barreras educativas para las personas que presentan un tipo de discapacidad visual. Esta propuesta va en la línea de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en particular al ODS 4, que desarrolla la educación inclusiva y de calidad para todas las personas.

El tablero, que ha sido diseñado para mejorar la comprensión del Braille mediante la interacción táctil y auditiva, pretende, por tanto, fomentar la inclusión, eliminar estereotipos y aumentar la disponibilidad de materiales educativos para las personas ciegas y videntes interesadas en aprender Braille.

Alcance e impacto del proyecto

El proyecto contribuye directamente a la inclusión de personas con discapacidad visual en los entornos educativos. Este proyecto hizo posible que las personas accedieran a una herramienta de aprendizaje braille de una manera fácil. Las personas ciegas, los lectores y escritores en braille pueden recibir una buena educación. También abogan por una reducción de la escasez de materiales educativos para enseñar braille a las personas videntes. El proyecto ayudará a superar barreras y estereotipos transmitiendo a la sociedad una mayor comprensión y compasión hacia las personas ciegas.

Los elementos táctiles y auditivos del tablero lo convierten en un sistema braille realista. La interactividad táctil con retroalimentación auditiva mejora la comprensión y la eficiencia, creando un enfoque novedoso para verificar la funcionalidad de un panel interactivo.

Este proyecto se fundamenta en el objetivo 4 de la ODS el cual consiste en garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos, tomando de este las siguientes metas:

Meta 4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

Meta 4.5 De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas.

Planteamiento del problema

Aprender Braille puede ser complejo, especialmente en la adultez. Los adultos que ya han desarrollado habilidades de lectoescritura en tinta pueden encontrar el proceso de aprendizaje más desafiante. Además, la velocidad de lectura en Braille es considerablemente menor que la lectura en tinta. Un lector vidente puede alcanzar velocidades de 300 a 350 palabras por minuto, mientras que un lector Braille experimentado suele leer a una velocidad de 150 a 200 palabras por minuto. (UIV,2021)

La lectura en Braille presenta un desafío para las personas que han perdido la visión después de aprender a leer en tinta. La velocidad inicial es considerablemente menor, pero con práctica se puede mejorar. Sin embargo, la comprensión lectora en Braille es igual o superior a la lectura en tinta o con la ayuda de un locutor.

El Braille es la herramienta preferida por la mayoría de las personas ciegas para leer. Permite una interacción más profunda con el texto y ofrece una mayor autonomía a las personas ciegas. A pesar de que solo un 10% de la población ciega utiliza el Braille, este sistema sigue siendo fundamental para su inclusión en la sociedad. (GÓMEZ, J., 2016)

La comunicación no verbal se convierte en un desafío crucial para las personas ciegas, ya que la mayoría de las personas sin esta discapacidad desconocen el lenguaje Braille y carecen de métodos eficientes para aprenderlo de manera rápida y guiada. La comunicación no verbal para las personas con discapacidad visual no es solo una herramienta, es una forma de vida. Es la llave que les abre las puertas a la comprensión del mundo y a la construcción de relaciones significativas. A través de ella, tejen una red de sensaciones y emociones que les permite conectar con los demás. (Código no verbal, 2023)

Según Donley (2002), los estudiantes ciegos cuentan con la misma capacidad cognitiva para procesar información a través de sistemas lingüísticos orales o escritos que sus pares sin discapacidad. Pero la limitación visual impide a estos estudiantes procesar información transmitida mediante procesos pedagógicos que dependen de la percepción visual. Estos procesos suelen utilizar materiales didácticos y elementos paralingüísticos, como lenguaje corporal, gestos y referentes visuales, que complementan el aprendizaje de estudiantes sin discapacidad visual. (Aquino et al., 2012)

Es esencial destacar la relevancia de adaptarse a las necesidades de las personas con discapacidad visual. La adaptación no solo beneficia a quienes enfrentan estas limitaciones, sino que también promueve un entorno inclusivo donde las personas sin discapacidad se integran de manera más efectiva. La comprensión y aceptación de estas adaptaciones no solo son importantes desde la perspectiva de la igualdad, sino que también enriquecen la diversidad y fomentan una sociedad más inclusiva. (CRAC, 2022)

En este contexto, planteamos la siguiente interrogante: ¿Es posible diseñar y validar la funcionalidad de un tablero interactivo físico con guía de voz para el aprendizaje del Braille en lecto-escritura del alfabeto en minúsculas, con el objetivo de fomentar la comunicación inclusiva entre personas con y sin discapacidad visual?

Justificación

La enseñanza del sistema Braille es esencial para proporcionar acceso a la información y promover la inclusión de personas con discapacidad visual. Sin embargo, existe una carencia significativa de recursos educativos especializados que faciliten la enseñanza de Braille. Este proyecto proporciona una solución al ofrecer un sistema interactivo para aprender Braille (lectura y escritura), respaldado por una guía de voz. Según cifras del Centro de Rehabilitación para Adultos Ciegos (CRAC), Colombia tiene cerca de 2 millones de personas con discapacidad visual que se enfrentan a dos situaciones extremas: ser sobreprotegidos o infravalorados. En ambos casos, se les trata como si fueran seres humanos sin sueños ni capacidades, lo que hace que el país pierda un gran potencial profesional y productivo. (CRAC, 2022)

Según un artículo publicado por la revista Risti (Herramientas tecnológicas contribuyendo a la inclusión de personas con necesidad) En la actualidad la tecnología ha incursionado en la educación cambiando el método de la enseñanza poniendo a su disposición herramientas que ayuden al proceso del aprendizaje, es preciso recalcar que las herramientas tecnológicas han sido de gran ayuda para el aprendizaje de personas que poseen necesidades especiales teniendo sistemas informáticos para cada necesidad (Dominguez et al., 2019)

En el contexto actual, la falta de recursos educativos efectivos para enseñar Braille a personas videntes se ha vuelto más evidente y apremiante. Con el aumento de la conciencia sobre la importancia de la inclusión, la necesidad de herramientas que faciliten la comprensión y el aprendizaje del sistema Braille se ha convertido en una emergencia educativa. Según al AFB (American Fundation for the Blind) Existen muchas herramientas disponibles para mejorar la visión a la hora de leer textos impresos y acceder a materiales en braille y electrónicos. Aprender a utilizar dispositivos como lupas y ordenadores equipados con software que simula la voz

humana, o dispositivos electrónicos portátiles en braille, también puede abrir el mundo de la alfabetización a una persona con discapacidad visual. (AFB, 2019)

El proyecto centrado en la validación de un tablero interactivo para Braille, que permite la lectura y la escritura de cualquier persona, podría afectar significativamente la accesibilidad educativa. El proyecto ha sido desarrollado bajo distintos cursos para cada sección del alfabeto Braille, simplificando la teoría, la administración y la progresión de contenido educativo, evaluando, igualmente, la funcionalidad y la eficacia del dispositivo. La validación de este dispositivo pretende asegurar que la herramienta validada cumpla con los estándares necesarios para ser una herramienta útil y eficaz en la educación inclusiva.

Este beneficia directamente a personas que deseen aprender a leer y escribir en Braille, proporcionando un recurso educativo accesible y efectivo. Este segmento de la población incluye a los que perdieron la visión y a personas interesadas en adquirir la habilidad de escribir y leer el sistema Braille.

Así mismo presenta beneficios metodológicos sustanciales al integrar tecnologías táctiles y auditivas para la enseñanza del Braille. Al centrarse en la experiencia táctil, ofrece a los usuarios una forma práctica y realista de aprender Braille. Este enfoque metodológico combina la interactividad táctil con la retroalimentación auditiva, lo que facilita una comprensión más profunda y un aprendizaje más efectivo del sistema Braille

Objetivos

Objetivo General

Validar el funcionamiento del tablero interactivo físico con guía de voz para el aprendizaje del Braille en lecto-escritura del alfabeto en minúsculas, con el propósito de evaluar su desempeño y determinar su efectividad práctica para los usuarios, fomentando la comunicación inclusiva.

Objetivos Específicos

Definir claramente los criterios técnicos y funcionales del tablero interactivo físico, identificando sus componentes esenciales para asegurar su correcto funcionamiento y garantizar su rendimiento óptimo.

Diseñar y construir el tablero interactivo físico, asegurando que los componentes tecnológicos cumplan con los requisitos especificados.

Realizar pruebas exhaustivas del tablero interactivo físico, para comprobar su funcionalidad y efectividad práctica.

Implementar el uso del tablero interactivo físico por parte de los participantes del grupo de inclusión de la Institución Educativa Municipal Manuela Ayala. Durante esta implementación, se evaluará su desempeño, se medirá el funcionamiento del dispositivo y se recopilarán opiniones sobre su utilidad y eficacia en el uso.

Metodología

Para validar el proyecto, se investigarán dispositivos de enseñanza de Braille y tecnologías de apoyo para personas con discapacidad visual, centrándose en proyectos similares de software y hardware. Se identificarán las mejores prácticas y los métodos de validación utilizados en estos proyectos. Con base en esta investigación, se definirán especificaciones

detalladas para los componentes del tablero interactivo, incluyendo el hardware, el software y la integración de la guía de voz. Se documentarán todos los requisitos técnicos y funcionales necesarios para asegurar que el proyecto funcione de manera óptima y cumpla con los estándares de accesibilidad y usabilidad.

Para el diseño y construcción del tablero interactivo, Se comienza con la fase de diseño del prototipo. Esta fase implica crear un diseño conceptual que incluye diagramas detallados de los componentes y flujos de interacción. En esta etapa, es crucial identificar las funcionalidades principales del tablero. A continuación, se dibujan esquemas y diagramas que muestran la disposición física de los componentes y sus conexiones, así como los diagramas de flujo de interacción para describir cómo los usuarios interactuarán con el tablero.

Una vez definido el diseño conceptual, se procede a la selección de componentes tecnológicos adecuados. Es esencial investigar y listar posibles microcontroladores eligiendo el que mejor se adapte a las necesidades del proyecto. Además, se seleccionan Jack de auriculares que proporcionen una guía de voz clara y audible, y sensores necesarios para la interacción, como solenoides. También se definen otros componentes adicionales, como botones, amplificador, etc. asegurando que todos cumplen con las especificaciones del proyecto.

Con el diseño conceptual y los componentes seleccionados, se avanza a la construcción del prototipo. En esta fase, se ensamblan los componentes físicos en el tablero siguiendo los diagramas y esquemas elaborados previamente. Se realizan las conexiones eléctricas y electrónicas necesarias entre los componentes, probando cada uno por separado para asegurar su correcto funcionamiento.

El siguiente paso es el desarrollo y programación del software necesario para la funcionalidad del tablero interactivo. Se desarrolla el código para el microcontrolador seleccionado, asegurando que los solenoides y Jack de auriculares funcionen según lo esperado. Además, se programa la guía de voz para que las instrucciones sean claras y se reproduzcan en el momento adecuado. Todos los componentes de software se integran y se realizan pruebas para identificar y corregir posibles errores, documentando el código y proporcionando una guía de uso para facilitar del dispositivo.

Tras la construcción del prototipo, se llevan a cabo pruebas de funcionamiento para asegurar que el tablero interactivo funcione correctamente bajo diferentes condiciones. Se realizan pruebas funcionales para cada componente y para el sistema completo, simulando escenarios de uso real para identificar posibles fallos o áreas de mejora, ajustando y recalibrando los componentes y el software según sea necesario.

La etapa crucial para evaluar la usabilidad y eficacia del tablero interactivo es la validación con usuarios. Se proporciona el tablero a un grupo de estudiantes de inclusión de la Institución Educativa Municipal Manuela Ayala de Gaitán de Facatativa-Cundinamarca para que lo usen y así se puedan recopilar comentarios y observaciones sobre su experiencia.

Para realizar las evaluaciones con usuarios del tablero interactivo, es esencial comenzar con los estudiantes de dicha institución. Asegurando una muestra con personas con discapacidad visual dando una retroalimentación detallada dado que conocen acerca del abecedario en braille. Este enfoque garantiza que el dispositivo sea evaluado bajo diferentes perspectivas y necesidades, proporcionando una visión integral de su usabilidad y accesibilidad.

Seguido de esto se implementan sesiones de prueba donde los usuarios interactúan con el tablero para aprender Braille. Durante estas sesiones, se recopilan datos tanto cualitativos como cuantitativos sobre la experiencia del usuario. Los datos cualitativos pueden incluir observaciones directas, entrevistas y comentarios verbales sobre la interacción con el dispositivo. Los datos cuantitativos pueden abarcar métricas específicas como el tiempo de aprendizaje, la tasa de errores. Estos datos proporcionan una comprensión detallada de la utilidad y efectividad del dispositivo.

Posteriormente, se realiza un análisis de los datos recopilados durante las evaluaciones de usuario. Este análisis tiene como objetivo identificar áreas de mejora en el diseño y funcionalidad del tablero interactivo. Se revisan las experiencias y comentarios de los usuarios para entender mejor las fortalezas y debilidades del dispositivo. Finalmente, los resultados de estas evaluaciones y ajustes se documentan adecuadamente. Esta documentación incluye un informe detallado de las pruebas de usuario, el análisis de los datos recopilados y las áreas de mejora identificadas.

Estado del Arte

El sistema Braille, creado por Louis Braille en el siglo XIX, ha sido un avance significativo en la inclusión y acceso a la información escrita para personas con discapacidad visual. El Braille se basa en un código de puntos palpables que proporciona a las personas la capacidad de leer y escribir mediante el sentido del tacto. Con los años, la investigación sobre el sistema Braille ha evolucionado, abarcando áreas como la enseñanza y el aprendizaje, la adaptación a nuevas tecnologías y la mejora de la calidad de vida de quienes dependen de este método de comunicación.

A nivel internacional uno de los artículos importantes es el de Antonio Silva S, & Julio Cesar Ponce G, (2004). Sistema Basado en un Recurso Educativo Abierto Inteligente para la Lectura en Braille. México: Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad No. 940, Col. Universidad, Aguascalientes (Aguascalientes).

Este proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo e implementación de un programa educativo que busque enseñar el sistema de lectoescritura braille a docentes y personas sin discapacidad visual, con el propósito de fomentar la inclusión y facilitar la comunicación con individuos que presenten discapacidad visual. En este contexto, se han establecido objetivos específicos que comprenden la explicación detallada del generador de símbolos basado en la matriz o celdilla de 6 puntos, el proceso de generación de símbolos del alfabeto braille, la exposición de la simbología numérica, la descripción de estilos como mayúsculas, minúsculas, latinas, cursivas y góticas, la explicación de la simbología matemática, así como la presentación de actividades y prácticas. Estos objetivos están diseñados para equipar a los participantes con los conocimientos y habilidades para comprender y utilizar eficazmente el sistema braille, promoviendo así la inclusión y la igualdad de oportunidades en entornos educativos y sociales.

Según este artículo nos dice que el braille es el Sistema de lectoescritura principalmente empleado por las personas ciegas y por las personas con discapacidad visual grave. Fue inventado por Louis Braille, nacido en 1809 en Francia. Braille, en un accidente doméstico, perdió la vista a los 3 años y a los 18 años ideó todo el Sistema braille. El Sistema braille está compuesto de un alfabeto a base de puntos en relieve, dispuestos en una matriz o celdilla de seis puntos dispuestos en dos columnas paralelas de tres puntos cada una (llamada generador), los cuales, combinados entre sí, forman todas las letras del alfabeto, los signos de puntuación y los

números, así como el espacio en blanco para separar palabras (matriz sin puntos) y que además son fáciles de abarcar al deslizar por los mismos las yemas de los dedos

Como resultados de dicho proyecto tenemos que se desarrolló el Sistema Basado en un Recurso Educativo Abierto Inteligente para la Lectura en braille, licenciado bajo Creative Commons Venezuela, específicamente la licencia CC:BY-NC-SA, que permite a otros, modificar y ampliar el recurso para fines no comerciales, siempre y cuando se otorgue crédito a su autor y la licencia de las nuevas obras creadas a partir de la original posean iguales términos y condiciones a la licencia original

Y como conclusiones encontramos que se desarrolló el Sistema Basado en un Recurso Educativo Abierto Inteligente para la Lectura en braille, llamado “Sistema Braille”, como herramienta de enseñanza del Sistema de lectoescritura braille a docentes y personas en general, sin discapacidad visual. Existen múltiples sistemas de apoyo a las personas con discapacidad visual, y en su mayoría los estudiantes que ingresan a la UCV con discapacidad visual total dominan el sistema de lectoescritura braille, sin embargo, la gran mayoría de profesores no conocen o no dominan el sistema braille. A la escuela de computación han ingresado 2 estudiantes y ninguno de los profesores está preparados para interactuar de forma escrita con sus discentes ciegos. Las tecnologías empleadas para el desarrollo del Sistema son libres y la herramienta fue licenciada bajo Creative Commons Venezuela, específicamente la licencia CC:BY-NC-SA. Se plantea incluir reglas difusas que perfeccionen el seguimiento del aprendizaje, así como enriquecer el banco de actividades para mejorar las rutas de aprendizaje.

A nivel nacional uno de los artículos más importantes es el Cesar Hernández, Luis F. Pedraza y Danilo López. (2011). Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes. Tiene como objetivo El objetivo de este

proyecto es diseñar e implementar un prototipo electrónico, que permita mejorar los tiempos de aprendizaje inicial de la escritura Braille en personas con situación de discapacidad visual especialmente en niños.

De acuerdo con cifras publicadas por el DANE en mayo de 2009, existe una población en Bogotá de 64.701 personas con limitación visual, 4.786 personas particularmente en ciudad Bolívar. La ley 115 de 1994 establece que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

Dentro de los factores esta que el desarrollo de este proyecto se basa fundamentalmente en un prototipo electrónico digital, el cual después de realizar la escritura por parte del usuario, identifica y hace una traducción del Braille por medio de un sistema de síntesis de voz que genera las palabras de manera artificial con el objeto de verificar si la escritura en Braille es o no correcta. Adicional a esto se implementa un módulo GSM, el cual permite enviar mensajes de texto desde el dispositivo, presentando una innovación en el campo de los artículos para personas discapacitadas visualmente.

El principal resultado obtenido en este proyecto es un prototipo electrónico de fácil acceso y comprensión el cual permite mejorar los tiempos en el aprendizaje inicial de escritura Braille.

Se logró reducir significativamente los tiempos de aprendizaje del lenguaje Braille por parte de personas en situación de discapacidad visual e incrementar su interés y tiempo de concentración en dicho aprendizaje.

A nivel departamental, En el artículo *Design of an electronic prototype to teach braille* de Guillermo Rey Peñaloza-Mendoza presenta el diseño y desarrollo de un prototipo electrónico diseñado para facilitar el aprendizaje del sistema Braille, dirigido tanto a personas con discapacidad visual como a quienes no la tienen. El equipo de investigación creó un dispositivo que combina elementos visuales y táctiles: la parte visual está pensada para que las personas sin discapacidad visual puedan familiarizarse con el alfabeto Braille, mientras que la parte táctil recrea el relieve de las matrices Braille utilizando servomotores.

El prototipo fue evaluado con dos grupos de participantes: uno formado por personas sin discapacidad visual y otro por personas con discapacidad visual total. Los resultados indicaron una mejora significativa en el aprendizaje y en la rapidez de reconocimiento del alfabeto Braille en ambos grupos. Estas mejoras se validaron mediante pruebas aplicadas en diferentes etapas del proceso de aprendizaje, confirmando la efectividad del prototipo como herramienta educativa.

Asimismo, se propuso que este dispositivo se utilice como una herramienta introductoria en la enseñanza del Braille, complementado con piezas impresas en 3D para mejorar la percepción táctil de los usuarios.

Tabla 1 *Otros proyectos más importantes internacionalmente*

Proyecto	Descripción	Solución
DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE APRENDIZAJE ALFABÉTICO TRADUCTOR DE VOZ A BRAILLE	El presente proyecto de investigación se crea en base a la necesidad del aprendizaje autónomo del braille por lo que se implementa un dispositivo electrónico de aprendizaje alfabético traductor de voz a braille.	El tiempo de aprendizaje con el dispositivo es menor pues toma 15 segundos la generación de cada letra, en comparación con el método tradicional, que tiene una demora de 2 a 3 minutos por cada letra, lo que permite al estudiante avanzar más rápidamente en su aprendizaje.

**DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN
DE UN
ASISTENTE
ROBÓTICO
PARA EL
SOPORTE EN
LA ENSEÑANZA
DEL LENGUAJE
BRILLE EN
NINOS DE 6 A 8
ANOS**

se basa en un cubo de Braille y un asistente robótico. Durante el aprendizaje, el niño coloca el cubo en el robot, y luego, el robot reconoce qué letra se seleccionaron mediante un sistema rotativo de símbolos.

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35565/1/t2038ec.pdf>

Con las tres fases anteriores terminadas, se propone el desarrollo de una aplicación móvil sincronizada al asistente robótico, donde se pretende que tenga juegos interactivos relacionados a los sistemas de comunicación de personas con discapacidad visual.

**PROTOTIPO
ELECTRONICO
DE ENSEÑANZA
DEL SISTEMA
BRILLE**

presenta el desarrollo de un prototipo electrónico destinado a la enseñanza del sistema Braille en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. El objetivo principal del prototipo es facilitar el aprendizaje de la lectura y escritura en Braille, especialmente en contextos donde los docentes no tienen formación específica en este sistema.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16324/1/UPS-CT007948.pdf>

La solución presentada en el documento es un prototipo electrónico que enseña el sistema Braille utilizando una tarjeta Arduino y una aplicación móvil en Android. Este dispositivo permite a los usuarios, tanto con como sin discapacidad visual, aprender a reconocer y practicar caracteres Braille. Además, la aplicación proporciona herramientas para que los docentes evalúen el progreso de los estudiantes, abordando así la falta de formación en Braille en muchas instituciones. El aprendizaje se estructura en secuencias específicas, comenzando con el abecedario y avanzando a otros caracteres, optimizando así el proceso educativo

**BRILLET:
DISPOSITIVO
TECNOLÓGICO
PARA EL
APRENDIZAJE
DEL SISTEMA
BRILLE**

El estudio investiga el uso de un dispositivo tecnológico llamado Brillet, diseñado para ayudar a niños de 4 a 6 años con discapacidad visual a aprender el sistema Braille. Utilizando una metodología cualitativa de estudio de caso,

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12354/1/UPS-CT006454.pdf>

El estudio ofreció soluciones efectivas para el aprendizaje del sistema Braille en niños con discapacidad visual mediante el desarrollo del dispositivo Brillet, que integra elementos táctiles y auditivos, facilitando la interacción y el aprendizaje. Se implementaron metodologías constructivistas que

**DIRIGIDO A
NIÑOS CON
DISCAPACIDAD
VISUAL**

se realizaron evaluaciones iniciales y finales para medir el progreso en habilidades como motricidad y cognición.

fomentan la participación activa de los estudiantes, junto con el uso de recursos TIC que crean un entorno educativo dinámico y accesible. Además, se estableció un sistema de evaluación continua que permitió monitorear el progreso de los niños y ajustar las intervenciones según sus necesidades, lo que resultó en un aprendizaje más personalizado y efectivo.

Vista de Braillet: dispositivo tecnológico para el aprendizaje del sistema Braille dirigido a niños con discapacidad visual
(educacionencontexto.net)

A partir de los proyectos de investigación mencionados anteriormente, se destaca la convergencia de esfuerzos para abordar problemáticas específicas relacionadas con la educación y accesibilidad de personas con discapacidad visual. Cada uno de estos proyectos presenta soluciones tecnológicas innovadoras que buscan no solo mitigar las dificultades existentes, sino también proporcionar alternativas útiles para simplificar y mejorar la experiencia de aprendizaje y acceso a información.

Marco Teórico

Historia del Sistema Braille

El sistema braille fue creado por Louis Braille en 1824, cuando era apenas un adolescente de 15 años, inspirado en un sistema militar de lectura nocturna conocido como "escritura nocturna". Louis Braille, quien quedó ciego a la edad de tres años debido a un accidente, desarrolló este sistema para facilitar la lectura y escritura de las personas ciegas. Su invención

revolucionó la manera en que las personas con discapacidad visual interactúan con el mundo escrito, creando una puerta hacia la educación, el empleo y la vida social (Lecuona, 2014).

Estructura y Funcionamiento del Braille

El sistema braille se basa en una celda formada por seis puntos en relieve, dispuestos en dos columnas de tres puntos cada una. Las combinaciones de estos puntos permiten la representación de letras, números, símbolos de puntuación e incluso signos matemáticos y musicales. Cada celda puede representar hasta 64 combinaciones, lo que permite una amplia gama de aplicaciones. Este sistema de lectura táctil ha sido crucial en la alfabetización de personas ciegas desde su creación (Martínez y Polo, 2004).

Impacto del Braille en la Educación y la Autonomía

El braille ha sido un medio esencial para el acceso a la educación formal de personas ciegas. Antes de su invención, las personas con discapacidad visual dependían de la memoria o de otras personas para acceder a la información escrita. La llegada del braille no solo promovió la alfabetización, sino que también proporcionó independencia y permitió la participación en la sociedad. Aunque en la actualidad existen tecnologías como los lectores de pantalla y el audio digital, el braille sigue siendo una herramienta indispensable, especialmente en la educación inicial (Lecuona, 2014).

El Braille en la Era Digital

Con el avance de la tecnología, el uso del braille ha adoptado nuevas formas. Dispositivos como pantallas dinámicas de braille, que permiten la lectura de texto digital a través de una serie de celdas de braille que se actualizan electrónicamente, han revolucionado el acceso a la información para las personas ciega. Además, las impresoras braille facilitan la producción de

documentos en este formato a partir de archivos digitales, haciendo que el braille sea más accesible en entornos educativos y laborales (Equipo de Expertos en Educación, 2014)

Tecnologías Asistivas y Accesibilidad

Las tecnologías asistivas son herramientas diseñadas para mejorar la funcionalidad de las personas con discapacidades, proporcionando acceso a la información, el aprendizaje y el entorno. En el caso de las personas ciegas, la accesibilidad ha avanzado considerablemente gracias al desarrollo de dispositivos electrónicos, software y sistemas de asistencia que permiten una mayor autonomía. Los lectores de pantalla, las impresoras de Braille y las pantallas dinámicas de Braille son ejemplos de cómo la tecnología ha facilitado el acceso a la información escrita y al aprendizaje en diversos contextos (LOH, 2024).

A pesar del avance en tecnologías asistivas, se ha demostrado que estas no deben sustituir al Braille, sino complementarlo. Por ejemplo, el uso de pantallas dinámicas de Braille y dispositivos portátiles con salida táctil permite a los estudiantes ciegos acceder a materiales educativos de forma más eficiente, sin depender exclusivamente de las versiones audibles. Sin embargo, es importante seguir investigando y desarrollando tecnologías que sean accesibles, asequibles y fáciles de usar para maximizar sus beneficios (LOH, 2024).

Dificultades en el Aprendizaje del Braille

A pesar de los avances en tecnologías y materiales educativos, el aprendizaje del Braille sigue enfrentando ciertos desafíos. Uno de los principales problemas es la falta de maestros especializados en Braille, lo que limita el acceso de los estudiantes a una enseñanza de calidad. Además, en algunos países, el Braille no está lo suficientemente integrado en los sistemas educativos, lo que hace que los niños ciegos no tengan acceso temprano al sistema de escritura y lectura (Equipo de Expertos en Educación, 2015).

Otro desafío es la percepción errónea de que el Braille ha perdido relevancia debido a los avances en las tecnologías de lectura auditiva. Esta concepción ha llevado a una disminución en la enseñanza del Braille en algunas escuelas y programas de educación especial. Sin embargo, el Braille sigue siendo una herramienta crítica para la alfabetización de personas ciegas, ya que proporciona un acceso más completo y detallado a la información escrita en comparación con las tecnologías auditivas, las cuales no permiten el mismo nivel de comprensión de la gramática y la estructura del texto (Fernández, 2001).

Validación de Tecnologías Asistivas

La validación de tecnologías asistivas es un proceso clave para asegurar que los dispositivos diseñados para personas con discapacidades realmente cumplan con su propósito. En el caso de las tecnologías para el aprendizaje del Braille, se deben realizar pruebas rigurosas que evalúen su efectividad, facilidad de uso y accesibilidad en diferentes entornos. Las evaluaciones deben considerar no solo el rendimiento del dispositivo en condiciones ideales, sino también su adaptabilidad a las necesidades individuales de los usuarios (Fundación Universitaria Compensar U Compensar, 2021).

Las investigaciones sobre tecnologías asistivas para personas ciegas han demostrado que los dispositivos que combinan retroalimentación táctil y auditiva son más efectivos en la enseñanza del Braille que aquellos que se centran únicamente en un solo canal sensorial. Estos dispositivos permiten a los estudiantes recibir múltiples formas de entrada sensorial, lo que mejora su capacidad de aprendizaje y comprensión del Braille. (Fundación Universitaria Compensar U Compensar, 2021).

Pruebas de Usabilidad y Eficacia

Las pruebas de usabilidad son esenciales para evaluar cómo interactúan los usuarios con los dispositivos de aprendizaje del Braille. Estas pruebas ayudan a identificar posibles barreras en el diseño y funcionamiento del dispositivo, así como a mejorar la experiencia del usuario. La eficacia de un dispositivo no solo se mide en términos de su capacidad para enseñar Braille, sino también en cómo facilita el aprendizaje autónomo y continuo (Narvaez, 2022).

Para llevar a cabo pruebas de usabilidad, es importante trabajar con usuarios ciegos en diferentes etapas del aprendizaje del Braille, desde principiantes hasta expertos. Esto permite evaluar el rango de habilidades y necesidades de los usuarios, y garantiza que el dispositivo sea adaptable y accesible para todos. Las pruebas deben incluir la evaluación de la velocidad de aprendizaje, la retención de la información y la satisfacción del usuario con el dispositivo (Hernández, 2020).

Marco Jurídico

Ley 1680 de 2013: conocida como la Ley de Acceso a la Información para Personas con Discapacidad Visual, garantiza a las personas ciegas y con baja visión el acceso autónomo e independiente a la información, las comunicaciones, el conocimiento y las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Esta ley obliga al Estado y a las entidades públicas y privadas que ejercen funciones públicas a implementar tecnologías accesibles, como lectores de pantalla y otros dispositivos, para asegurar la inclusión y participación plena de las personas con discapacidad visual. En concordancia con la Ley 1346 de 2009, que adopta la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

Ley 1581 de 2012: Esta ley busca desarrollar el derecho constitucional de toda persona a conocer, actualizar y corregir la información que se haya recopilado sobre ella en bases de datos o archivos, así como proteger los demás derechos, libertades y garantías consagrados en el artículo 15 de la Constitución Política. También se establece el derecho a la información previsto en el artículo 20 de la misma. Los principios y disposiciones de esta ley se aplican a los datos personales almacenados en cualquier base de datos que sean susceptibles de tratamiento por entidades de carácter público o privado. Esta ley regirá el tratamiento de datos personales realizado en territorio colombiano o cuando el Responsable o Encargado del Tratamiento, aunque no esté ubicado en el país, se encuentre sujeto a la legislación colombiana por normas y tratados internacionales.

Ley 1346 de 2009: El objetivo de esta Convención es fomentar, proteger y garantizar el disfrute pleno e igualitario de todos los derechos humanos y libertades fundamentales para las personas con discapacidad, además de promover el respeto por su dignidad inherente. Se considera personas con discapacidad a aquellas que presentan limitaciones físicas, mentales, intelectuales o sensoriales de largo plazo, las cuales, al enfrentarse a distintas barreras, pueden ver restringida su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás. Para los propósitos de esta Convención, La "comunicación" abarcará los lenguajes, la visualización de textos, el sistema Braille, la comunicación táctil, los macrotipos, los dispositivos multimedia accesibles, así como la comunicación escrita, los sistemas auditivos, el lenguaje sencillo, los medios de voz digitalizada y otros métodos, medios y formatos de comunicación aumentativos o alternativos, incluyendo la tecnología de la información y las comunicaciones accesibles.

Ley 2216 de 2022, promulgada el 23 de junio, tiene como objetivo garantizar una educación inclusiva y el desarrollo integral de los estudiantes con trastornos específicos de aprendizaje (TEA). Estos trastornos incluyen dificultades en la lectura, escritura, cálculos aritméticos, y en la adquisición de nuevas habilidades y destrezas. La ley reconoce la importancia de brindar una educación que permita la inclusión de los estudiantes con TEA en las aulas regulares, mediante el uso de tecnologías y estrategias pedagógicas adaptadas a sus necesidades. Además, establece que las instituciones educativas deben ajustar sus políticas, metodologías y tecnologías para garantizar que los estudiantes con TEA puedan participar activamente en sus procesos educativos.

Plan de proyecto

Cronograma

Tabla 2 Hoja de ruta

id	Actividad	Duración	Fecha de inicio	Fecha de culminación	Descripción
1	Inicio de proyecto	1 día	6/12/2023	7/12/2023	Una fase importante ya que se sientan las bases de lo que se va a hacer.
2	planeación	4 semanas	7/12/2023	5/01/2023	Se establecen los objetivos, el alcance, los recursos y el enfoque del proyecto
3	Diseño	8 semanas	5/01/2023	6/03/2024	Se diseña el prototipo del tablero, además de la interfaz de usuario para el enfoque web de acompañamiento

4	Desarrollo	16 semanas	6/03/2024	2/07/2024	Se crea el prototipo basado en el diseño creado anteriormente realizando la conexión de cada uno de los componentes utilizados, además de esto se realizó la conexión del sistema web de acompañamiento, realizados con api y pwa
5	Documentación	8 semanas	2/07/2024	2/09/2024	Se genera la documentación formal y de usuario correspondiente

Diseño del producto

El proyecto consiste en el desarrollo de un tablero interactivo físico diseñado para facilitar el aprendizaje del Braille en minúsculas. Este innovador sistema combina componentes físicos con software avanzado para ofrecer una experiencia educativa integral. El tablero está fabricado en acrílico y alberga una variedad de componentes electrónicos que permiten una interacción tanto física como auditiva con el sistema. Entre estos componentes se encuentran un módulo de relé, un regulador de voltaje, ventiladores de enfriamiento y un sistema de audio que proporciona una guía de voz.

La estructura física del tablero incluye botones para los cursos y las evaluaciones y también dos matrices. La primera de estas matrices está equipada con solenoides que permiten la formación de letras en Braille, mientras que la segunda matriz se usa para que los usuarios puedan digitar las letras aprendidas por medio de botones. Además, el tablero cuenta con botones adicionales para borrar y enviar las letras. Todo el sistema es controlado por un ESP32, que

gestiona los componentes mediante un módulo de relé de 8 canales y un regulador de voltaje. El circuito se alimenta con una fuente de 24V y 5A, y se incluyen dos ventiladores de 12V para el enfriamiento. Para la interacción auditiva, se ha integrado un conector jack estéreo de 3.5mm para auriculares, conectado a un amplificador de 5V que regula el volumen del audio y permite la reproducción de la guía de voz.

El software asociado al proyecto incluye una API desarrollada con FastAPI, que gestiona los audios y almacena los resultados de las evaluaciones. Esta API utiliza una base de datos MySQL para el almacenamiento persistente de datos y ofrece autenticación mediante JWT. Además, permite realizar operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para las evaluaciones y proporciona acceso a los audios necesarios para la guía de voz. El ESP32 se conecta a esta API a través de WiFi, permitiendo la reproducción de audios y el envío de los resultados de las evaluaciones realizadas. Complementando esta infraestructura, se ha desarrollado una Progressive Web App (PWA) en React, que ofrece una interfaz para visualizar y gestionar los resultados de las evaluaciones. La PWA incluye una funcionalidad de inicio de sesión para administradores, facilitando la gestión y supervisión del proceso educativo.

Perspectiva del producto

Estructura Física y Componentes Electrónicos

- **Material y Construcción:** La estructura del tablero está construida de acrílico, proporcionando durabilidad y ligereza. Esta estructura alberga todos los componentes electrónicos necesarios para la funcionalidad del sistema.
- **Interfaz de Hardware:**

- Botones cursos y evaluaciones: Proporcionan acceso a los cursos para aprender las letras en Braille y permiten realizar la respectiva evaluación de lo aprendido.
 - Matriz de Solenoides: Para formar las letras en braille en el tablero.
 - Matriz de Digitar: Para que el usuario digite las letras aprendidas.
 - Botones de Control: Adicionalmente, dos botones permiten al usuario borrar y enviar la Letra digitada.
- **Componentes Electrónicos:**
- ESP32: Controlador principal que gestiona la interacción entre el usuario y los componentes del tablero, incluyendo la comunicación con la API.
 - Módulo de Relé de 8 Canales: Controla la activación de distintos componentes, como los solenoides.
 - Regulador de Voltaje: Garantiza la distribución adecuada de energía a los componentes.
 - Ventiladores de 12V: Mantienen el tablero a una temperatura óptima.
 - Jack 3.5mm Estéreo: Para conexión de auriculares, permitiendo la guía de voz.
 - Amplificador de 5V: Controla el volumen del audio que se emite.

Software y API

- **API RESTfull:** Implementada en FastAPI, esta API maneja la autenticación con JWT y un CRUD para gestionar las evaluaciones. También sirve los archivos de audio que el ESP32 consume para guiar al usuario.
- Base de Datos MySQL: Almacena los datos de los usuarios y los resultados de las evaluaciones.

- Autenticación: Utiliza JWT para asegurar las interacciones y proteger la integridad de los datos.
- Consumo de Audios: El ESP32 se conecta al WiFi y consume los audios desde la API, proporcionando una guía de voz para las lecciones.
- Resultados de Evaluaciones: El ESP32 envía los resultados de las evaluaciones a la API, donde son almacenados para su posterior consulta.
- **PWA en React:** Aplicación web progresiva utilizada por los administradores para visualizar los resultados de las evaluaciones. Incluye:
 - Tablas de Resultados: Muestra los resultados de las evaluaciones realizadas en el tablero.
 - Inicio de Sesión: Autenticación para administradores que permite acceso a las funciones de administración.

Funciones del producto

El tablero interactivo físico para el aprendizaje de Braille en minúsculas se diseñará en torno a las siguientes funcionalidades esenciales:

1. Matrices:

- El tablero consta de dos matrices que permiten practicar de manera interactiva con las letras en Braille.
- La primera matriz incorpora solenoides que permiten a los aprendices sentir las letras en Braille mediante el tacto.
- La segunda matriz está equipada con botones pulsadores que no solo permiten formar letras en Braille, sino también evaluar las letras previamente leídas.

2. Funciones de los Botones:

- Un botón estará dispuesto a la explicación del tablero, dando la ubicación de cada modulo
- Algunos botones proporcionarán explicaciones en audio sobre las letras en Braille y su correcta formación.
 - Cursos: Los botones guiarán al usuario a través de lecciones interactivas sobre la formación de letras en Braille, ofreciendo instrucciones detalladas y retroalimentación.
 - Evaluaciones: Al finalizar un curso, los botones permitirán al usuario participar en evaluaciones, donde se les pedirá formar letras específicas en Braille. La guía de voz proporcionará retroalimentación inmediata sobre el desempeño, ayudando a consolidar el aprendizaje.
- Otros botones estarán dedicados a borrar o enviar las letras en Braille para su evaluación.

3. Guía de Voz:

- El sistema de guía de voz se basa en una API que almacena los audios necesarios.
- Un conector de salida Jack 3.5mm estéreo permite reproducir los audios mediante auriculares.
- El volumen de los audios se controlará mediante un amplificador de 5V.
- La activación de la guía de voz se realizará mediante los botones pulsadores, controlados por un microcontrolador ESP32 que se conecta a la API para obtener los audios.

4. Resultados de evaluación:

- El ESP32 se conectará a la red WiFi para consumir los audios almacenados en la API desarrollada en FastAPI.
- Los audios se reproducirán en tiempo real a medida que el aprendiz interactúa con el tablero.
- La API maneja la autenticación de usuarios, la gestión de los audios y el almacenamiento de los resultados de las evaluaciones.
- La PWA (Aplicación Web Progresiva) desarrollada en React permitirá a los administradores visualizar los resultados de las evaluaciones y gestionar el contenido de la API.

5. Energía:

- El circuito se alimentará mediante una fuente de energía de 24V y 5A, asegurando la estabilidad y seguridad de todos los componentes.

6. Estructura:

- La estructura del tablero estará construida en acrílico, albergando todos los componentes de manera organizada y segura.

Características de los Usuarios

A continuación, se presenta las características de los usuarios del tablero interactivo físico.

Tabla 3 *Usuario administrador*

Tipo de usuario	Profesor de braille o instructor
Nombre de usuario	Administrador
Descripción	Persona con permisos para gestionar su propia información de acceso, incluyendo la opción de cambiar su contraseña. Tiene la capacidad de acceder a las evaluaciones de todos los aprendices dentro del sistema, permitiéndole revisar y monitorear el progreso de cada uno. Su rol es esencial para asegurar un seguimiento adecuado del desempeño de los aprendices y facilitar la supervisión efectiva de su avance en el proceso de aprendizaje.
Nivel de educación mínimo sugerido	Licenciatura en braille
Experiencia técnica requerida	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos avanzados en Braille • Experiencia en Braille.

Tabla 4 Usuario Aprendiz

Tipo de usuario	Persona con o sin discapacidad visual
Nombre de usuario	Aprendiz
Descripción	Persona que utilizará directamente el sistema desarrollado. Puede ser un individuo con discapacidad visual que busca aprender Braille, o cualquier otra persona interesada en explorar el sistema. Este usuario tiene la capacidad de interactuar con el tablero para aprender y comprender el Braille, formar letras, recibir retroalimentación para mejorar sus habilidades, y escuchar explicaciones y audios pregrabados. Además, puede realizar evaluaciones para medir su progreso en la escritura y lectura de letras en Braille, permitiéndole así un aprendizaje efectivo y personalizado.
Experiencia técnica requerida	Educación básica o superior.

Restricciones

Las siguientes restricciones deben ser consideradas para el desarrollo y operación del tablero interactivo físico para el aprendizaje de Braille en minúsculas:

1. Restricciones de Hardware:

- El sistema debe ser alimentado con una fuente de 24V y 5A. Cualquier desviación significativa en el suministro de energía puede afectar la estabilidad y el funcionamiento de los componentes.

- La estructura del tablero debe ser construida en acrílico para garantizar la durabilidad y la facilidad de fabricación. No se deben utilizar materiales que puedan comprometer la integridad estructural o la seguridad del producto.
- Los componentes electrónicos, incluidos el ESP32 y el módulo de relé, deben operar dentro de un rango de temperatura especificado para evitar el sobrecalentamiento y el mal funcionamiento. Los ventiladores de 12V deben mantener el sistema dentro de un rango seguro de temperatura.
- El conector Jack 3.5mm estéreo y el amplificador de 5V deben ser compatibles para asegurar una calidad de audio adecuada y la correcta reproducción de las guías de voz.
- Para activar más de 5 solenoides, se necesita desactivar el wifi, ya que el esp32 sufre una sobrecarga de procesamiento o memoria

2. Restricciones de Software:

- El ESP32 debe estar correctamente configurado para conectarse a la red WiFi y acceder a la API desarrollada en FastAPI. La disponibilidad y rendimiento del WiFi pueden afectar la funcionalidad del tablero.
- La API debe implementar mecanismos robustos de autenticación y autorización (como JWT) para proteger los datos del usuario y los resultados de las evaluaciones.
- La API debe gestionar adecuadamente los audios, asegurando que todos los archivos necesarios estén disponibles y correctamente almacenados para una reproducción continua.

3. Restricciones de Usabilidad:

- Los botones y las matrices deben ser accesibles y fáciles de usar para el aprendizaje efectivo. La disposición de los botones y las matrices debe ser ergonómica para evitar confusión y facilitar la interacción.
- El sistema debe proporcionar retroalimentación clara y precisa durante las evaluaciones para que los usuarios puedan identificar sus errores y aprender de manera efectiva.

4. Restricciones de Mantenimiento:

- Los componentes internos del tablero deben ser accesibles para su mantenimiento y reparación. La estructura debe permitir un fácil acceso a las partes que requieran intervención.
- El software y los audios en la API deben ser actualizables sin necesidad de reemplazar hardware. El sistema debe permitir actualizaciones de contenido y mejoras de forma remota.

5. Restricciones Ambientales:

- El tablero debe estar diseñado para su uso en entornos educativos y domésticos. No está destinado para uso en ambientes industriales o al aire libre donde condiciones extremas podrían comprometer su funcionamiento.

Suposiciones y dependencias

1. Suposiciones:

- Se asume que la red WiFi en la que se conectará el ESP32 tiene una cobertura adecuada y es estable para garantizar la comunicación constante con la API.

- Se asume que la infraestructura del servidor que aloja la API desarrollada en FastAPI estará disponible y operativa en todo momento para permitir el acceso continuo a los audios y la gestión de los resultados de las evaluaciones.
- Se asume que todos los componentes de hardware (ESP32, módulo de relé, solenoides, botones, amplificador, etc.) serán compatibles y funcionarán según lo esperado dentro del entorno del tablero.
- Se asume que el desarrollo del software y la implementación del sistema de guía de voz cumplirán con los estándares y normativas relevantes para la accesibilidad y la seguridad en dispositivos educativos.
- Se asume que los usuarios (estudiantes y administradores) tendrán un nivel básico de familiaridad con el uso de dispositivos interactivos y la PWA para interactuar con el tablero y acceder a los resultados de las evaluaciones.

2. Dependencias:

- La funcionalidad del sistema depende de una conexión a Internet estable para que el ESP32 pueda comunicarse con la API y descargar los audios necesarios.
- El sistema depende de la disponibilidad y el rendimiento continuo de la API desarrollada en FastAPI, que maneja la autenticación, la gestión de audios y el almacenamiento de resultados.
- La API y la PWA están alojadas en servicios de hosting que deben garantizar la disponibilidad, el rendimiento y la seguridad de la infraestructura.
- La PWA desarrollada en React depende de la compatibilidad con los principales navegadores web para que los administradores puedan acceder y gestionar la plataforma de manera efectiva.

- La correcta funcionalidad del conector Jack 3.5mm estéreo y el amplificador de 5V es esencial para la reproducción de audios. La dependencia del hardware debe ser evaluada para asegurar una calidad de audio adecuada.
- La operación del sistema depende de una fuente de energía adecuada de 24V y 5A. Cualquier variación en el suministro de energía puede afectar el funcionamiento de los componentes.
- La implementación del tablero y la API dependen de herramientas y librerías específicas de desarrollo (como FastAPI para la API y React para la PWA) que deben ser compatibles con las versiones utilizadas.

Requisitos futuros

- El diseño del Tablero Interactivo deberá ser escalable para admitir la introducción y reconocimiento de letras en mayúsculas, números y caracteres especiales, con el objetivo de proporcionar una experiencia de aprendizaje más completa y versátil.
- Se buscará la adaptabilidad del sistema para admitir audios en inglés, permitiendo así proporcionar explicaciones en este idioma. Esto ampliará la diversidad de usuarios y atenderá diversas necesidades educativas.

Interfaces externas

Interfaz de usuario

Descripción:

- La interfaz de usuario está diseñada para proporcionar una experiencia interactiva y accesible para los aprendices y administradores.

Requisitos:

- PWA (Aplicación Web Progresiva):
- Desarrollada en React para ofrecer una interfaz de usuario amigable y accesible desde navegadores web modernos.
- Debe permitir a los administradores iniciar sesión, visualizar resultados de evaluaciones y gestionar contenido.
- La interfaz debe ser responsive para garantizar una correcta visualización en diferentes dispositivos (computadoras, tabletas y teléfonos móviles).

Botones del Tablero:

- Deben estar claramente etiquetados y ser fácilmente accesibles para facilitar la interacción.
- Incluyen botones para la explicación del tablero, la formación de letras en Braille, y funciones de borrar y enviar letras.

Guía de Voz:

- Debe proporcionar instrucciones claras sobre la formación de letras y la operación del tablero.

- Las explicaciones deben ser audibles y comprensibles para los usuarios.

Interfaz de hardware

Descripción:

- La interfaz de hardware incluye todos los componentes físicos del tablero interactivo, que deben integrarse para proporcionar una experiencia funcional y confiable.

Requisitos:

- Matrices de Solenoides y Botones:
 - La primera matriz debe incorporar solenoides para permitir a los usuarios sentir las letras en Braille.
 - La segunda matriz debe tener botones pulsadores para formar y evaluar letras en Braille.
- Componentes Electrónicos:
 - ESP32: Controlador principal para la gestión de componentes y conexión a la red WiFi.
 - Módulo de Relé de 8 Canales: Para controlar la activación de solenoides y otros componentes.
 - Amplificador de 5V: Para ajustar el volumen de los audios.
 - Jack 3.5mm Estéreo: Para conectar auriculares y reproducir los audios.
 - Ventiladores de 12V: Para enfriar el sistema y mantener los componentes dentro de un rango de temperatura seguro.
- Fuente de Energía:
 - 24V y 5A: Para alimentar todos los componentes del tablero.

Interfaz de software

Descripción:

- La interfaz de software cubre la interacción entre el tablero y la API, así como la comunicación entre la PWA y el sistema de evaluación.

Requisitos:

- API (FastAPI):
- Endpoints: Debe proporcionar endpoints para la gestión de audios y resultados de evaluaciones.
- Autenticación: Implementar autenticación JWT para la seguridad de las solicitudes.
- CRUD de Evaluaciones: Permitir la creación, lectura, actualización y eliminación de evaluaciones.

Conexión WiFi:

- El ESP32 debe conectarse a la red WiFi para acceder a la API y consumir audios.

PWA:

- Visualización de Resultados: Permitir a los administradores ver los resultados de las evaluaciones y gestionar los datos.
- Inicio de Sesión: Implementar un sistema de autenticación para acceder a la plataforma administrativa.

Manejo de Errores:

- El software debe manejar errores de conexión, problemas de API y errores en la reproducción de audios de manera eficiente para garantizar una experiencia de usuario sin interrupciones.

Requisitos funciones

Tabla 5 Requerimientos funcionales

Identificación del requerimiento	RF01
Nombre del requerimiento	Conectar el dispositivo
Descripción del requerimiento	El aprendiz deberá conectar el tablero interactivo a una toma de corriente para suministrar energía al circuito y permitir el inicio del proceso de aprendizaje.
Identificación del requerimiento	RF02
Nombre del requerimiento	Conectar audífonos
Descripción del requerimiento	El aprendiz deberá conectar los audífonos para escuchar los audios de cada curso, mejorando así la calidad y efectividad de su experiencia de aprendizaje.
Identificación del requerimiento	RF03
Nombre del requerimiento	Volúmenes auriculares
Descripción del requerimiento	El aprendiz tendrá la capacidad de ajustar el volumen de los audios mediante un amplificador, lo que permitirá una experiencia auditiva adaptada a sus preferencias individuales y optimizará la calidad del sonido según sus necesidades.

Identificación del requerimiento	RF04
Nombre del requerimiento	Explicación del tablero
Descripción del requerimiento	Al presionar el botón de inicio, el aprendiz activará la explicación de los componentes del tablero mediante audio, detallando la ubicación y funcionalidad de cada módulo
Identificación del requerimiento	RF05
Nombre del requerimiento	Presionar Cursos Lectura y escritura
Descripción del requerimiento	El aprendiz presionara los botones de curso ubicados en el tablero, se inicia la explicación de lectura y escritura en Braille. Los cursos contienen de 1 a 7 letras para estudiarlas
Identificación del requerimiento	RF06
Nombre del requerimiento	Presionar Evaluaciones Lectura y Escritura
Descripción del requerimiento	El aprendiz presionara los botones de evaluación ubicados en el tablero, se inicia la prueba de lectura y escritura en Braille. Las evaluaciones contienen de 1 a 7 letras. Cada evaluación pretende medir el conocimiento adquirido durante los cursos realizados enviando los datos a una APIREST.
Identificación del requerimiento	RF07
Nombre del requerimiento	Practica Lectura
Descripción del requerimiento	Al presionar los botones de curso, el aprendiz activará el sistema, el cual, a su vez, pondrá en funcionamiento los solenoides para generar letras de lectura en Braille que coincidan con los audios pregrabados. Además, el aprendiz tendrá la capacidad de simular la letra de lectura en Braille en

una segunda matriz con botones pulsadores, con la particularidad de que, en caso de equivocarse, recibirá una retroalimentación instantánea para mejorar la precisión y el aprendizaje.

Identificación del requerimiento	RF08
Nombre del requerimiento	Practica Escritura
Descripción del requerimiento	Al presionar los botones de curso, el aprendiz activará el sistema, el cual, a su vez, pondrá en funcionamiento los solenoides para generar letras de escritura en Braille que coincidan con los audios pregrabados. Además, el aprendiz tendrá la capacidad de simular la letra de escritura en Braille en una segunda matriz con botones pulsadores, con la particularidad de que, en caso de equivocarse, recibirá una retroalimentación instantánea para mejorar la precisión y el aprendizaje.
Identificación del requerimiento	RF09
Nombre del requerimiento	Evaluación Lectura
Descripción del requerimiento	Al presionar los botones de evaluación, se iniciará una secuencia de indicaciones por audio, seguida por la representación de la letra en escritura Braille en la matriz de solenoides. Posteriormente, se solicitará al aprendiz que introduzca la letra en lectura Braille utilizando la matriz de botones pulsadores. Finalizada la tarea, se procederá a realizar una calificación para evaluar el desempeño del aprendiz.

Identificación del requerimiento	RF10
Nombre del requerimiento	Evaluación Escritura
Descripción del requerimiento	Al presionar los botones de evaluación, se iniciará una secuencia de indicaciones por audio, seguida por la representación de la letra en lectura Braille en la matriz de solenoides. Posteriormente, se solicitará al aprendiz que introduzca la letra en escritura Braille utilizando la matriz de botones pulsadores. Finalizada la tarea, se procederá a realizar una calificación para evaluar el desempeño del aprendiz.
Identificación del requerimiento	RF11
Nombre del requerimiento	Corrección Evaluación
Descripción del requerimiento	El aprendiz, al ingresar la letra Braille en la matriz de botones pulsadores, puede cometer errores tanto en la lectura como en la escritura. Sin embargo, se le proporciona la capacidad de corregir sus errores mediante un botón de "corrección". Al presionar este botón, se eliminará el proceso anterior y se reiniciará, permitiéndole volver a formar la letra de manera precisa.
Identificación del requerimiento	RF12
Nombre del requerimiento	Enviar Evaluación
Descripción del requerimiento	El aprendiz, al estar seguro de haber ingresado correctamente la letra Braille, puede enviar su respuesta para ser evaluada mediante un botón de "enviar". Al presionar este botón, avanzará automáticamente a la siguiente letra para su evaluación.

Identificación del requerimiento	RF13
-----------------------------------------	------

Nombre del requerimiento	Calificación de evaluación
Descripción del requerimiento	Al finalizar la evaluación, al aprendiz se le indicara por medio auditivo que termino el examen y deberá consultar sus resultados con su director, estos resultados de la prueba se enviaron a la APIREST y guardar los datos de la fecha y hora de cuando inicio y termino el examen

Identificación del requerimiento	RF14
-----------------------------------------	------

Nombre del requerimiento	Iniciar sesión
Descripción del requerimiento	El administrador podrá iniciar sesión por medio de un nickname y una contraseña preestablecida del desarrollador, estos datos serán enviados por medio del Email

Identificación del requerimiento	RF15
-----------------------------------------	------

Nombre del requerimiento	Cambio de contraseña
Descripción del requerimiento	El administrador podrá cambiar su contraseña por medio de su correo electrónico, donde el sistema le enviara un codigo de verificación, para saber si es el propietario de la cuenta, seguido de esto podrá poner su nueva contraseña.

Identificación del requerimiento	RF16
Nombre del requerimiento	Visualización de pruebas
Descripción del requerimiento	El administrador al entrar a la PWA, podrá visualizar 4 secciones que son las evaluaciones por letras de AG, HN, ÑT y UZ. Al entrar a alguna de estas, observara tablas de las pruebas que se realizaron.
Identificación del requerimiento	RF17
Nombre del requerimiento	Cambiar estado ha Revisado
Descripción del requerimiento	El administrador al realizar la visualización de la prueba puede cambiar el estado de la prueba a “Revisado” con un simple click.
Identificación del requerimiento	RF18
Nombre del requerimiento	Filtrar por fecha
Descripción del requerimiento	El administrador podrá filtrar la información para hacer una búsqueda más sencilla, de las pruebas que quiera visualizar.

Requisitos de rendimiento

1. Tiempo de Respuesta del Sistema

- API: El sistema deberá garantizar un tiempo de respuesta de la API inferior a 500 ms en operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) relacionadas con las evaluaciones y el acceso a archivos de audio, bajo condiciones normales de carga (menos de 50 usuarios simultáneos).

- ESP32: El ESP32 deberá procesar las solicitudes de activación de solenoides, reproducción de audio y envío de datos a la API en un tiempo máximo de 2000 ms desde que se presiona un botón hasta que se activa la acción correspondiente.
- Guía de Voz: La reproducción del audio deberá iniciarse dentro de los 2000 ms posteriores a la solicitud del usuario, ya sea para la explicación de una letra o la retroalimentación de una evaluación.

2. Capacidad de Conexión y Comunicación

- WiFi: El ESP32 deberá ser capaz de mantener una conexión estable con la API en redes WiFi de 2.4 GHz y garantizar la transferencia de datos sin pérdida de paquetes en una red con una latencia de hasta 100 ms.

3. Procesamiento y Capacidad del ESP32

- El procesamiento de las entradas de los botones deberá realizarse en un tiempo máximo de 1000 ms entre la pulsación y la verificación de la acción correspondiente (como borrar o enviar una letra).

4. Estabilidad del Sistema

- Uso Continuo: El sistema deberá ser capaz de operar de manera continua durante al menos 8 horas sin sobrecalentamiento ni interrupciones en la funcionalidad, asegurando la correcta activación de solenoides, reproducción de audio y comunicación con la API.
- Refrigeración: Los ventiladores de 12V deberán mantener la temperatura interna del tablero por debajo de 40°C durante el funcionamiento continuo bajo condiciones de máxima carga.

5. Capacidad de Almacenamiento y Gestión de Datos

- La base de datos MySQL deberá soportar hasta 10,000 registros de evaluaciones sin afectar el rendimiento en la consulta o actualización de datos. La respuesta de la API para consultas masivas (más de 1000 registros) deberá ser inferior a 2 segundos.
- El sistema deberá ser capaz de manejar hasta 50 usuarios concurrentes realizando evaluaciones sin una disminución significativa en el rendimiento del servidor.

6. Reproducción de Audio

- La calidad de los audios reproducidos deberá mantenerse sin distorsiones ni interrupciones, incluso cuando se ejecuten múltiples acciones simultáneamente en el tablero (como activación de solenoides y verificación de entradas de botones).
- El amplificador de 5V deberá proporcionar un volumen de audio claro, ajustable por el usuario, con una latencia máxima de 50 ms entre la solicitud de ajuste y la aplicación del cambio de volumen.

7. Consumo Energético

- El consumo total del sistema no deberá superar los 120W (24V, 5A) bajo condiciones de operación máxima, incluyendo la activación de solenoides, funcionamiento de los ventiladores y reproducción de audio simultáneamente.
- El sistema deberá poder operar de manera eficiente en un rango de voltaje de entrada de 20V a 24V sin pérdida de funcionalidad.

8. Escalabilidad

- El sistema deberá ser capaz de escalar para soportar futuras actualizaciones de software, como la adición de nuevos cursos o evaluaciones, sin requerir cambios significativos en el hardware ni afectaciones en el rendimiento general.

Atributos del Sistema

- Disponibilidad: El sistema debe estar disponible para su uso en cualquier momento dentro del horario de las aulas.
- Mantenibilidad: Los componentes del sistema, tanto físicos como de software, deben ser fáciles de mantener. La actualización del software (API y PWA) debe ser sencilla y gestionada remotamente, mientras que los componentes físicos deben ser de fácil acceso para reparación o sustitución.
- Escalabilidad: El sistema debe ser escalable, permitiendo la adición de nuevas funciones o componentes, como audios adicionales o mejoras en la interfaz de usuario, sin afectar su rendimiento.
- Seguridad: El sistema debe garantizar la protección de los datos de los usuarios y los resultados de las evaluaciones mediante autenticación segura con JWT.
- Rendimiento: Debe responder en tiempo real a las interacciones del usuario, con tiempos de respuesta rápidos tanto en la activación de los solenoides como en la reproducción de los audios.

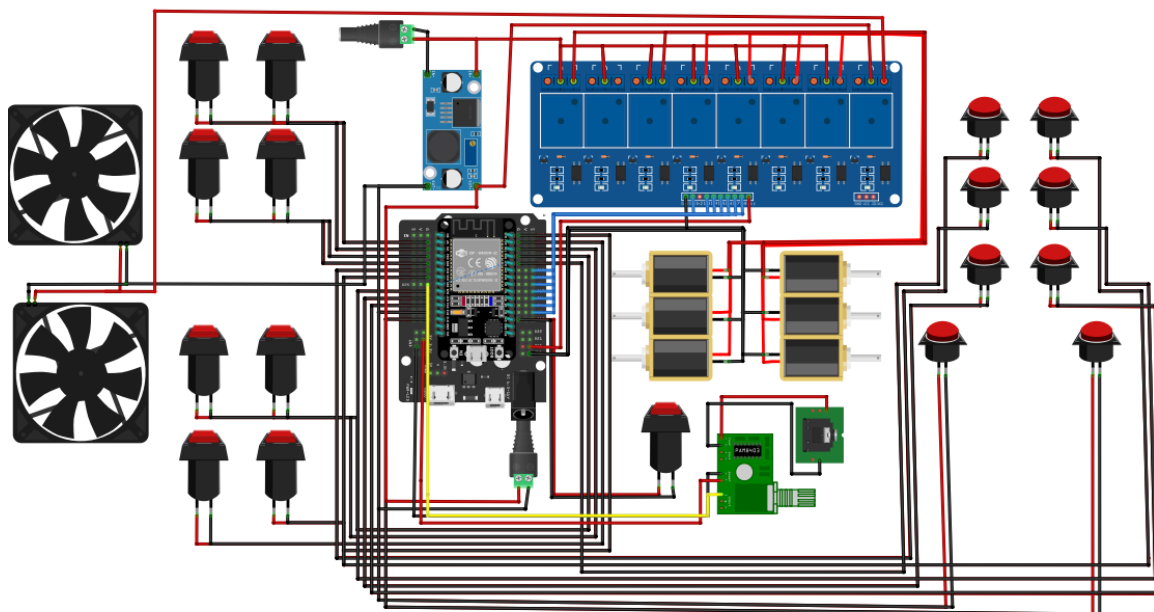
Requisitos no funcionales

- El sistema debe reproducir los audios en menos de 2 segundos después de ser solicitados.
- Las evaluaciones deben ser procesadas y enviadas a la API en menos de 1 segundo.
- El sistema debe tener una tasa de disponibilidad del 99.9%, reduciendo al mínimo cualquier tiempo de inactividad.
- Todas las interacciones con la API deben estar protegidas mediante autenticación JWT.
- La PWA debe ser de fácil navegación, permitiendo a los administradores gestionar y visualizar resultados con pocos clics.
- El diseño debe permitir agregar más cursos, lecciones y audios sin afectar el rendimiento o la estructura del sistema.
- Las actualizaciones de la PWA y la API deben poder implementarse sin necesidad de detener el servicio.
- El sistema debe ser compatible con redes Wi-Fi estándar para conectarse a la API.
- La PWA debe ser accesible desde dispositivos móviles, tabletas y computadoras de escritorio con cualquier navegador moderno.

Diseño del Tablero

Visualización del circuito

Figura 1 Conexiones del todo el circuito



Nota: Esta figura muestra todos los componentes del circuito y sus conexiones.

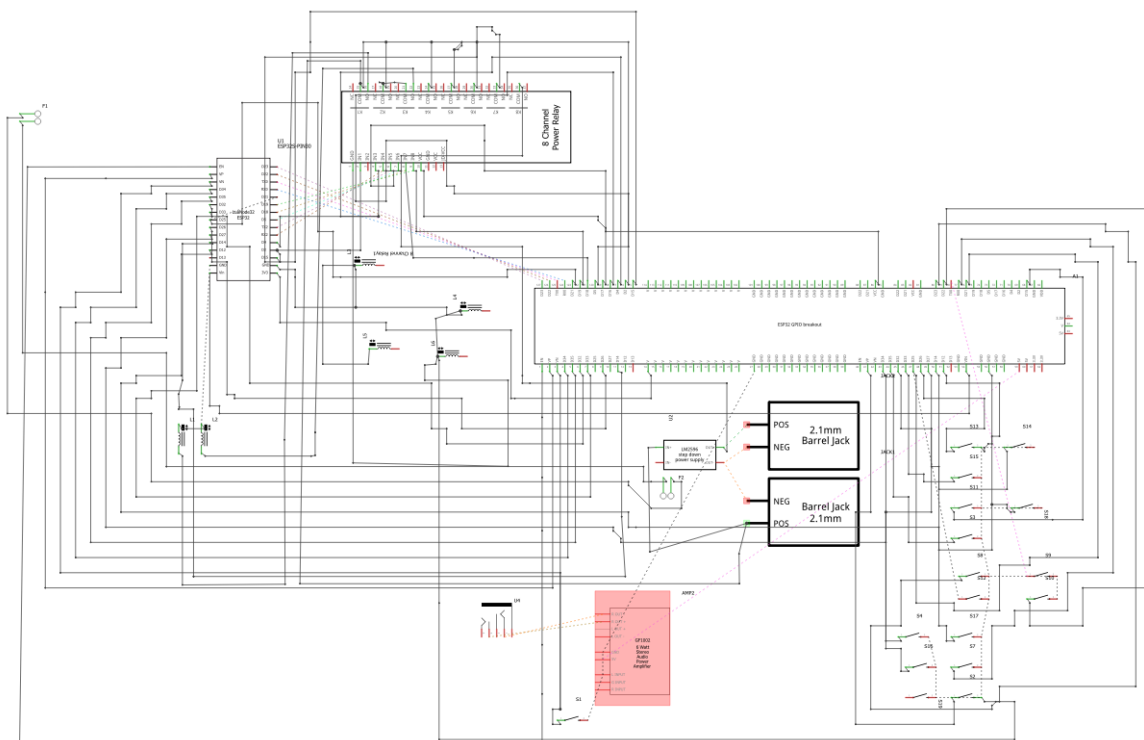
Tabla 6 Descripción de los componentes del circuito

Componente	Función	Conexiones	Voltaje/Corriente	Observaciones
ESP32	Microcontrolador principal	GPIO2, GPIO4, GPIO15...	5V	Programado en Arduino IDE
Módulo de relés X8	Controla los solenoides	GPIO2 (relé 1), GPIO4 (relé 2)...	5V	Cada relé controla un solenoide
6 solenoides	Muestra la letra	Conectado al módulo relé	24V, 1A	Requiere diodo de protección

9 botones grandes	Inicia cursos	Conectado al ESP32	5V	Botón momentáneo
Expansor de ESP32	Expansor I2C	SDA: GPIO21, SCL: GPIO22	5V	16 canales digitales
Ventilador 1	Enfriamiento	Pin A2 del expansor (PWM)	12V, 0.2A	Control de velocidad PWM
Regulador LM7805	Reduce el voltaje a 10V	Entrada: 24V, Salida: 10V	5V, 1A	

Esquemático

Figura 2 Esquema del circuito



Nota: Esta figura muestra el esquema de cada uno de los componentes y sus conexiones

Tabla 7 Descripción de los componentes del esquema

Componente/Bloque	Descripción	Conexiones relevantes
Conector Jack 2.1mm	Conector de alimentación externa para la entrada de voltaje.	Conectado a la fuente de poder. Dos conectores jacks: uno para conexión positiva (POS) y otro para negativa (NEG).
Modulo relé de 8 canales	Módulo relé de 8 canales, utilizado para controlar dispositivos de alta potencia.	Conectado a varias líneas de control y alimentación.
GPIO (Controlador Principal)	Interfaz principal de control de propósito general, posiblemente de un microcontrolador o FPGA.	Conexiones a relés y otros componentes de control, así como varias entradas/salidas (I/O).
Regulador de voltaje	Componente dedicado a regular el voltaje para los circuitos que lo requieren.	Conectado a la entrada de alimentación del conector jack y a otras partes del circuito para distribuir el voltaje adecuado.
Condensadores	Filtración y estabilización de la señal eléctrica en diferentes puntos del circuito.	Conectados principalmente a líneas de alimentación.
Switches/Interruptores	Controlan el encendido/apagado de diferentes secciones del circuito.	Distribuidos por el circuito, conectados a líneas de control.
solenoides	indicadores de letras de diferentes cursos.	Conectados a diferentes señales para indicar actividad o estado operativo.

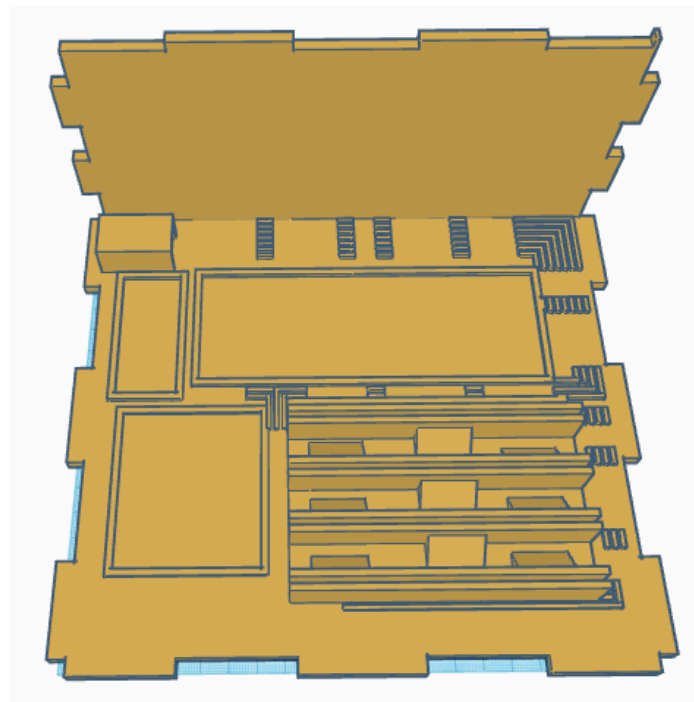
Conectores de Pines

Conectores múltiples para extender o modular el circuito.

Conectados a diversos puntos del controlador GPIO y otros módulos.

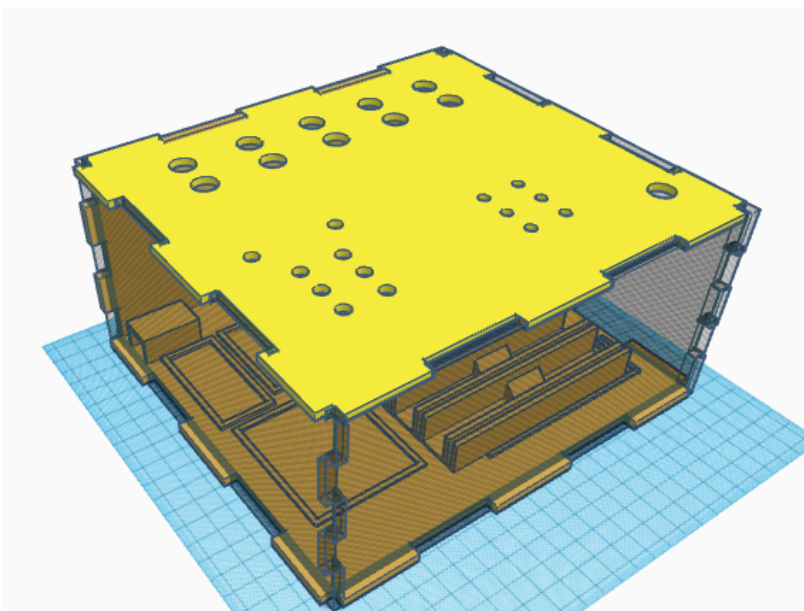
Modelado 3D

Figura 3 Modelo 3D de ficha principal



Nota: Esta figura muestra la ficha donde van a estar posicionados los componentes eléctricos

Figura 4 Modelo 3D ficha superior



Nota: Esta figura muestra la ficha superior donde van a estar posicionados los botones

Materiales

Figura 5 Materiales físicos



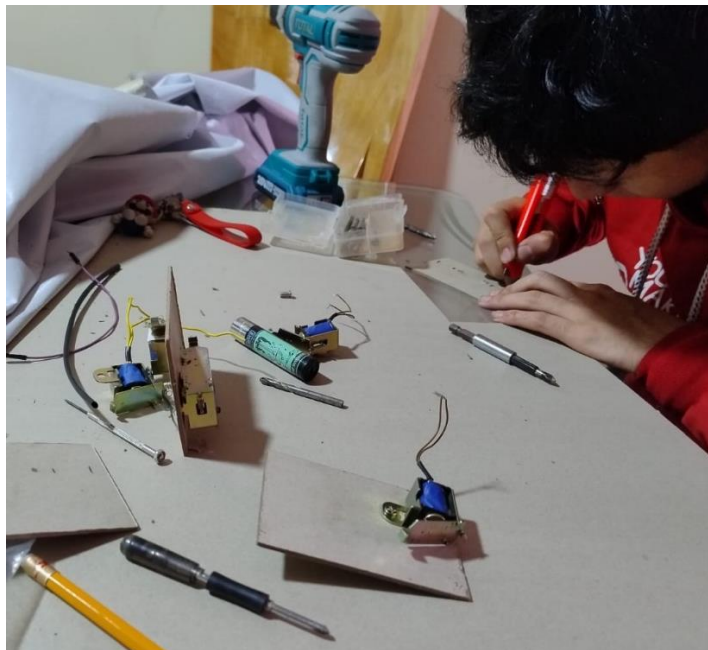
Nota: Esta figura muestra los componentes que se compraron para realizar el tablero

Tabla 8 Precio de todos los materiales

Componente	Precio
ESP32	\$36.000
Board placa de expansión ESP32	\$25.000
Fuente de 24V 5A	\$62.000
6 solenoides	\$90.000
Jumpers	\$14.000
Regulador Dc XI4005	\$22.000
Rele 8 Canales Modulo 5V	\$52.000
17 botones pulsadores	\$12.000
Acrílico	\$110.000
Amplificador estero audio 5v	\$25.000
Jack 3.5 mm	\$5.000
2 ventiladores de 12V	\$35.500
Conector Dc Jack Bornera	\$4.500
TOTAL	\$493.000

Base de solenoides

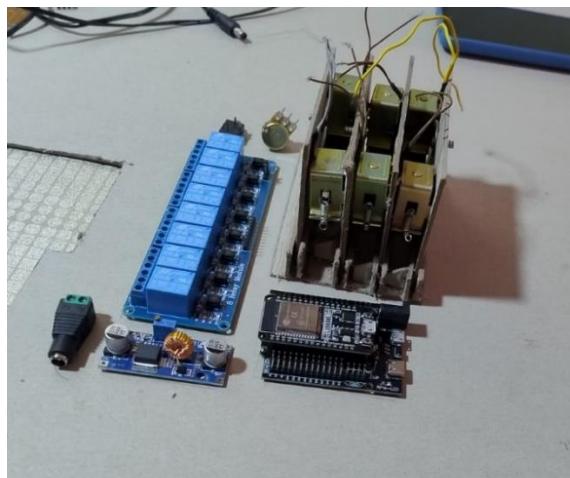
Figura 6 Módulo de solenoides



Nota: Esta figura muestra la construcción de la base de los solenoides con carton industrial.

Posición de componentes

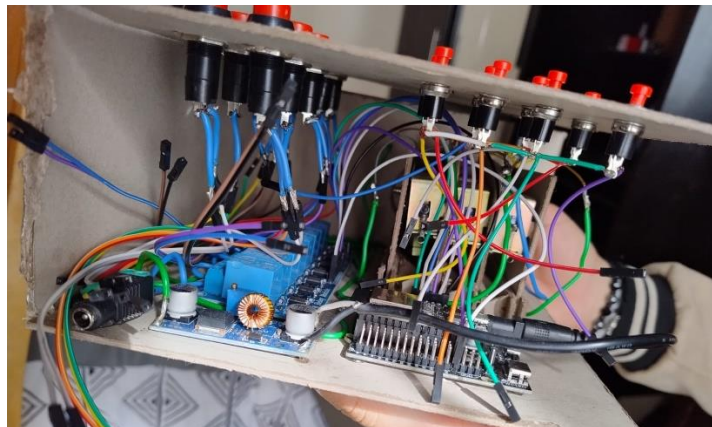
Figura 7 Posición del circuito



Nota: Esta figura muestra cómo van a estar ubicados los componentes eléctricos.

Ensamble

Figura 8 Ensamble de botones en la ficha superior



Nota: Esta figura muestra todos los componentes y cables que va a tener el tablero.

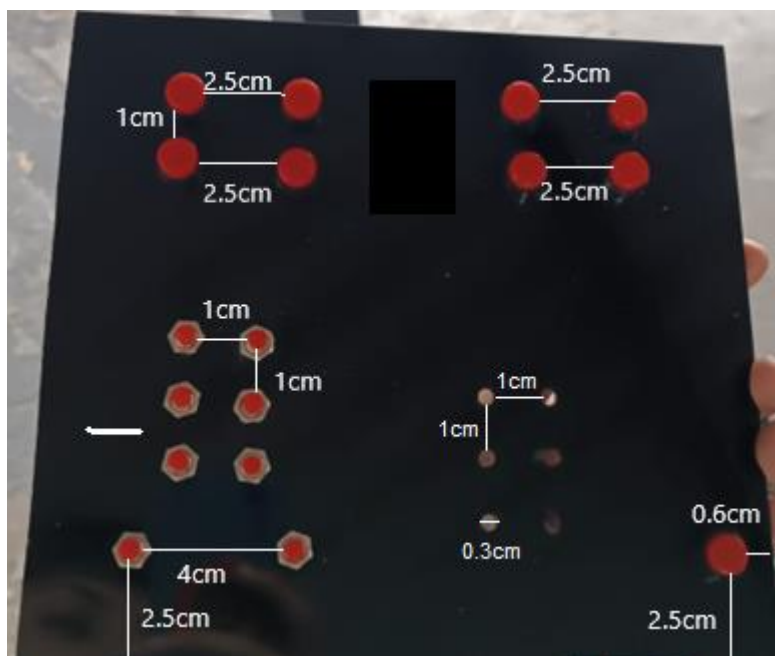
Cambio de material

Figura 9 Corte de acrílico



Nota: Esta figura muestra el proceso de corte del material

Figura 10 Medidas matriz de lectura



Nota: Esta figura muestra las medidas de la matriz de lectura

Tabla 9 Medidas

Posición	Distancia vertical	Distancia horizontal	Dimensión del punto
Matriz de lectura	1cm	1cm	0.3cm
Matriz de escritura	1cm	1cm	0.4cm
Botones enviar y borrar	2.5cm	4cm	0.4cm
Botones de curso	1cm	2.5cm	0.8cm
Botón de indicaciones	2.5cm	0.6cm	0.8cm

Figura 11 Material acrílico



Nota: Esta figura muestra cómo se cambió el cartón industrial por el acrílico

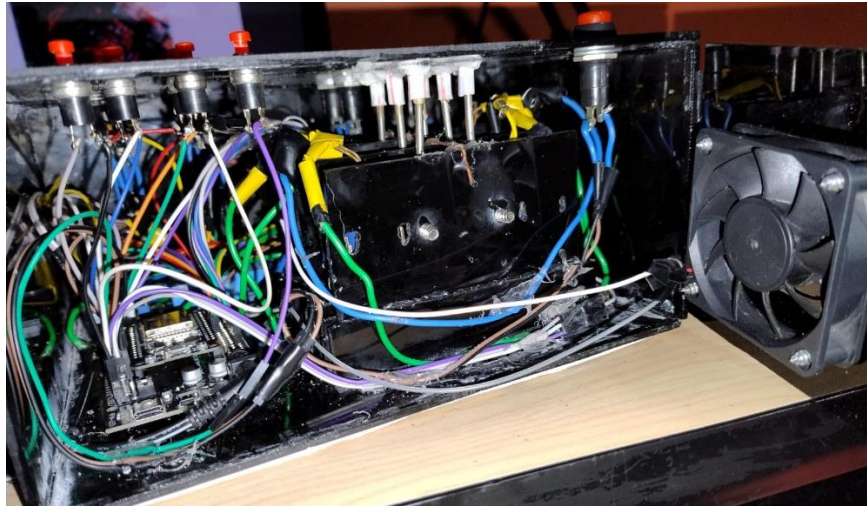
Conexiones

Figura 12 Ventilador, Jack y amplificador



Nota: Esta figura muestra la ventilación, la salida de audio y control de volumen.

Figura 13 Todas las conexiones



Nota: Esta figura muestra todas las conexiones listas del tablero.

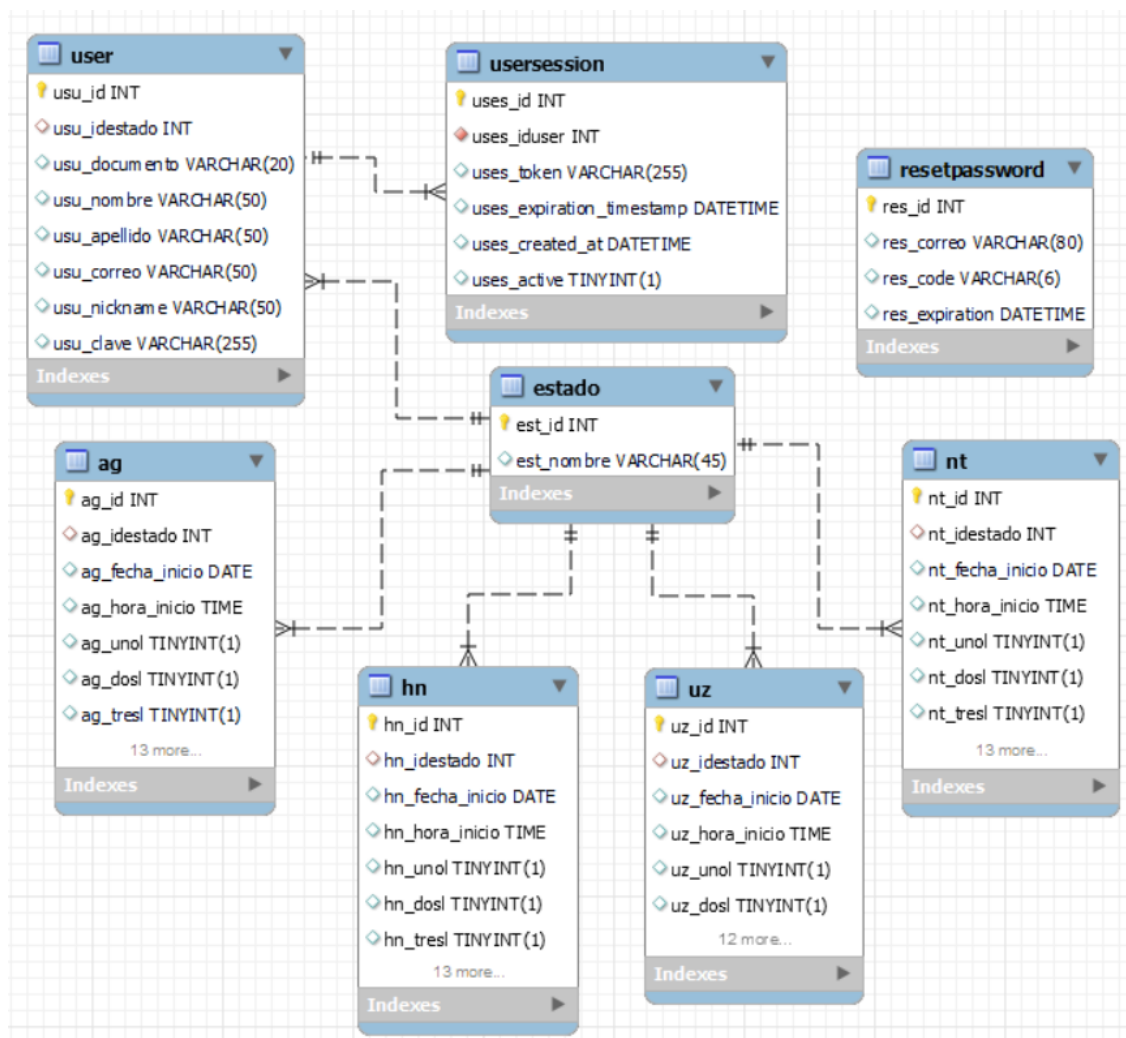
Diseño del Software

Modelado de Diagramas

MER(Modelo entidad Relación)

Es el modelo más utilizado en la gestión de datos dinámicos, es decir, los datos que están sujetos a modificaciones consisten en el almacenamiento de datos en tablas o relaciones que contienen filas y columnas, se basan en la lógica de predicados para establecer relaciones entre diferentes datos. Las relaciones contienen claves que son utilizadas para impedir la duplicidad de los registros (Logicalis, 2015) existen dos tipos de estas, las claves primarias que son columnas cuyos valores identifican a una fila de la tabla de forma exclusiva y las claves secundarias o foraneas que son columnas cuyos valores corresponden a los valores de la clave primaria otra tabla (IBM, 2021).

Figura 14 Modelo entidad relación (MER)



Nota: Esta figura muestra las entidades que conforman la base de datos y sus interrelaciones.

Tabla 10 Descripción del Modelo Entidad-Relación (MER)

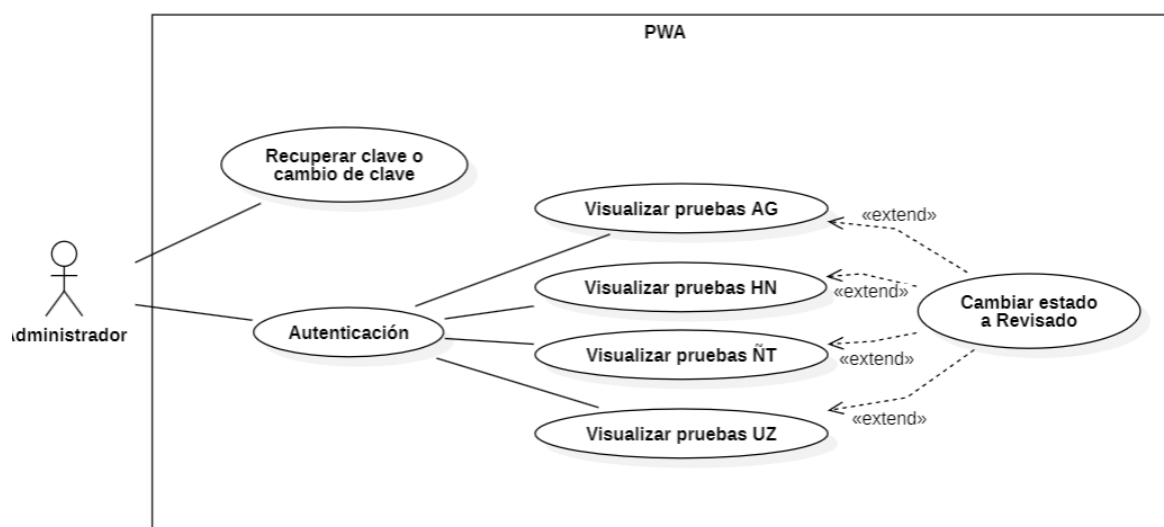
Entidad	Descripción	Atributos Clave	Atributos Adicionales	Relaciones
user	Representa a los usuarios del sistema.	usu_id	usu_documento, usu_nombre, usu_apellido, usu_correo, usu_nickname, usu_clave	Tiene muchas sesiones de usuario (userSession).
userSession	Guarda información sobre las sesiones de los usuarios.	uses_id	uses_iduser, uses_token, uses_created_at, uses_expiration_timestamp, uses_active	Pertenece a un usuario (user).
estado	Define los posibles estados de diferentes entidades (pruebas).	est_id	est_nombre	Tiene muchas pruebas asociadas (ag, hn, nt, uz).
ag, hn, nt, uz	Representan diferentes tipos de pruebas (probablemente e abreviaturas de algún tipo de prueba).	ag_id, hn_id, nt_id, uz_id respectivamente	Atributos relacionados con la fecha de inicio, hora de inicio y otros datos específicos de cada tipo de prueba.	Tienen un estado asociado (estado).
resetPassword	Almacena información relacionada con el restablecimiento de contraseñas.	res_id	res_correo, res_code, res_expiration	Asociado a un usuario (implícito en el correo "resetpassword").

Diagrama de Casos de Uso

Son diagramas que definen o describen la secuencia de acciones que da lugar a un resultado observable para un actor particular, es decir, alguien o algo que se encuentra fuera del sistema pero que interactúa con él. Un diagrama puede incluir varios casos de uso y relaciones entre los casos de uso y los usuarios (IBM, 2021). El desarrollo de estos diagramas es una técnica utilizada para representar los requerimientos funcionales del software, describen lo que debe hacer el software y para quien va dirigido. (PMO Informática, 2021)

Administrador

Figura 15 Diagrama de casos de uso del administrador



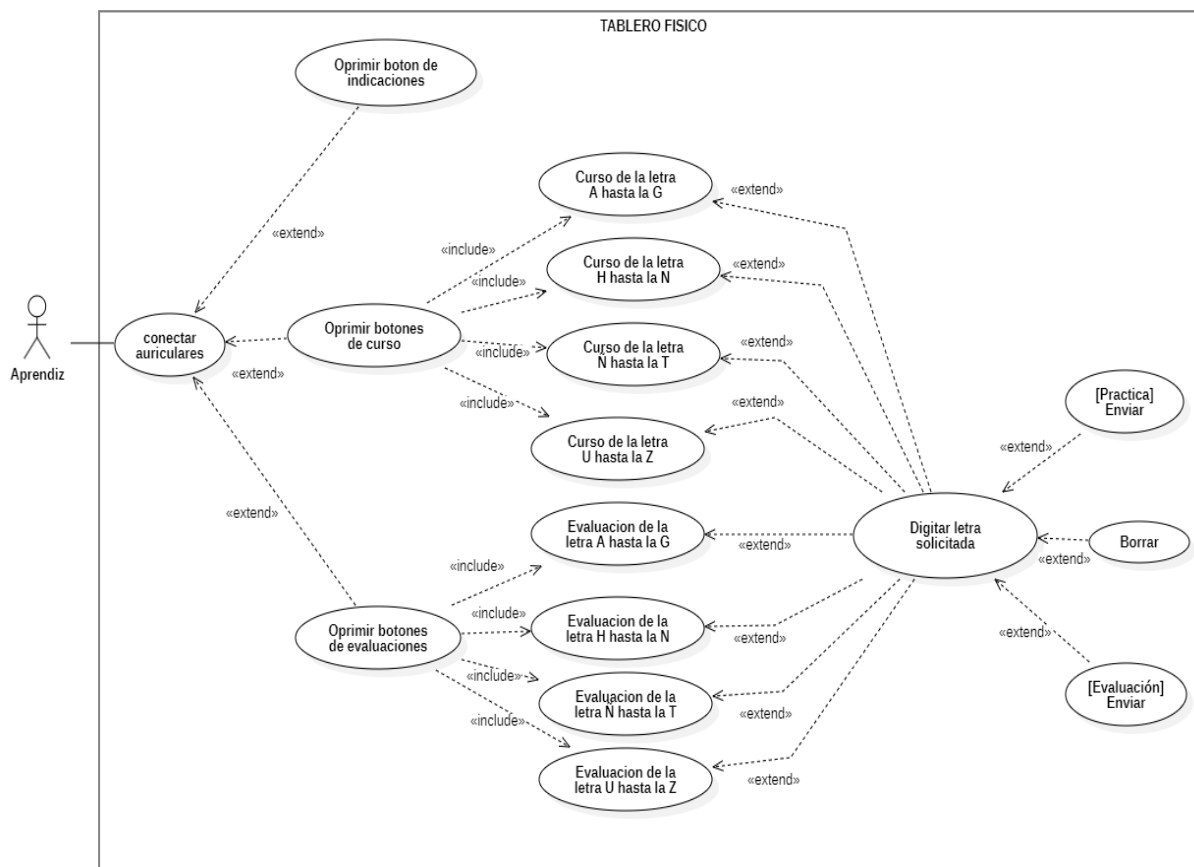
Nota. Esta figura permite visualizar la acción que puede realizar el administrador.

Tabla 11 Descripción de diagrama de casos de uso del administrador

Caso de uso	Descripción
Autenticación	El usuario administrador podrá autenticarse con su nombre de usuario y contraseña establecida. También puede cerrar sesión.
Recuperar clave o cambio de clave	El usuario podrá enviar una solicitud mediante su correo electrónico para cambiar o recuperar su clave en caso de que lo necesite.
Visualizar pruebas AG	Permite al administrador acceder a la información relacionada con pruebas AG.
Visualizar pruebas HN	Permite al administrador acceder a la información relacionada con pruebas HN.
Visualizar pruebas ÑT	Permite al administrador acceder a la información relacionada con pruebas ÑT.
Visualizar pruebas UZ	Permite al administrador acceder a la información relacionada con pruebas UZ.
Cambiar estado a Revisado	El administrador puede cambiar el estado de las pruebas a "Revisado". Este caso de uso se extiende a las visualizaciones de pruebas AG, HN, ÑT y UZ.

Aprendiz

Figura 16 Diagrama de casos de uso del Aprendiz



Nota. Esta figura permite visualizar la acción que puede realizar el aprendiz.

Tabla 12 Descripción de diagrama de casos de uso del Aprendiz

Caso de uso	Descripción
Conectar auriculares	El aprendiz podrá conectar los auriculares al sistema para iniciar la interacción con el tablero físico.
Oprimir botón de indicaciones	El aprendiz puede presionar el botón para recibir indicaciones sobre el curso.
Oprimir botones de curso	El aprendiz tiene la opción de seleccionar botones para acceder a cursos específicos según la letra correspondiente (A-G, H-N, N-T, U-Z).
Oprimir botones de evaluaciones	El aprendiz puede seleccionar botones para acceder a evaluaciones según la letra correspondiente (A-G, H-N, N-T, U-Z).
Curso de la letra A hasta la G	Acceso a un curso específico que abarca las letras de la A hasta la G.
Curso de la letra H hasta la N	Acceso a un curso específico que abarca las letras de la H hasta la N.
Curso de la letra N hasta la T	Acceso a un curso específico que abarca las letras de la N hasta la T.
Curso de la letra U hasta la Z	Acceso a un curso específico que abarca las letras de la U hasta la Z.
Evaluación de la letra A hasta la G	Acceso a una evaluación específica que abarca las letras de la A hasta la G.
Evaluación de la letra H hasta la N	Acceso a una evaluación específica que abarca las letras de la H hasta la N.
Evaluación de la letra N hasta la T	Acceso a una evaluación específica que abarca las letras de la N hasta la T.
Evaluación de la letra U hasta la Z	Acceso a una evaluación específica que abarca las letras de la U hasta la Z.
Digitar letra solicitada	El aprendiz debe ingresar la letra solicitada como parte de la interacción.

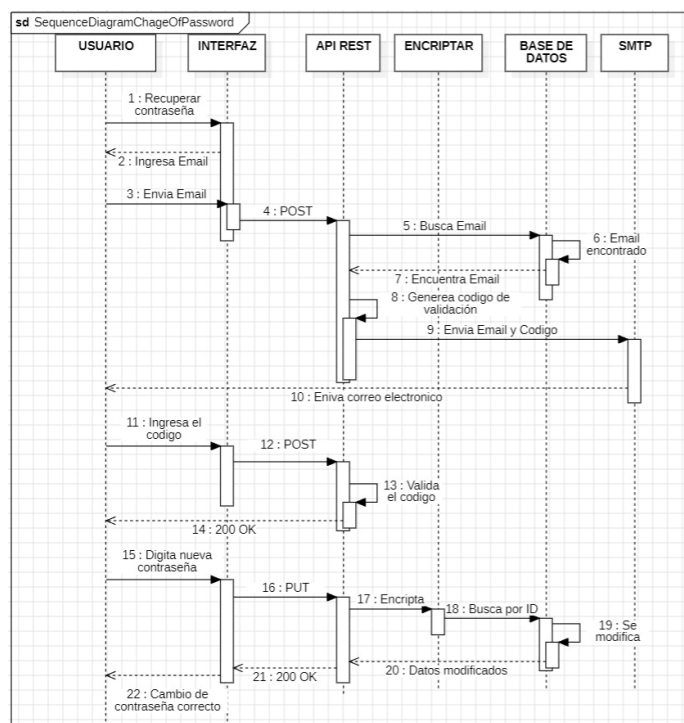
[Práctica] Enviar	Envío de la respuesta durante la fase de práctica.
[Evaluación] Enviar	Envío de la respuesta durante la evaluación.
Borrar	El aprendiz tiene la opción de borrar la letra ingresada si lo desea.

Diagrama de Secuencia

Los diagramas de secuencia son esquemas que representan el comportamiento de un sistema (Pressman, 20), especificando los objetos que se encuentran y la secuencia de acciones que se realizan entre ellos para llevar a cabo una funcionalidad, se utiliza para validar los casos de uso y representar la lógica del diseño de forma dinámica (Ambler, 2005; Fowler, 1997; Scott, 2003)

Cambio de contraseña

Figura 17 Diagrama de secuencia cambio de contraseña



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para cambiar la contraseña

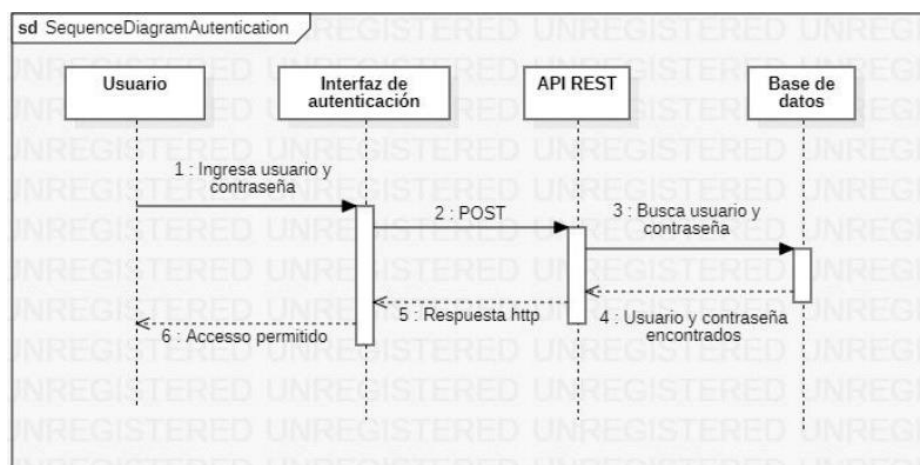
Tabla 13 Descripción del diagrama de secuencia cambio de contraseña

Paso	Interacción	Descripción
1	Usuario -> Interfaz: Recuperar contraseña	El usuario selecciona la opción para recuperar la contraseña.
2	Usuario -> Interfaz: Ingresa Email	El usuario ingresa su correo electrónico en la interfaz.
3	Interfaz -> API REST: Envía Email	La interfaz envía la solicitud con el correo electrónico al API REST.
4	API REST -> Base de datos: POST	El API realiza una petición POST para buscar el correo en la base de datos.
5	Base de datos -> API REST: Busca Email	La base de datos busca el correo proporcionado.
6	Base de datos -> API REST: Email encontrado	La base de datos confirma si el correo existe.
7	API REST -> Encriptar: Encuentra Email	El API confirma que encontró el correo y envía la información al módulo de encriptación.
8	Encriptar -> API REST: Genera código	El módulo de encriptación genera un código de validación.
9	API REST -> SMTP: Envía Email y Código	El API envía el correo electrónico con el código de validación mediante SMTP.
10	SMTP -> Usuario: Envía correo electrónico	El usuario recibe el correo con el código de validación.
11	Usuario -> Interfaz: Ingresa el código	El usuario ingresa el código de validación recibido.
12	Interfaz -> API REST: POST	La interfaz envía la solicitud POST con el código al API para validarlo.
13	API REST -> Encriptar: Valida el código	El API envía el código para su validación.

14	Encriptar -> API REST: 200 OK	El código es validado correctamente.
15	Usuario -> Interfaz: Digita nueva contraseña	El usuario ingresa su nueva contraseña en la interfaz.
16	Interfaz -> API REST: PUT	La interfaz envía la nueva contraseña al API para actualizarla.
17	API REST -> Encriptar: Encripta	El API envía la nueva contraseña para ser encriptada.
18	Encriptar -> Base de datos: Busca por ID	Se realiza una búsqueda en la base de datos para actualizar la contraseña encriptada.
19	Base de datos -> Encriptar: Se modifica	La base de datos confirma que los datos han sido modificados correctamente.
20	Encriptar -> API REST: Datos modificados	El módulo de encriptación confirma la modificación de los datos.
21	API REST -> Interfaz: 200 OK	El API confirma que la operación fue exitosa.
22	Interfaz -> Usuario: Cambio de contraseña correcto	La interfaz notifica al usuario que el cambio de contraseña fue exitoso.

Autenticación

Figura 18 Diagrama de secuencia autenticación.



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para la autenticación del usuario

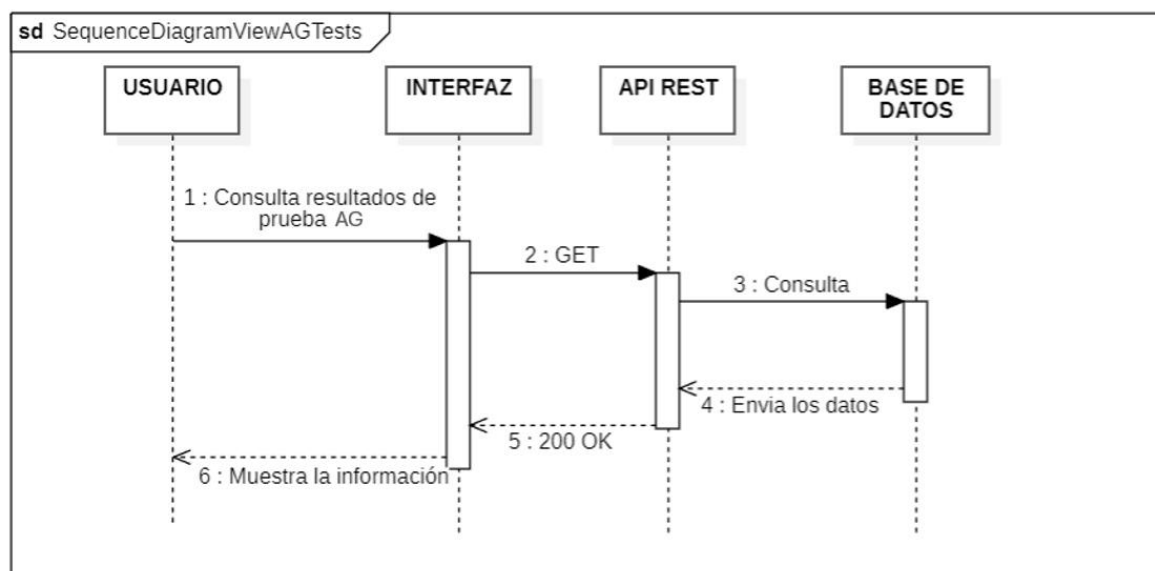
Tabla 14 Descripción del diagrama de secuencia autenticación

Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario ingresa sus credenciales (usuario y contraseña) en la interfaz de autenticación.	Inicio del proceso de autenticación.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST con las credenciales del usuario.	La solicitud se envía en formato POST.
3	API REST -> Base de datos	El API REST consulta a la base de datos para verificar si existe un usuario con las credenciales proporcionadas.	La base de datos busca una coincidencia exacta.

4	Base de datos -> API REST	La base de datos devuelve un resultado indicando si se encontró una coincidencia.	El resultado puede ser un booleano (verdadero/falso) o un objeto con los datos del usuario.
5	API REST -> Interfaz	El API REST devuelve una respuesta a la interfaz, indicando el resultado de la autenticación.	La respuesta puede ser un código de estado HTTP (por ejemplo, 200 para éxito, 401 para autorización no autorizada).
6	Interfaz -> Usuario	La interfaz muestra un mensaje al usuario indicando si la autenticación fue exitosa o no.	Si la autenticación es exitosa, se permite el acceso al sistema; de lo contrario, se muestra un mensaje de error.

Visualizar prueba AG

Figura 19 Diagrama de secuencia visualizar pruebas AG



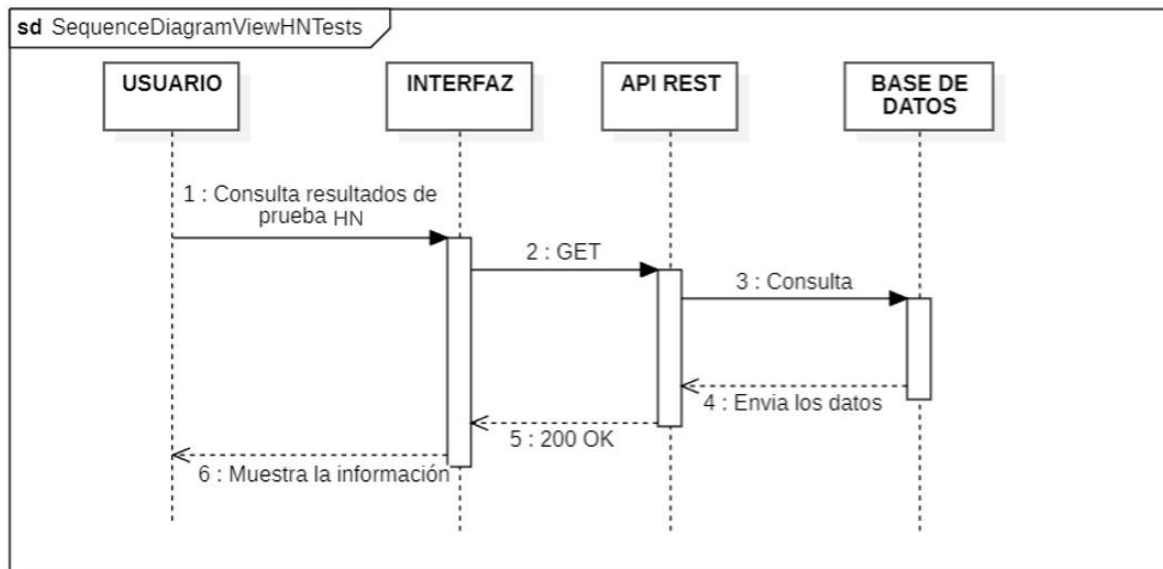
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para visualizar las pruebas de la A hasta la G

Tabla 15 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas AG

Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario solicita visualizar los resultados de una prueba AG específica a través de la interfaz.	El usuario puede hacerlo mediante un botón.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST para obtener los datos de la prueba solicitada.	Esta solicitud generalmente se realiza utilizando el método HTTP GET y puede incluir parámetros como el ID de la prueba o el nombre del usuario.
3	API REST -> Base de datos	El API REST consulta a la base de datos para recuperar los resultados de la prueba especificada.	La base de datos busca los datos correspondientes a la prueba solicitada y los prepara para ser enviados.
4	Base de datos -> API REST	La base de datos devuelve los resultados de la prueba al API REST.	Los resultados pueden estar en formato JSON, XML u otro formato adecuado.
5	API REST -> Interfaz	El API REST envía una respuesta HTTP 200 OK a la interfaz, junto con los datos de la prueba.	Esto indica que la solicitud se ha procesado correctamente y que los datos están incluidos en la respuesta.
6	Interfaz -> Usuario	La interfaz recibe los datos del API REST y los muestra al usuario en un formato legible.	Los resultados pueden presentarse en una tabla, un gráfico o cualquier otra visualización adecuada.

Visualizar prueba HN

Figura 20 Diagrama de secuencia visualizar pruebas HN



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para visualizar las pruebas de la H hasta la N

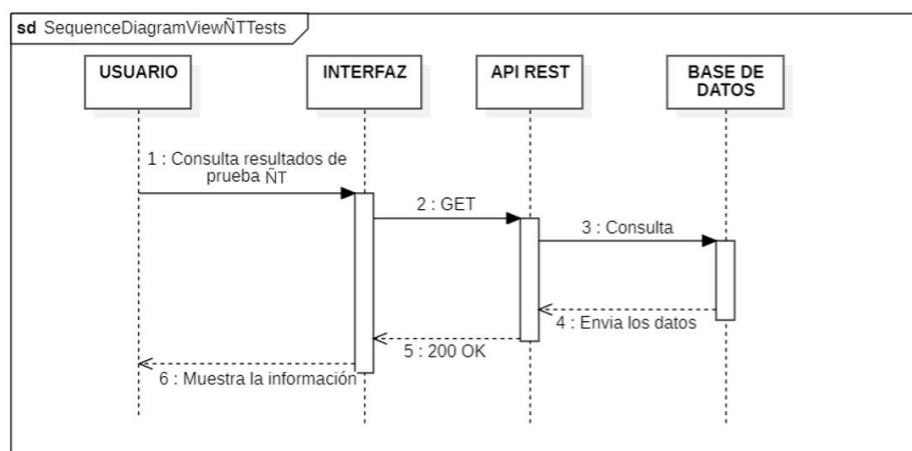
Tabla 16 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas HN

Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario solicita visualizar los resultados de una prueba HN específica a través de la interfaz.	El usuario puede hacerlo mediante un botón.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST para obtener los datos de la prueba solicitada.	Esta solicitud generalmente se realiza utilizando el método HTTP GET y puede incluir parámetros como el ID de la prueba o el nombre del usuario.

3	API REST -> Base de datos	El API REST consulta a la base de datos para recuperar los resultados de la prueba especificada.	La base de datos busca los datos correspondientes a la prueba solicitada y los prepara para ser enviados.
4	Base de datos -> API REST	La base de datos devuelve los resultados de la prueba al API REST.	Los resultados pueden estar en formato JSON, XML u otro formato adecuado.
5	API REST -> Interfaz	El API REST envía una respuesta HTTP 200 OK a la interfaz, junto con los datos de la prueba.	Esto indica que la solicitud se ha procesado correctamente y que los datos están incluidos en la respuesta.
6	Interfaz -> Usuario	La interfaz recibe los datos del API REST y los muestra al usuario en un formato legible.	Los resultados pueden presentarse en una tabla, un gráfico o cualquier otra visualización adecuada.

Visualizar prueba ÑT

Figura 21 Diagrama de secuencia visualizar pruebas ÑT



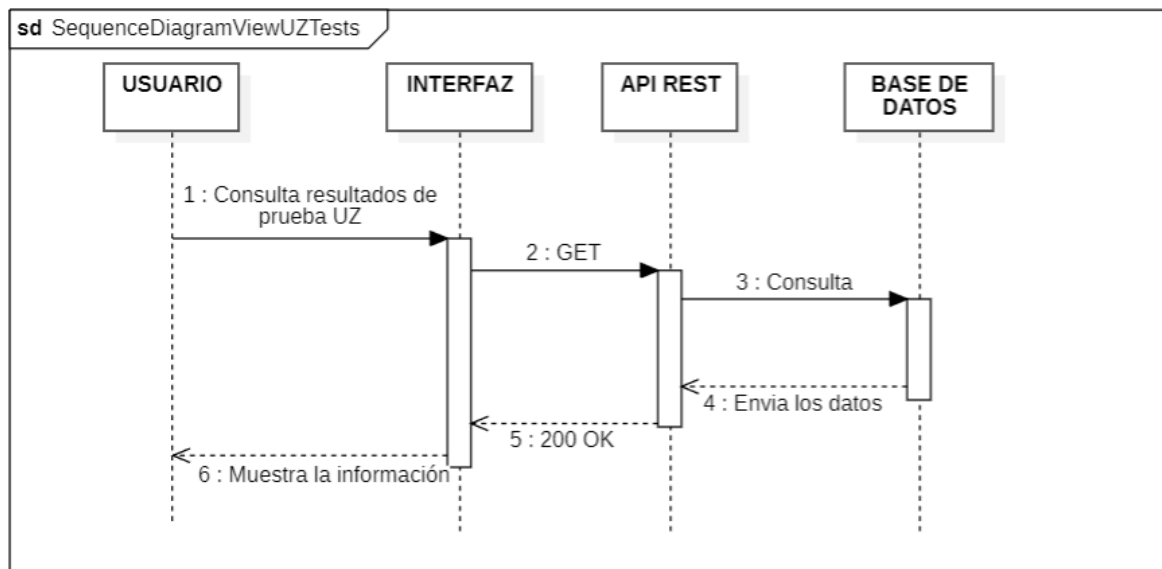
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para visualizar las pruebas de la Ñ hasta la T

Tabla 17 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas ÑT

Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario solicita visualizar los resultados de una prueba ÑT específica a través de la interfaz.	El usuario puede hacerlo mediante un botón.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST para obtener los datos de la prueba solicitada.	Esta solicitud generalmente se realiza utilizando el método HTTP GET y puede incluir parámetros como el ID de la prueba o el nombre del usuario.
3	API REST -> Base de datos	El API REST consulta a la base de datos para recuperar los resultados de la prueba especificada.	La base de datos busca los datos correspondientes a la prueba solicitada y los prepara para ser enviados.
4	Base de datos -> API REST	La base de datos devuelve los resultados de la prueba al API REST.	Los resultados pueden estar en formato JSON, XML u otro formato adecuado.
5	API REST -> Interfaz	El API REST envía una respuesta HTTP 200 OK a la interfaz, junto con los datos de la prueba.	Esto indica que la solicitud se ha procesado correctamente y que los datos están incluidos en la respuesta.
6	Interfaz -> Usuario	La interfaz recibe los datos del API REST y los muestra al usuario en un formato legible.	Los resultados pueden presentarse en una tabla, un gráfico o cualquier otra visualización adecuada.

Visualizar prueba UZ

Figura 22 Diagrama de secuencia visualizar pruebas UZ



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para visualizar las pruebas de la U hasta la Z

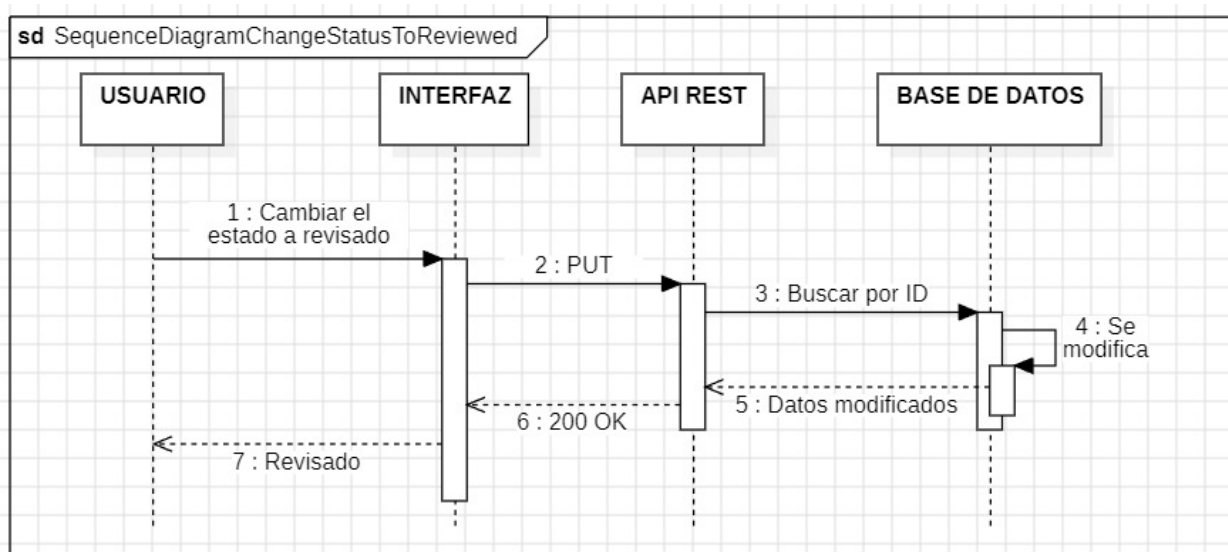
Tabla 18 Descripción del diagrama de secuencia visualizar pruebas UZ

Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario solicita visualizar los resultados de una prueba UZ específica a través de la interfaz.	El usuario puede hacerlo mediante un botón.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST para obtener los datos de la prueba solicitada.	Esta solicitud generalmente se realiza utilizando el método HTTP GET y puede incluir parámetros como el ID de la prueba o el nombre del usuario.
3	API REST -> Base de datos	El API REST consulta a la base de datos para recuperar los resultados de la prueba especificada.	La base de datos busca los datos correspondientes a la prueba solicitada y los prepara para ser enviados.

4	Base de datos -> API REST	La base de datos devuelve los resultados de la prueba al API REST.	Los resultados pueden estar en formato JSON, XML u otro formato adecuado.
5	API REST -> Interfaz	El API REST envía una respuesta HTTP 200 OK a la interfaz, junto con los datos de la prueba.	Esto indica que la solicitud se ha procesado correctamente y que los datos están incluidos en la respuesta.
6	Interfaz -> Usuario	La interfaz recibe los datos del API REST y los muestra al usuario en un formato legible.	Los resultados pueden presentarse en una tabla, un gráfico o cualquier otra visualización adecuada.

Cambiar estado ha revisado

Figura 23 Diagrama de secuencia cambiar estado ha revisado.



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para cambiar el estado ha revisado

Tabla 19 Descripción del diagrama de secuencia cambio de estado ha revisado

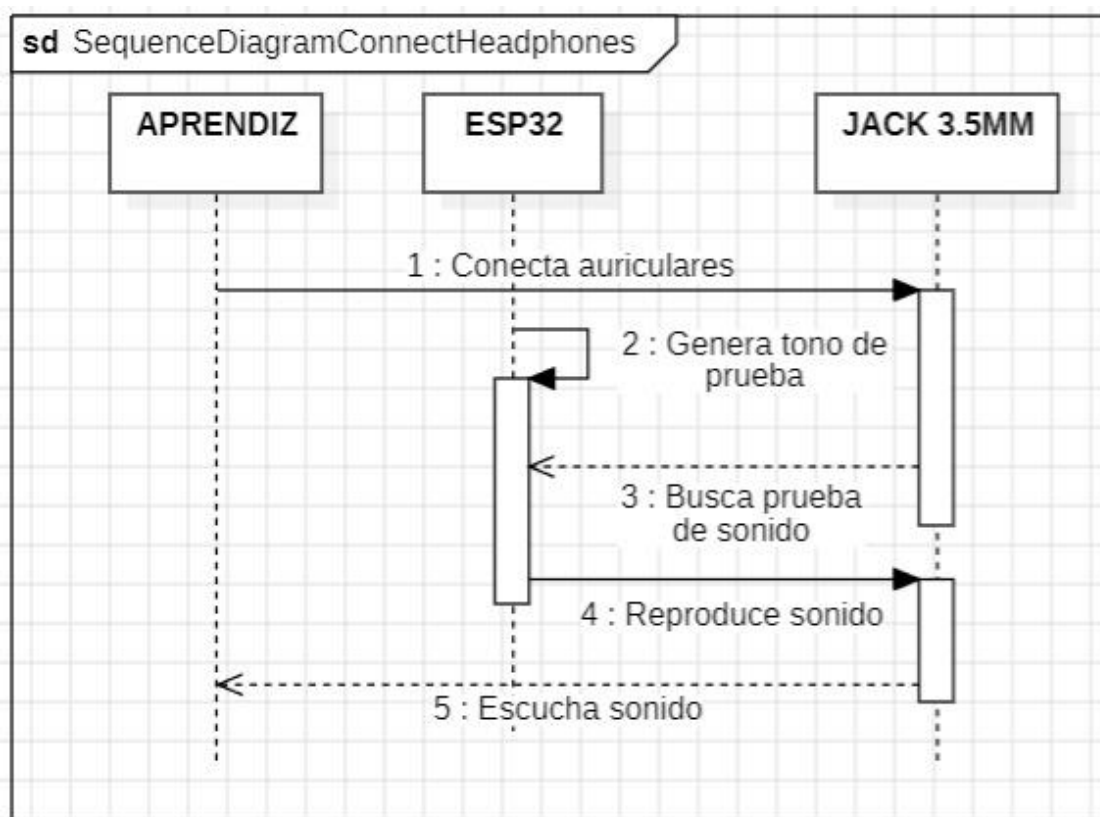
Paso	Interacción	Descripción	Observaciones
1	Usuario -> Interfaz	El usuario indica su intención de cambiar el estado de un elemento específico a "revisado" a través de la interfaz.	Esto puede realizarse mediante un botón, un menú contextual o cualquier otro mecanismo de interacción proporcionado por la interfaz.
2	Interfaz -> API REST	La interfaz envía una solicitud al API REST para actualizar la información del elemento.	Esta solicitud se realiza utilizando el método HTTP PUT, el cual es el método estándar para actualizar recursos existentes en un servidor.
3	API REST -> Base de Datos	El API REST recibe la solicitud y busca en la base de datos el elemento que se desea modificar, utilizando un identificador único (ID) para localizarlo.	El ID del elemento a actualizar suele ser enviado como parte de los datos de la solicitud.
4	Base de Datos -> Base de Datos	La base de datos actualiza el campo de estado del elemento encontrado para reflejar el nuevo valor "revisado".	Este proceso implica modificar el registro correspondiente en la base de datos.
5	Base de Datos -> API REST	La base de datos confirma a la API REST que la actualización se ha realizado correctamente.	Esta confirmación puede ser un mensaje simple indicando el éxito de la operación o un código de estado HTTP.
6	API REST -> Interfaz	El API REST envía una respuesta HTTP 200 OK a la interfaz, indicando que la solicitud se ha procesado exitosamente.	Esto confirma a la interfaz que el cambio de estado se ha realizado con éxito.

7	Interfaz -> Usuario	La interfaz actualiza su estado visual para reflejar el cambio de estado del elemento, mostrando al usuario que la acción se ha completado.	Por ejemplo, se puede cambiar el color de un icono o mostrar un mensaje de confirmación.
---	------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

Conecta auriculares

Figura

Figura 24 Diagrama de secuencia conectar auriculares.



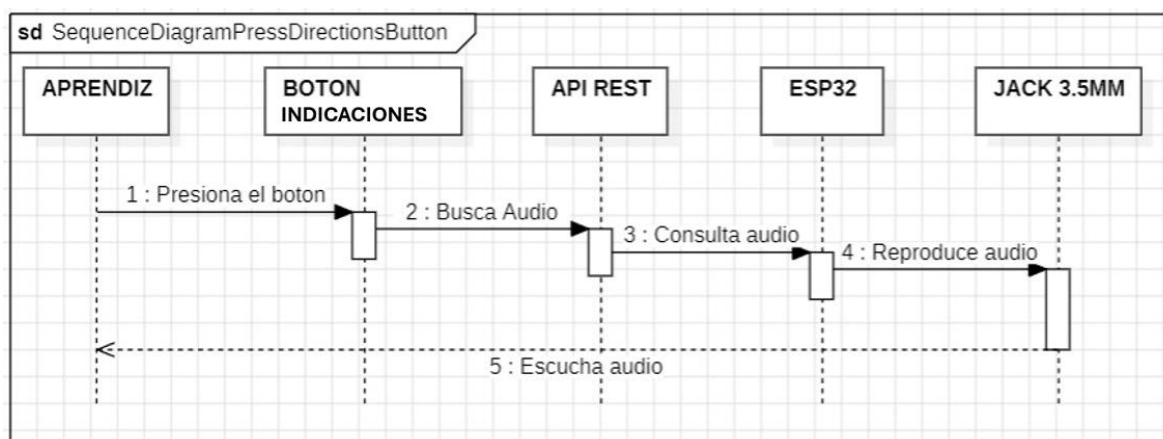
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para conectar los auriculares.

Tabla 20 Descripción del diagrama de secuencia conectar auriculares.

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Conecta auriculares	El usuario realiza la conexión física de los auriculares al ESP32.
2	ESP32	Genera tono de prueba	El ESP32 inicia un proceso interno para crear una señal de audio correspondiente al tono de prueba.
3	ESP32	Busca prueba de sonido	El ESP32 localiza el archivo o la función que contiene la información del tono de prueba.
4	ESP32	Reproduce sonido	El ESP32 envía la señal de audio al conector de 3.5 mm.
5	Aprendiz	Escucha sonido	El aprendiz percibe el sonido a través de los auriculares, verificando la conexión.

Oprime botón de indicaciones

Figura 25 Diagrama de secuencia oprime botón de indicaciones



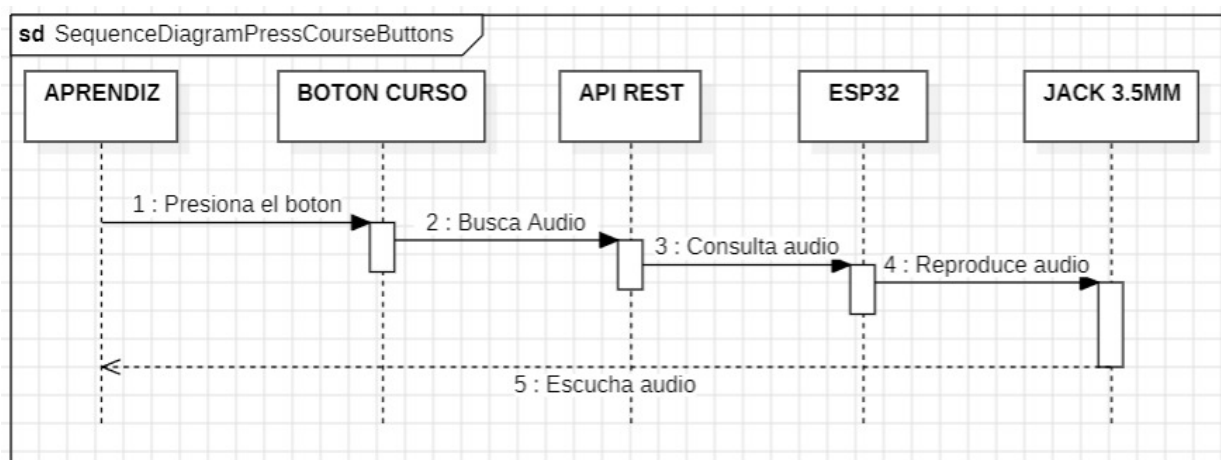
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para oprimir el botón de las indicaciones del tablero

Tabla 21 Descripción del diagrama de secuencia oprime botón de indicaciones

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón	El usuario inicia la interacción con el sistema.
2	Botón	Busca Audio indicaciones	El botón envía una señal o consulta al sistema para solicitar el audio.
3	API REST/ESP32	Consulta audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente en la base de datos o almacenamiento local.
4	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 procesa el archivo de audio y lo envía al conector de 3.5 mm.
5	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio a través de los auriculares o altavoces.

Oprime botones de cursos

Figura 26 Diagrama de secuencia oprime botones de cursos



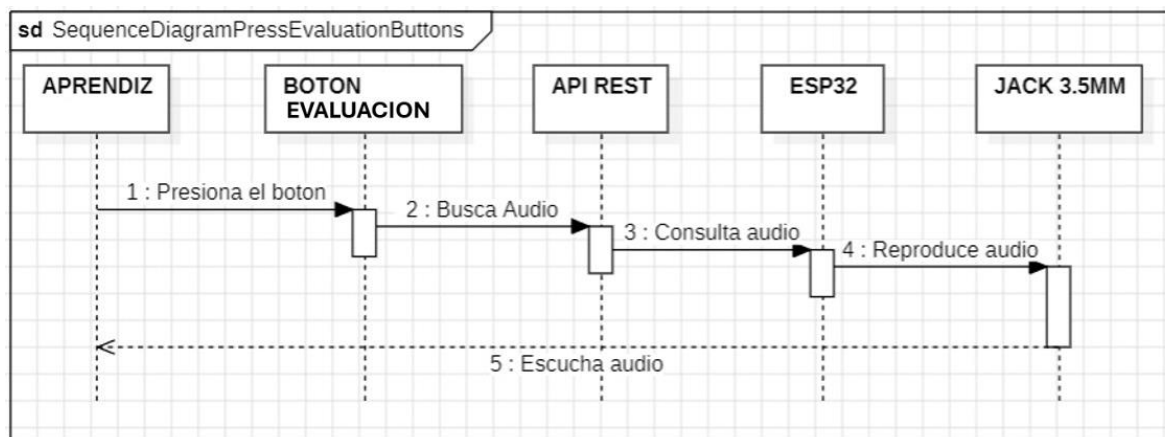
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para oprimir los botones de los cursos

Tabla 22 Descripción del diagrama de secuencia oprime botones de cursos

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón	El usuario inicia la interacción con el sistema.
2	Botón curso	Busca Audio	El botón envía una señal o consulta al sistema para solicitar el audio.
3	API REST/ESP32	Consulta audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente en la base de datos o almacenamiento local.
4	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 procesa el archivo de audio y lo envía al conector de 3.5 mm.
5	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio a través de los auriculares o altavoces.

Oprime botones de evaluaciones

Figura 27 Diagrama de secuencia oprime botones de evaluaciones



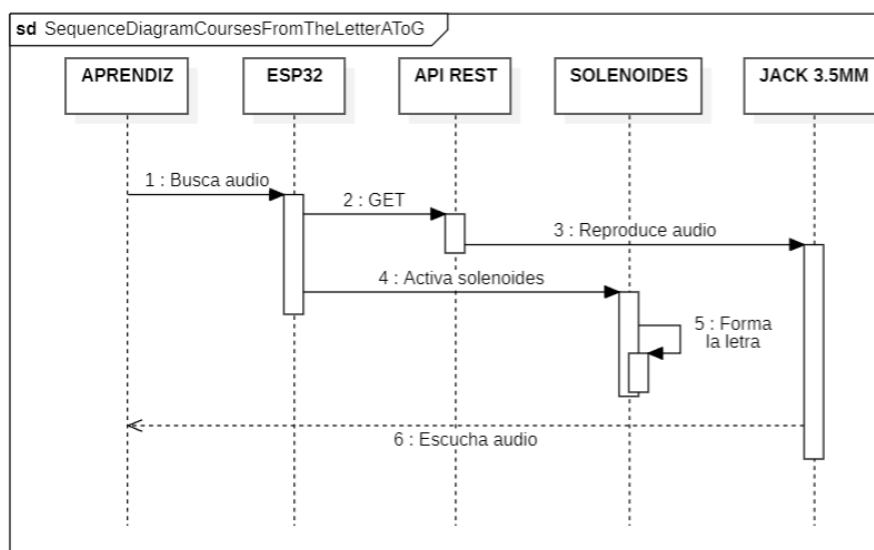
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para oprimir los botones de las evaluaciones

Tabla 23 Descripción del diagrama de secuencia oprime botones de evaluaciones

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón	El usuario inicia la interacción con el sistema.
2	Botón	Busca Audio evaluaciones	El botón envía una señal o consulta al sistema para solicitar el audio.
3	API REST/ESP32	Consulta audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente en la base de datos o almacenamiento local.
4	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 procesa el archivo de audio y lo envía al conector de 3.5 mm.
5	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio a través de los auriculares o altavoces.

Cursos de la letra A hasta la G

Figura 28 Diagrama de secuencia cursos de la letra A hasta la G



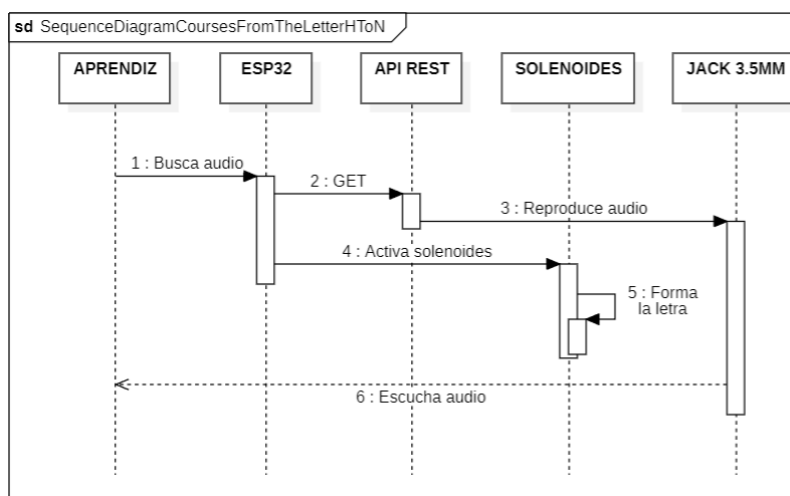
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer el curso de la letra A hasta la letra G

Tabla 24 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra A hasta la G

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Cursos de la letra H hasta la N

Figura 29 Diagrama de secuencia cursos de la letra H hasta la N



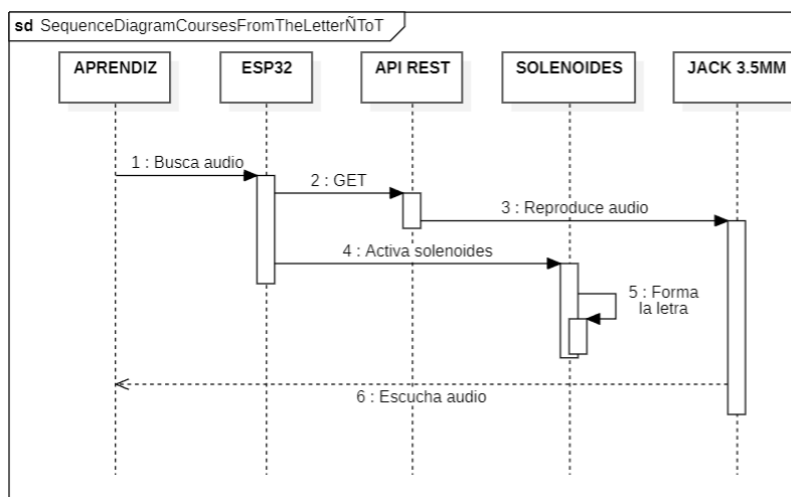
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer el curso de la letra H hasta la letra N

Tabla 25 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra H hasta la N

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Cursos de la letra Ñ hasta la T

Figura 30 Diagrama de secuencia cursos de la letra Ñ hasta la T



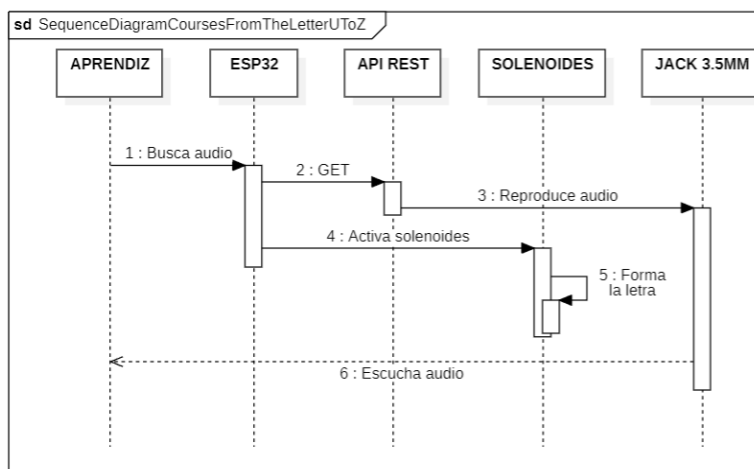
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer el curso de la letra Ñ hasta la letra T

Tabla 26 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra Ñ hasta la T

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Cursos de la letra U hasta la Z

Figura 31 Diagrama de secuencia cursos de la letra U hasta la Z



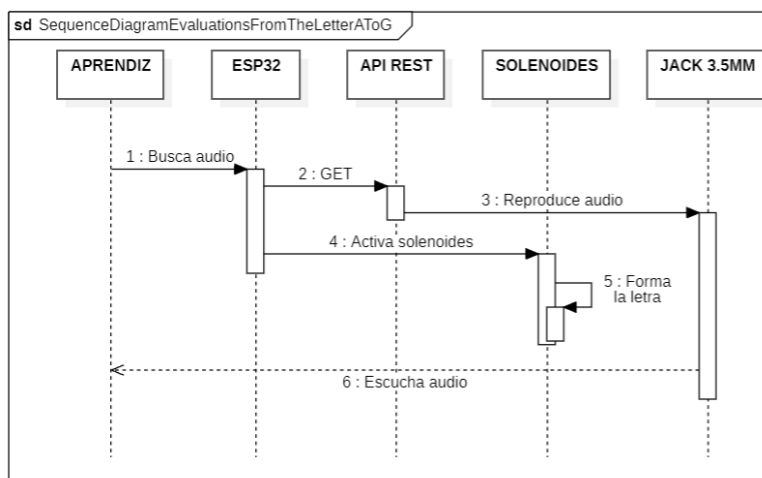
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer el curso de la letra U hasta la letra Z

Tabla 27 Descripción del diagrama de secuencia cursos de la letra U hasta la Z

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Evaluaciones de la letra A hasta la G

Figura 32 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra A hasta la G



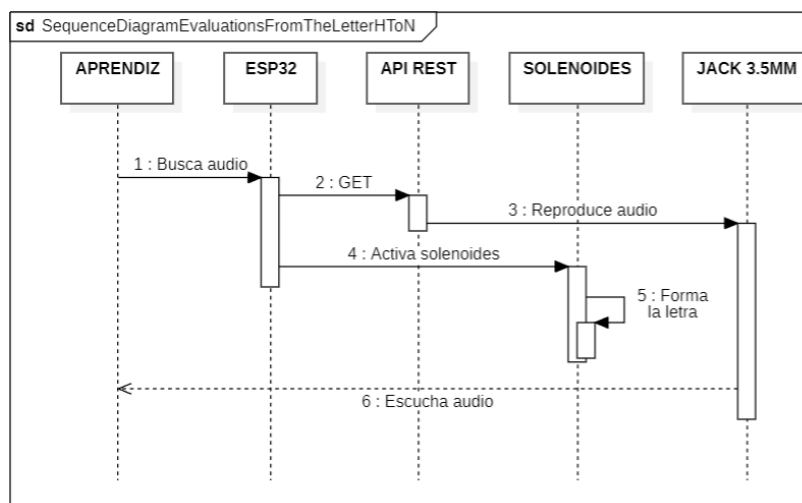
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer la evaluación de la letra A hasta la letra G

Tabla 28 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra A hasta la G

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Evaluaciones de la letra H hasta la N

Figura 33 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra H hasta la N



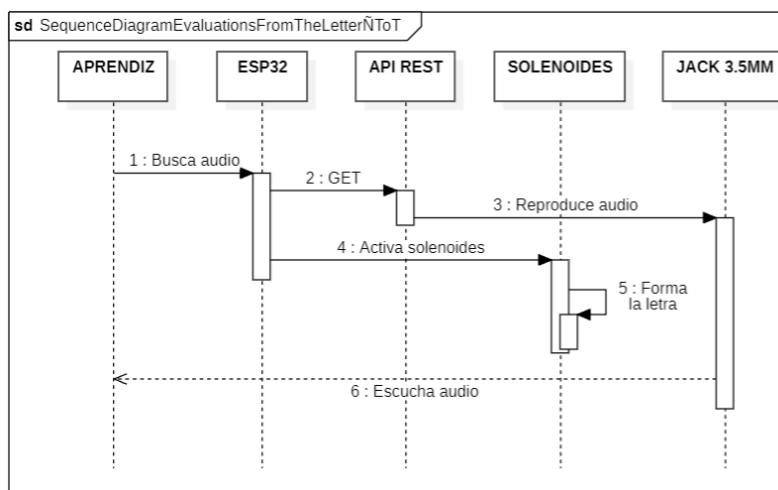
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer la evaluación de la letra H hasta la letra N

Tabla 29 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra H hasta la N

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Evaluaciones de la letra N hasta la T

Figura 34 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra Ñ hasta la T



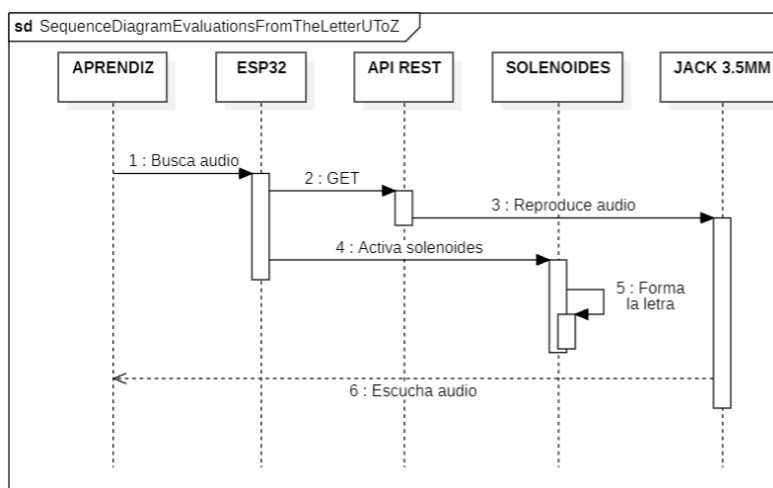
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer la evaluación de la letra Ñ hasta la letra T

Tabla 30 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra Ñ hasta la T

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Evaluaciones de la letra U hasta la Z

Figura 35 Diagrama de secuencia evaluaciones de la letra U hasta la Z



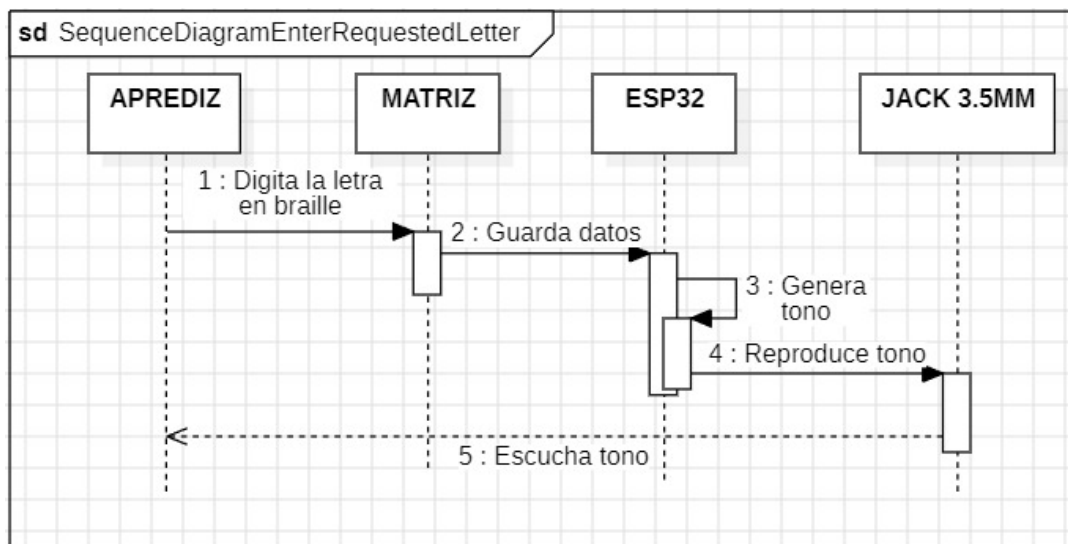
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para hacer la evaluación de la letra U hasta la letra Z

Tabla 31 Descripción del diagrama de secuencia evaluaciones de la letra U hasta la Z

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Busca audio	El usuario inicia la solicitud de un audio específico.
2	ESP32	GET	El ESP32 envía una petición HTTP GET al API REST para obtener los datos necesarios.
3	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 inicia la reproducción del audio correspondiente.
4	ESP32	Activa solenoides	El ESP32 envía señales a los solenoides para activarlos en una secuencia específica.
5	Solenoides	Forma la letra	Los solenoides se activan y mueven componentes físicos para formar la letra.
6	Aprendiz	Escucha audio	El usuario percibe el audio y observa la formación de la letra.

Digita letra solicitada

Figura 36 Diagrama de secuencia digita letra solicitada



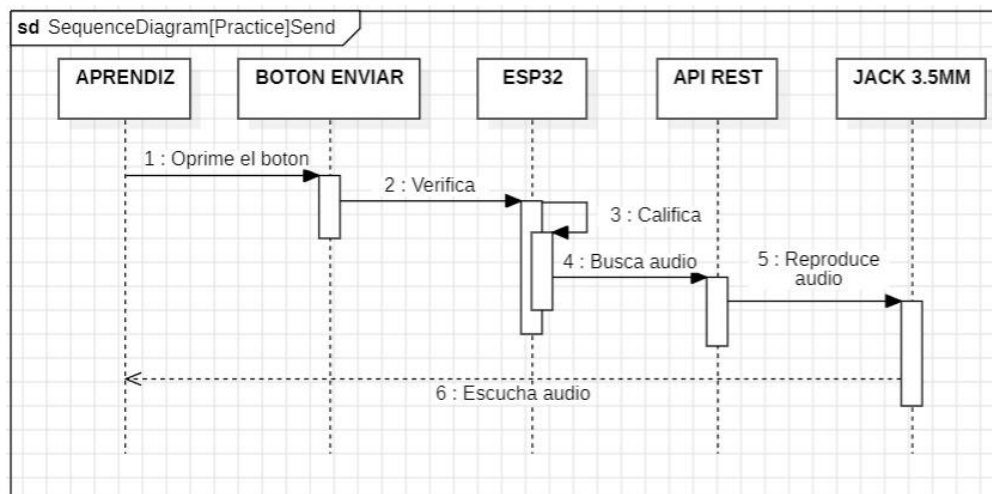
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para digitar la letra solicitada

Tabla 32 Descripción del diagrama de secuencia digita la letra solicitada

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Digita la letra en Braille	El aprendiz introduce una letra utilizando el sistema Braille en la matriz.
2	Matriz	Guarda datos	La matriz captura la entrada del aprendiz y almacena los datos correspondientes a la letra ingresada.
3	ESP32	Genera tono	El ESP32, al recibir los datos de la matriz, genera un tono de audio específico para la letra ingresada.
4	ESP32	Reproduce tono	El ESP32 envía la señal de audio al conector de 3.5 mm para que sea reproducida.
5	Aprendiz	Escucha tono	El aprendiz percibe el tono de audio a través de un dispositivo conectado al conector de 3.5 mm, como auriculares.

[Practica] Enviar

Figura 37 Diagrama de secuencia [Practica] Enviar



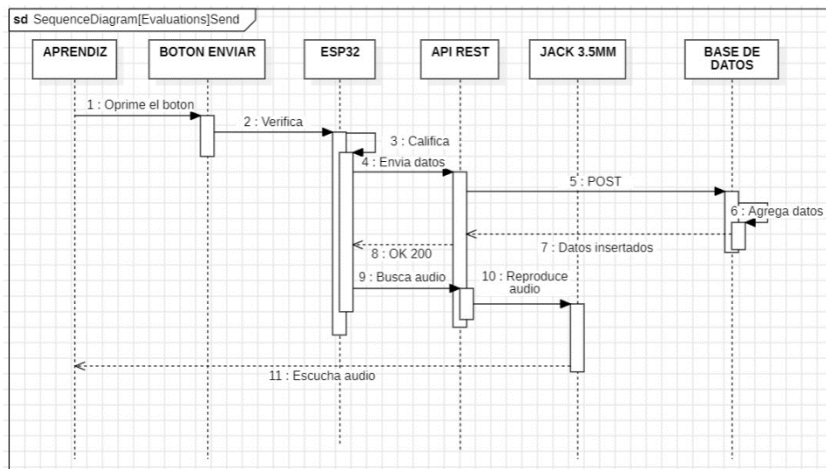
Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para enviar la practica

Tabla 33 Descripción del diagrama de secuencia [Practica] Enviar

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Oprime el botón enviar	El aprendiz inicia la interacción presionando el botón enviar.
2	Botón Enviar	Verifica	El botón envía una señal o consulta a otro componente para verificar la acción. (La naturaleza exacta de esta verificación no está especificada en el diagrama).
3	ESP32	Califica	El ESP32 recibe la señal y realiza una acción de "calificación". Esto podría implicar verificar si se cumplen ciertas condiciones o asignar un valor a la acción.
4	ESP32	Busca audio	El ESP32 busca el archivo de audio correspondiente a la acción realizada.
5	API REST	Reproduce audio	El ESP32 envía una solicitud al API REST para que reproduzca el audio. El API REST se encarga de la reproducción del audio, posiblemente a través de un dispositivo de salida conectado.
6	Aprendiz	Escucha audio	El aprendiz percibe el audio reproducido, lo que confirma que la acción se ha completado.

[Evaluación] Enviar

Figura 38 Diagrama de secuencia [Evaluación] Enviar



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para enviar la evaluación.

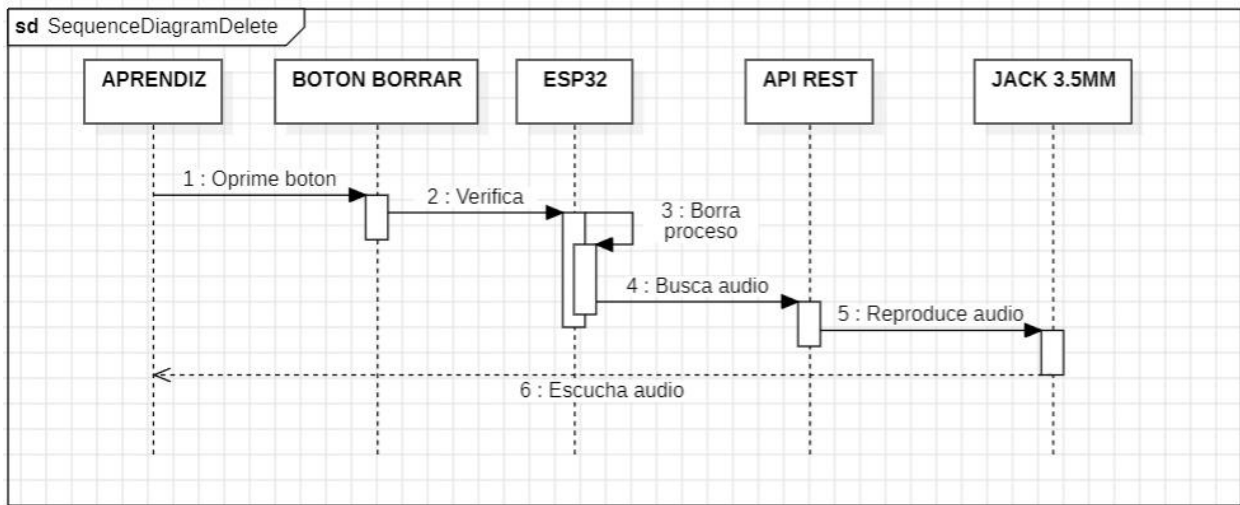
Tabla 34 Descripción del diagrama de secuencia [Evaluación] Enviar

Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Oprime el botón	El aprendiz inicia la interacción presionando el botón.
2	Botón Enviar	Verifica	El botón envía una señal o consulta a otro componente para verificar la acción.
3	ESP32	Califica	El ESP32 realiza una evaluación o calificación de la acción.
4	ESP32	Envía datos	El ESP32 envía los datos de la evaluación al API REST.
5	API REST	POST	El API REST realiza una solicitud HTTP POST a la base de datos para almacenar los datos.
6	Base de Datos	Agrega datos	La base de datos recibe los datos y los almacena.
7	Base de Datos	Datos insertados	La base de datos confirma que los datos han sido insertados correctamente.

8	API REST	OK 200	El API REST envía una respuesta HTTP 200 (OK) al ESP32 para confirmar el éxito de la operación.
9	ESP32	Busca audio	El ESP32 busca el archivo de audio correspondiente a la respuesta.
10	ESP32	Reproduce audio	El ESP32 reproduce el audio.
11	Aprendiz	Escucha audio	El aprendiz percibe el audio reproducido.

Borrar

Figura 39 Diagrama de secuencia Borrar



Nota: Esta figura representa la secuencia de acciones necesarias para Borrar el proceso.

Tabla 35 Descripción del diagrama de secuencia *Borrar*

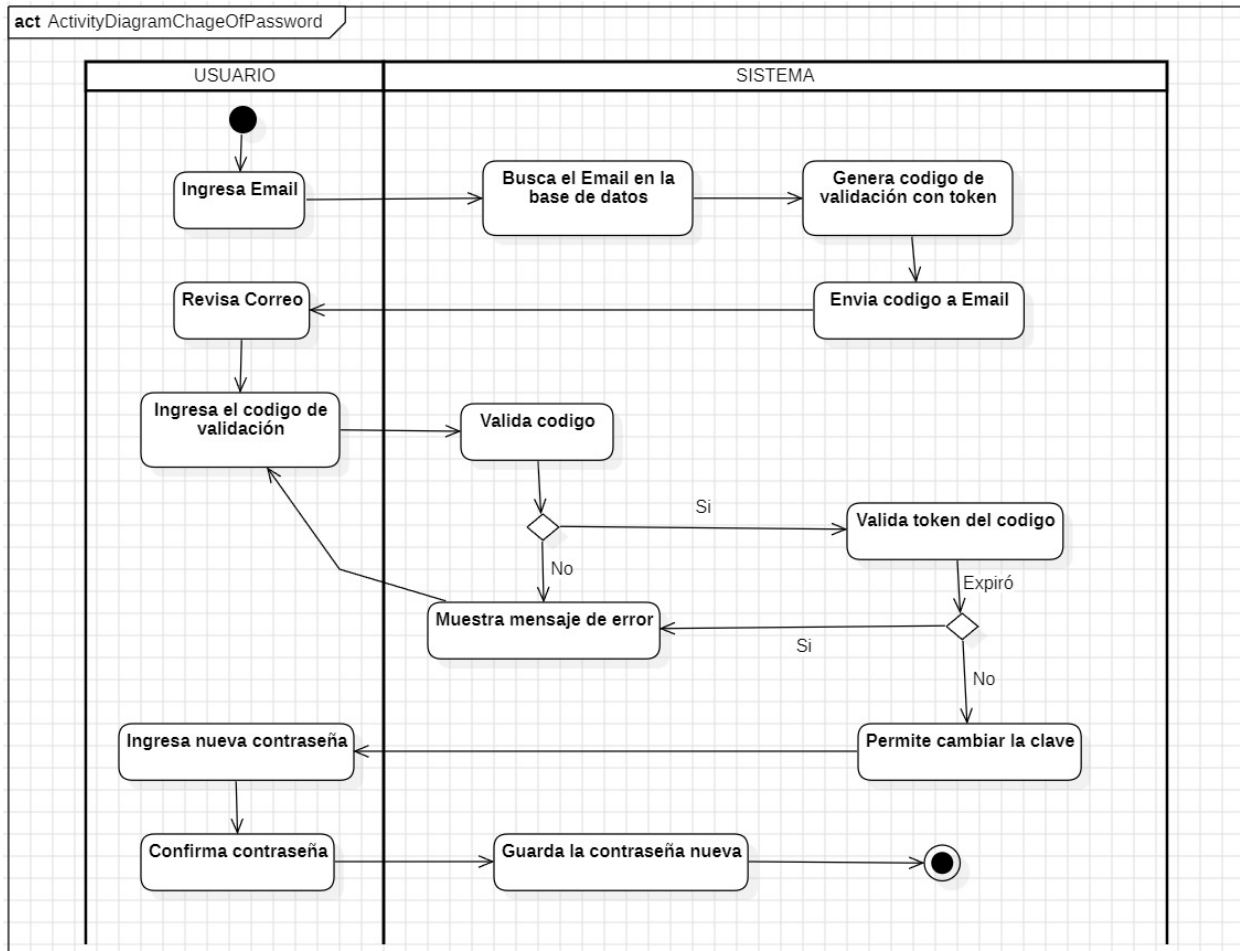
Paso	Actor	Acción	Descripción
1	Aprendiz	Oprime botón	El aprendiz inicia la interacción presionando el botón.
2	Botón Borrar	Verifica	El botón envía una señal o consulta a otro componente para verificar la acción de borrar.
3	ESP32	Borra proceso	El ESP32 recibe la señal y realiza la acción de borrar el proceso o dato especificado.
4	ESP32	Busca audio	Una vez completada la acción de borrado, el ESP32 busca el archivo de audio correspondiente a una confirmación de borrado.
5	API REST	Reproduce audio	El ESP32 envía una solicitud al API REST para que reproduzca el audio de confirmación.
6	Aprendiz	Escucha audio	El aprendiz percibe el audio reproducido, lo que confirma que la acción de borrado se ha completado.

Diagrama de Actividades

Los diagramas de actividad pueden ser relacionados con los diagramas de flujo, pero se diferencian de estos porque permiten representar eventos o actividades concurrentes, es decir, acciones que se ejecutan al mismo tiempo. Estos diagramas permiten que el desarrollador pueda pensar de manera funcional, conociendo la serie de actividades que se deben ejecutar para poder realizar una acción del sistema (Espinosa, 2015).

Cambio de contraseña

Figura 40 Diagrama de actividad cambio de contraseña



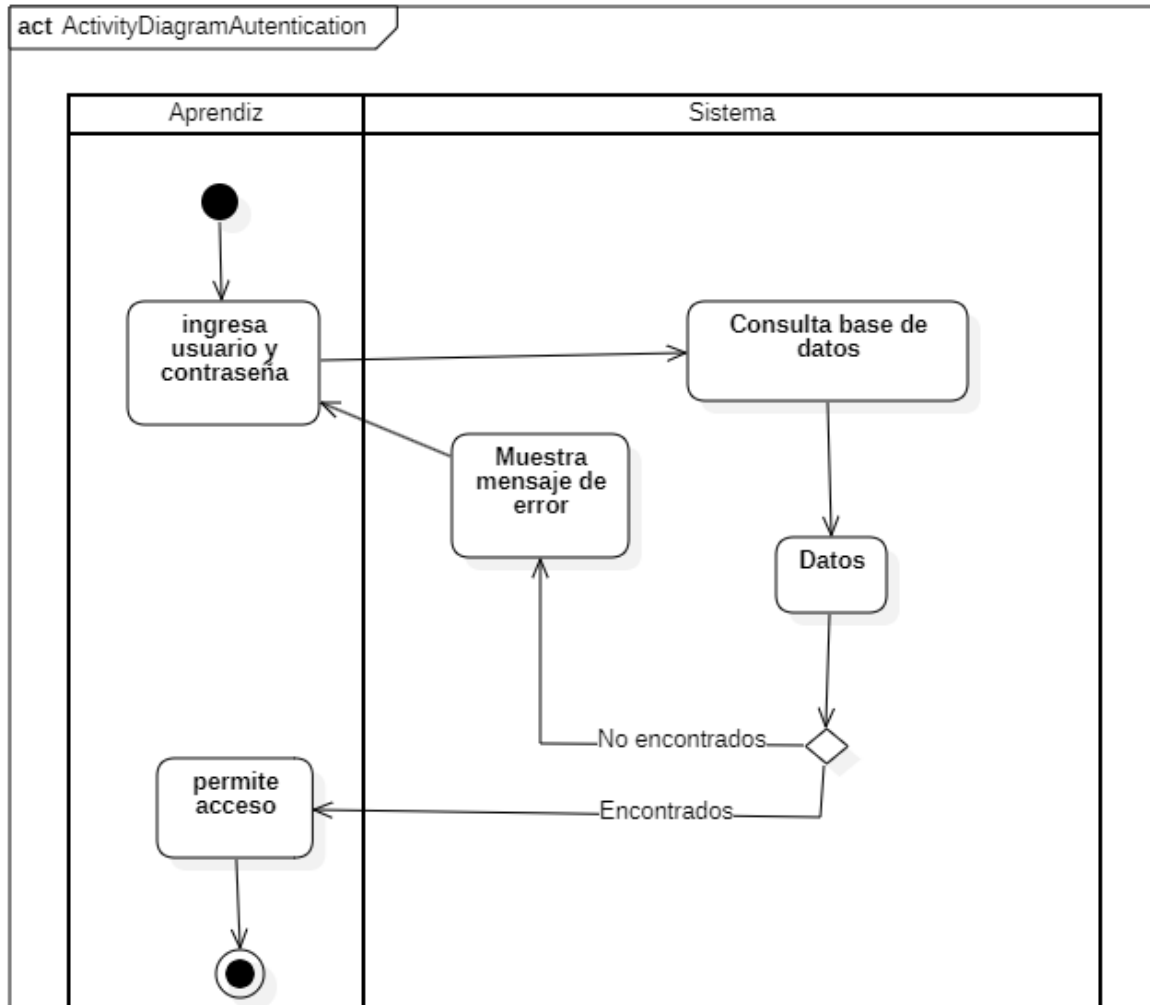
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado cambio de contraseña.

Tabla 36 Descripción del diagrama de actividad cambio de contraseña.

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Ingresar Email	El usuario introduce su dirección de correo electrónico en el sistema.
2	Sistema	Busca el Email en la base de datos	El sistema verifica si el correo electrónico ingresado existe en su base de datos.
3	Sistema	Genera código de validación con token	Si el correo electrónico es válido, el sistema genera un código de validación único y un token asociado.
4	Sistema	Envía código a Email	El código de validación generado se envía al correo electrónico del usuario.
5	Usuario	Revisa Correo	El usuario revisa su correo electrónico para obtener el código de validación.
6	Usuario	Ingresar el código de validación	El usuario ingresa el código de validación recibido en el sistema.
7	Sistema	Valida código	El sistema compara el código ingresado por el usuario con el código almacenado.
8	Sistema	Valida token del código	Si el código es válido, el sistema verifica si el token asociado aún es válido (es decir, si no ha expirado).
9	Sistema (Si el token expiró)	Muestra mensaje de error	Si el token ha expirado, se muestra un mensaje de error al usuario.
10	Sistema (Si el token es válido)	Permite cambiar la clave	Si el token es válido, se permite al usuario ingresar una nueva contraseña.
11	Usuario	Ingresar nueva contraseña	El usuario introduce la nueva contraseña deseada.
12	Usuario	Confirma contraseña	El usuario confirma la nueva contraseña.
13	Sistema	Guarda la contraseña nueva	El sistema almacena la nueva contraseña en la base de datos, reemplazando la anterior.

Autenticación

Figura 41 Diagrama de actividad autenticación.



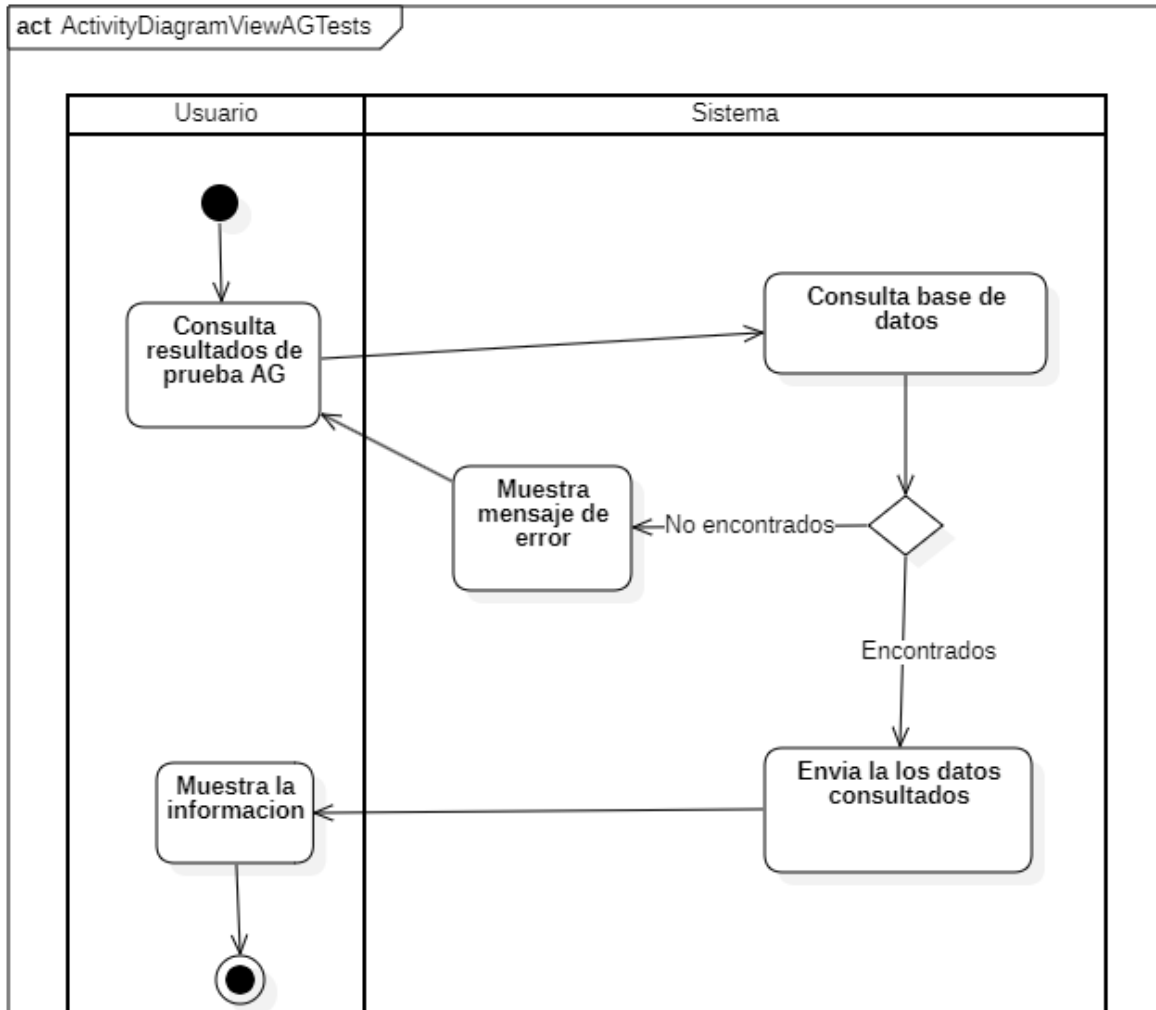
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado inicio de sesión

Tabla 37 Descripción del diagrama de actividad autenticación.

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Ingresa usuario y contraseña	El aprendiz introduce su nombre de usuario y contraseña en el sistema.
2	Sistema	Consulta base de datos	El sistema verifica si las credenciales ingresadas por el aprendiz coinciden con algún registro en la base de datos.
3	Sistema	Decisión: Encontrados/No encontrados	El sistema evalúa si se encontró una coincidencia entre las credenciales ingresadas y los datos almacenados.
4a	Sistema (si no se encuentra)	Muestra mensaje de error	Si no se encuentra una coincidencia, el sistema muestra un mensaje de error al aprendiz, indicando que las credenciales son incorrectas.
4b	Sistema (si se encuentra)	Permite acceso	Si se encuentra una coincidencia, el sistema otorga acceso al aprendiz, permitiéndole continuar con las funcionalidades del sistema.

Visualizar prueba AG

Figura 42 Diagrama de actividad visualizar prueba AG



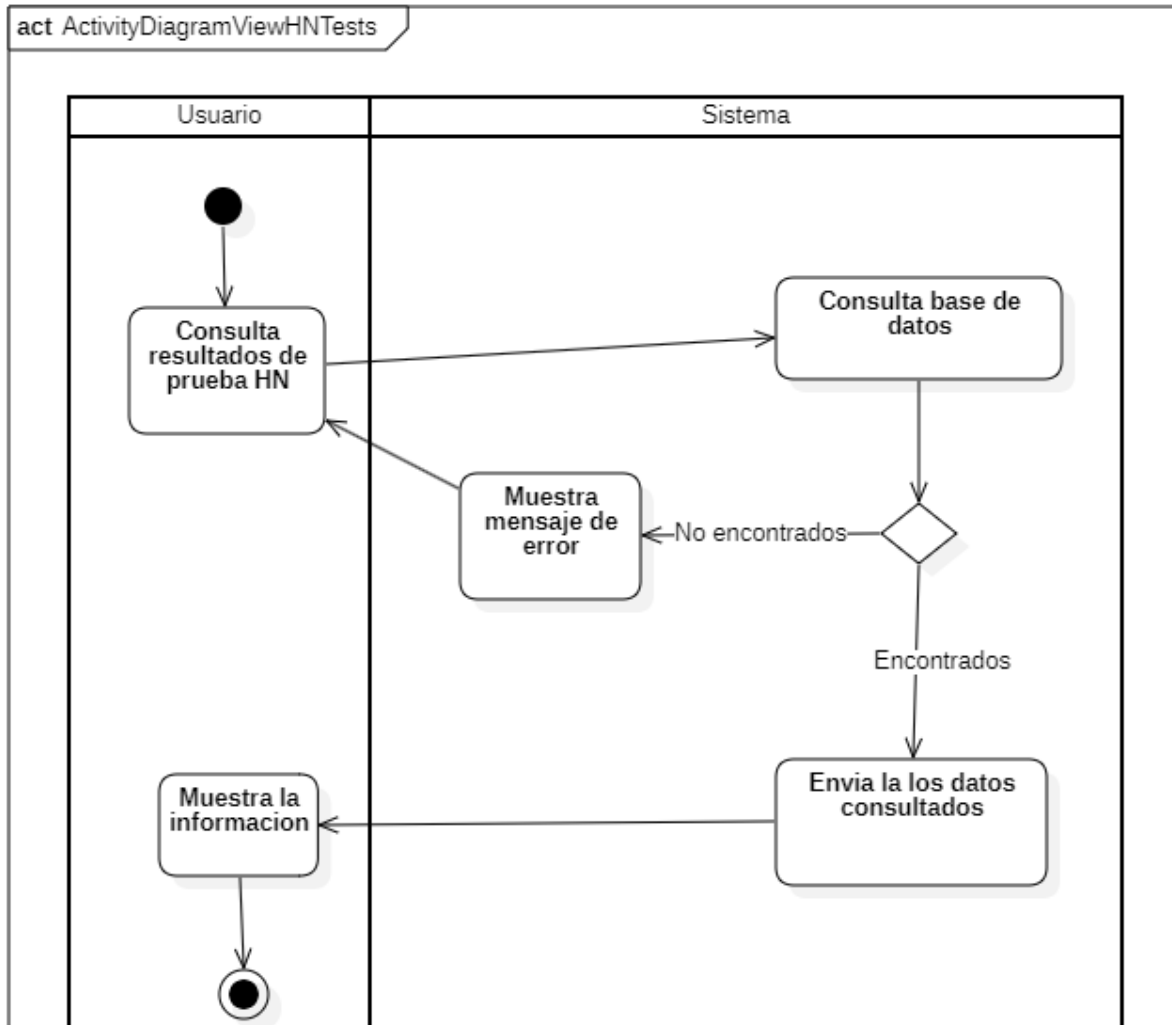
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada visualización de la prueba de la A hasta la G

Tabla 38 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba AG

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Consulta resultados de prueba AG	El usuario inicia la solicitud para ver los resultados de una prueba específica.
2	Sistema	Consulta base de datos	El sistema busca en su base de datos los resultados de la prueba solicitada por el usuario.
3	Sistema	Decisión: Encontrados/No encontrados	El sistema evalúa si se encontró información relacionada con la prueba solicitada.
4a	Sistema (si no se encuentra)	Muestra mensaje de error	Si no se encuentra la información, el sistema muestra un mensaje de error al usuario, indicando que no hay resultados disponibles para esa prueba.
4b	Sistema (si se encuentra)	Envía los datos consultados	Si se encuentra la información, el sistema envía los resultados de la prueba al usuario.
5	Usuario	Muestra la información	El usuario recibe y visualiza los resultados de la prueba.

Visualizar prueba HN

Figura 43 Diagrama de actividad visualizar prueba HN



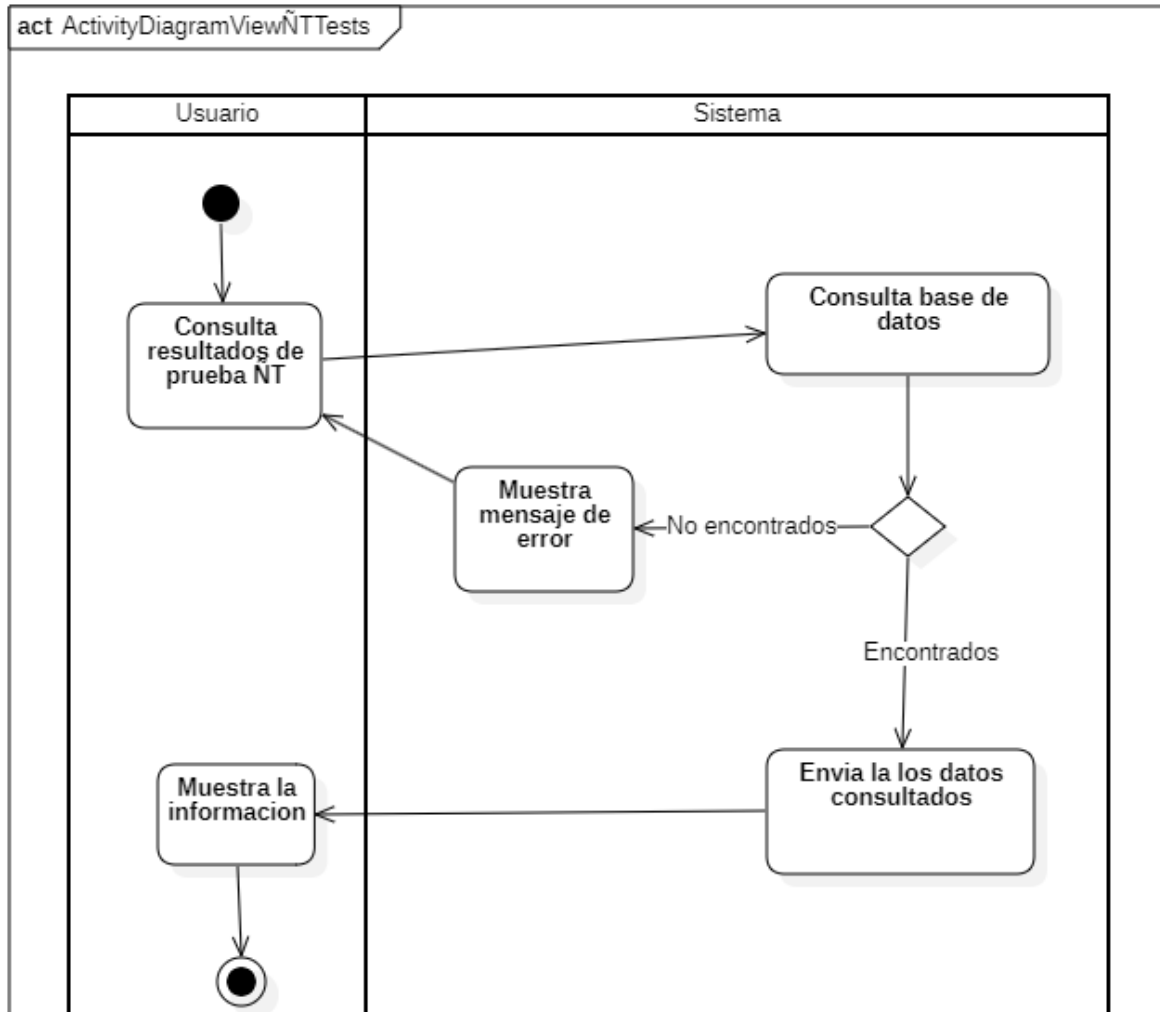
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada visualización de la prueba de la H hasta la N

Tabla 39 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba HN

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Consulta resultados de prueba HN	El usuario inicia la solicitud para ver los resultados de una prueba específica.
2	Sistema	Consulta base de datos	El sistema busca en su base de datos los resultados de la prueba solicitada por el usuario.
3	Sistema	Decisión: Encontrados/No encontrados	El sistema evalúa si se encontró información relacionada con la prueba solicitada.
4a	Sistema (si no se encuentra)	Muestra mensaje de error	Si no se encuentra la información, el sistema muestra un mensaje de error al usuario, indicando que no hay resultados disponibles para esa prueba.
4b	Sistema (si se encuentra)	Envía los datos consultados	Si se encuentra la información, el sistema envía los resultados de la prueba al usuario.
5	Usuario	Muestra la información	El usuario recibe y visualiza los resultados de la prueba.

Visualizar prueba ÑT

Figura 44 Diagrama de actividad visualizar prueba ÑT



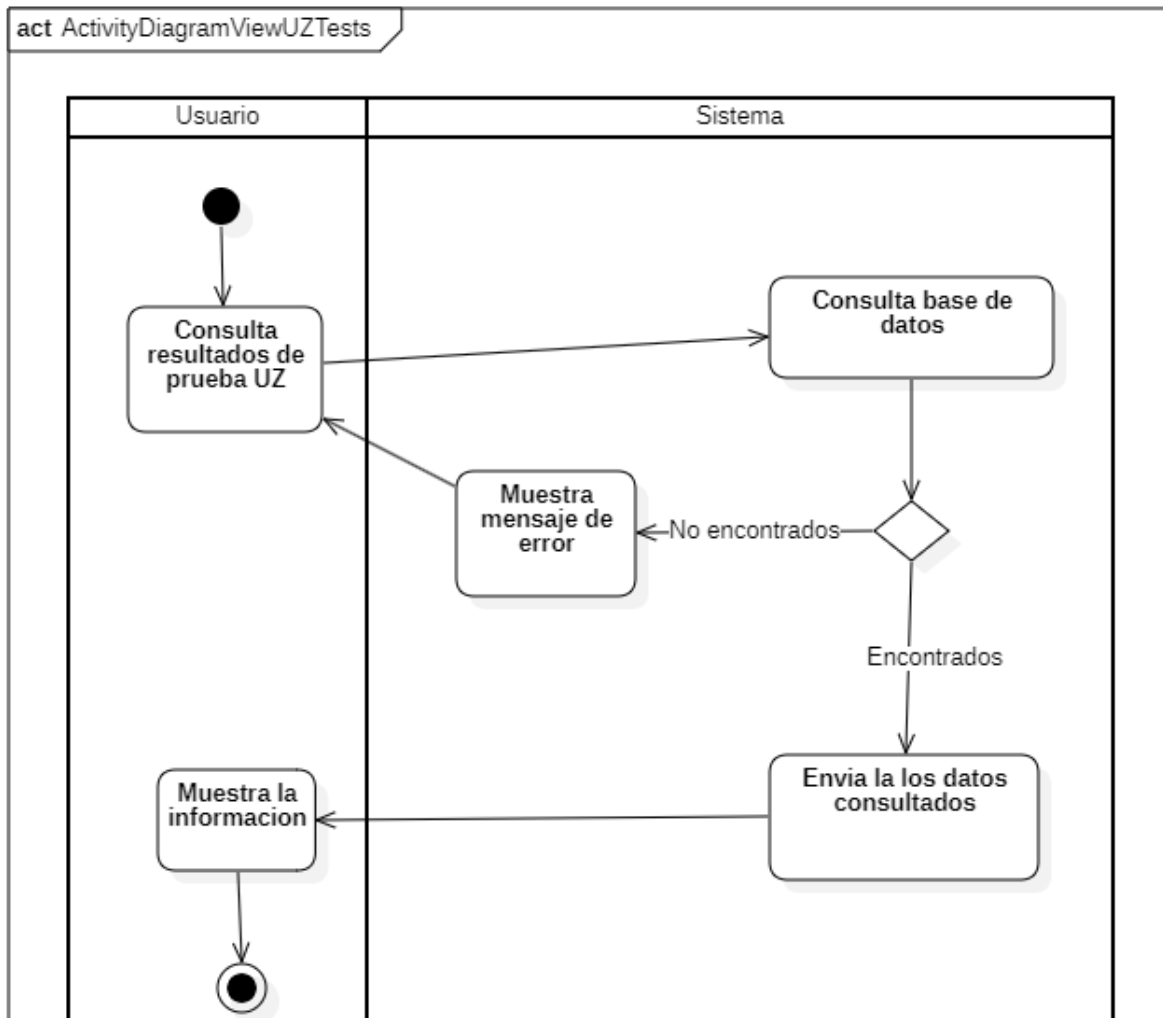
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada visualización de la prueba de la Ñ hasta la T

Tabla 40 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba ÑT

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Consulta resultados de prueba ÑT	El usuario inicia la solicitud para ver los resultados de una prueba específica.
2	Sistema	Consulta base de datos	El sistema busca en su base de datos los resultados de la prueba solicitada por el usuario.
3	Sistema	Decisión: Encontrados/No encontrados	El sistema evalúa si se encontró información relacionada con la prueba solicitada.
4a	Sistema (si no se encuentra)	Muestra mensaje de error	Si no se encuentra la información, el sistema muestra un mensaje de error al usuario, indicando que no hay resultados disponibles para esa prueba.
4b	Sistema (si se encuentra)	Envía los datos consultados	Si se encuentra la información, el sistema envía los resultados de la prueba al usuario.
5	Usuario	Muestra la información	El usuario recibe y visualiza los resultados de la prueba.

Visualizar prueba UZ

Figura 45 Diagrama de actividad visualizar prueba UZ



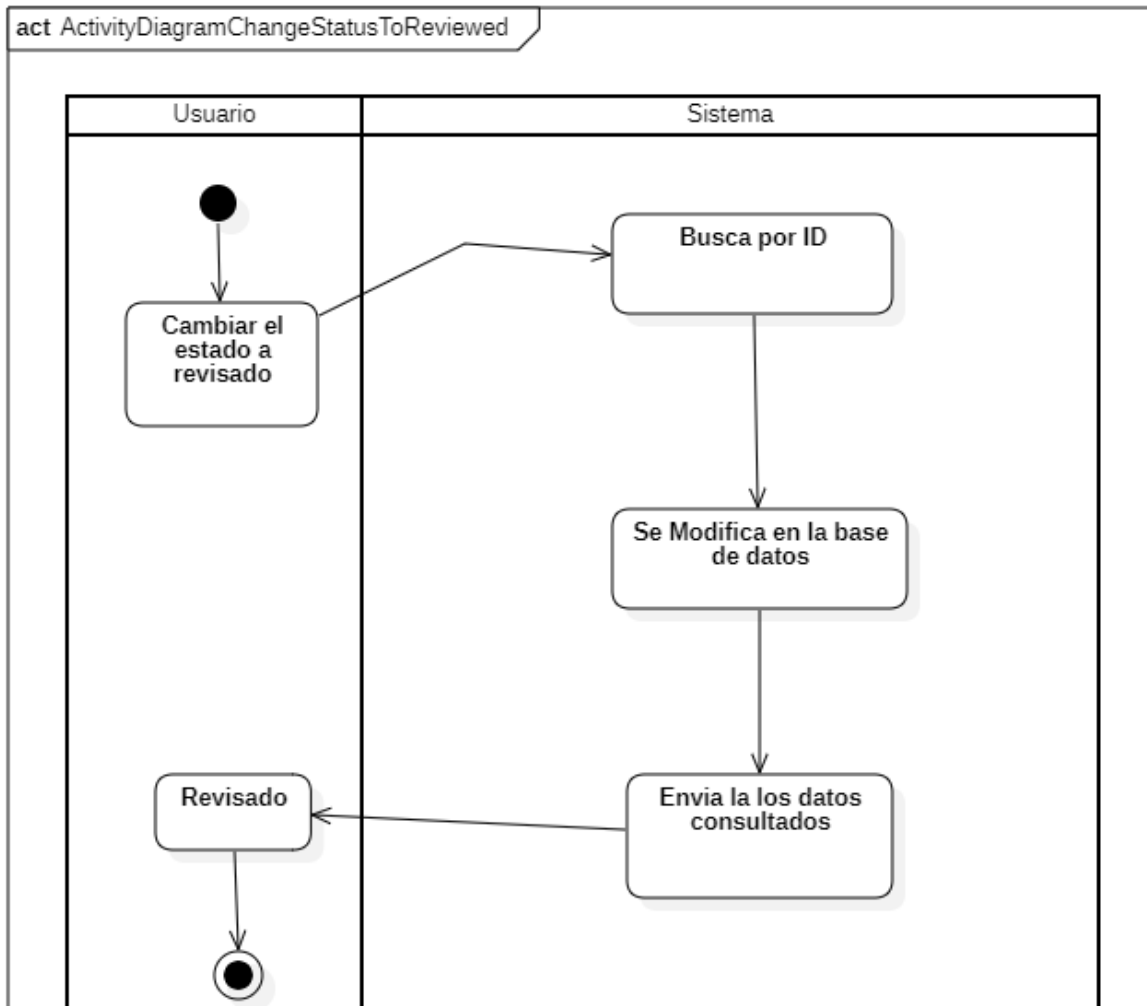
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada visualización de la prueba de la U hasta la Z

Tabla 41 Descripción del diagrama de actividad visualizar prueba UZ

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Consulta resultados de prueba UZ	El usuario inicia la solicitud para ver los resultados de una prueba específica.
2	Sistema	Consulta base de datos	El sistema busca en su base de datos los resultados de la prueba solicitada por el usuario.
3	Sistema	Decisión: Encontrados/No encontrados	El sistema evalúa si se encontró información relacionada con la prueba solicitada.
4a	Sistema (si no se encuentra)	Muestra mensaje de error	Si no se encuentra la información, el sistema muestra un mensaje de error al usuario, indicando que no hay resultados disponibles para esa prueba.
4b	Sistema (si se encuentra)	Envía los datos consultados	Si se encuentra la información, el sistema envía los resultados de la prueba al usuario.
5	Usuario	Muestra la información	El usuario recibe y visualiza los resultados de la prueba.

Cambiar estado ha revisado

Figura 46 Diagrama de actividad cambiar estado ha revisado



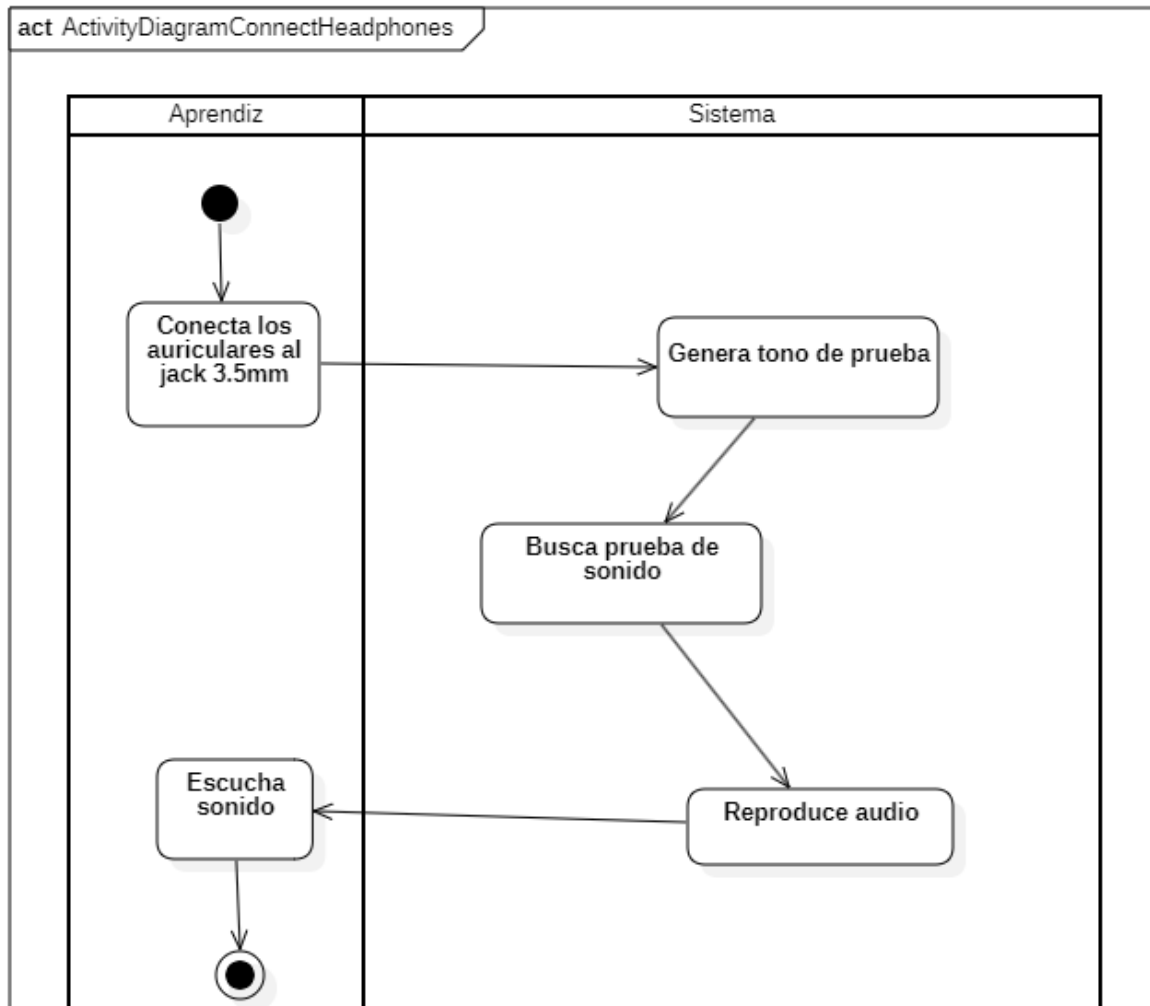
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado cambio de estado ha revisado

Tabla 42 Descripción del diagrama de actividad cambio de estado ha revisado

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Usuario	Cambiar el estado ha revisado	El usuario inicia la solicitud para cambiar el estado de un elemento a "Revisado".
2	Sistema	Busca por ID	El sistema busca en su base de datos el elemento específico cuyo estado se desea cambiar, utilizando un identificador único (ID).
3	Sistema	Se Modifica en la base de datos	Si se encuentra el elemento, el sistema actualiza su estado en la base de datos, cambiando el valor a "Revisado".
4	Sistema	Envía los datos consultados	El sistema envía una confirmación al usuario, indicando que el estado del elemento ha sido actualizado correctamente. Aunque en el diagrama no se muestra explícitamente, se puede inferir que el sistema devuelve los datos actualizados del elemento para que el usuario pueda verificar el cambio.
5	Usuario	Revisado	El usuario recibe la confirmación y considera que el elemento ha sido marcado como "Revisado".

Conecta auriculares

Figura 47 Diagrama de actividad conectar auriculares



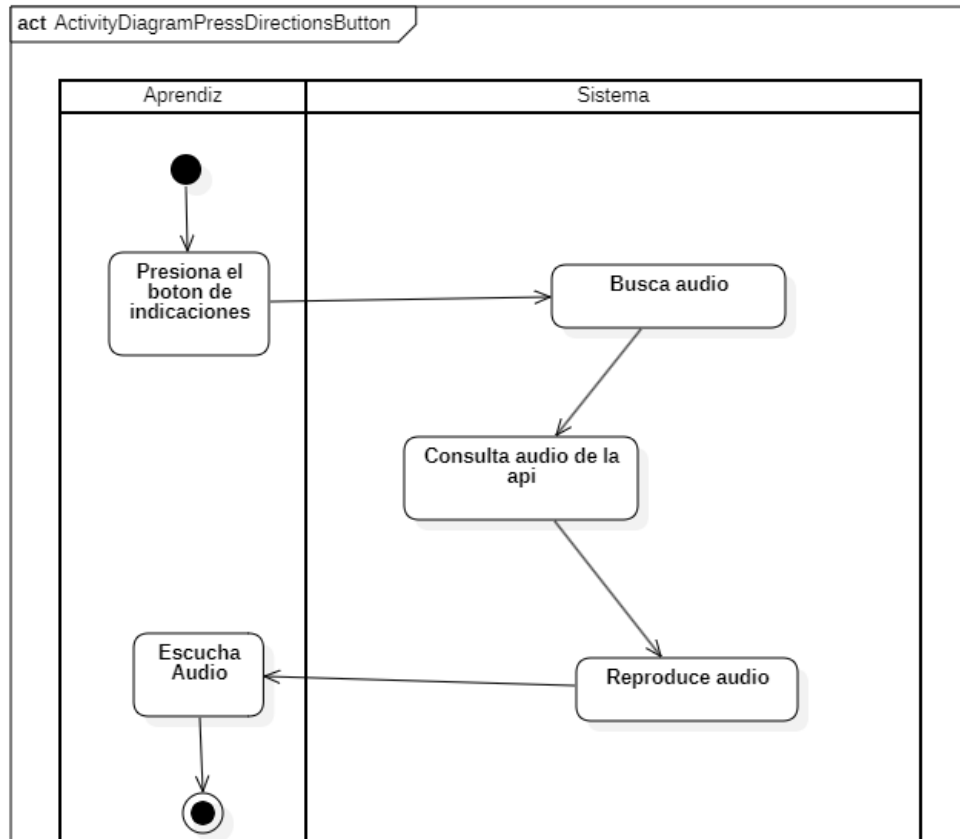
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada conexión de los auriculares.

Tabla 43 Descripción del diagrama de actividades conectar auriculares

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Conecta los auriculares al Jack 3.5mm	El aprendiz conecta físicamente los auriculares al dispositivo, utilizando el conector de 3.5mm.
2	Sistema	Genera tono de prueba	El sistema inicia un proceso para generar un tono de prueba de audio.
3	Sistema	Busca prueba de sonido	El sistema busca o selecciona el archivo de audio correspondiente a la prueba de sonido.
4	Sistema	Reproduce audio	El sistema reproduce el tono de prueba a través de los auriculares conectados.
5	Aprendiz	Escucha sonido	El aprendiz escucha el sonido reproducido por los auriculares, confirmando así la conexión exitosa.

Oprime botón de indicaciones

Figura 48 Diagrama de actividad oprime botón de indicaciones



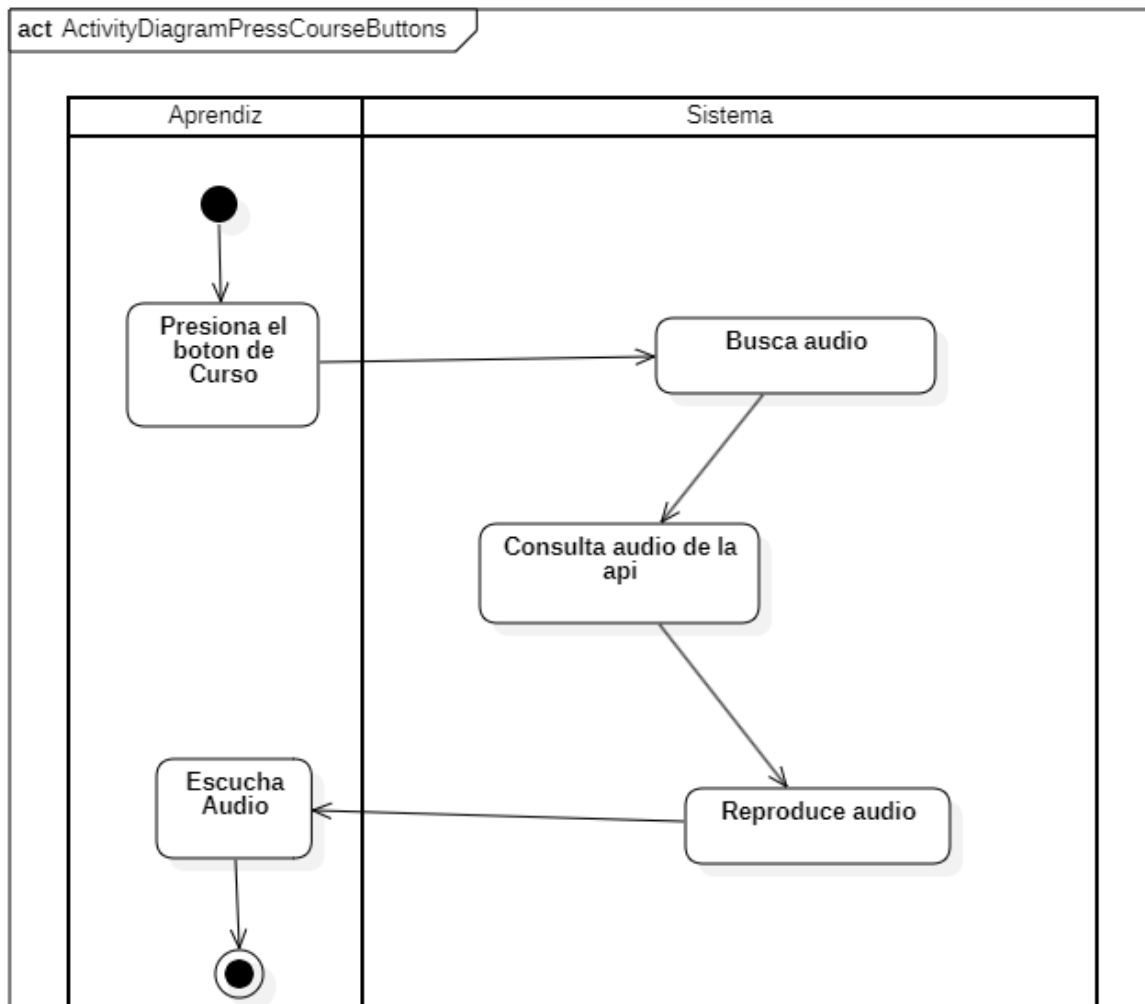
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el proceso de oprimir el botón de indicaciones

Tabla 44 Descripción del diagrama de actividades oprime botón de indicaciones

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón de indicaciones	El aprendiz interactúa con el sistema presionando un botón específico para solicitar las indicaciones.
2	Sistema	Busca audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a las indicaciones.
3	Sistema	Consulta audio de la API	Si el audio no se encuentra localmente, el sistema consulta una API externa para obtener el archivo de audio.
4	Sistema	Reproduce audio	Una vez obtenido el archivo de audio, el sistema inicia la reproducción del mismo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
5	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, obteniendo así las indicaciones solicitadas.

Oprime botones de cursos

Figura 49 Diagrama de actividad oprime botones de cursos



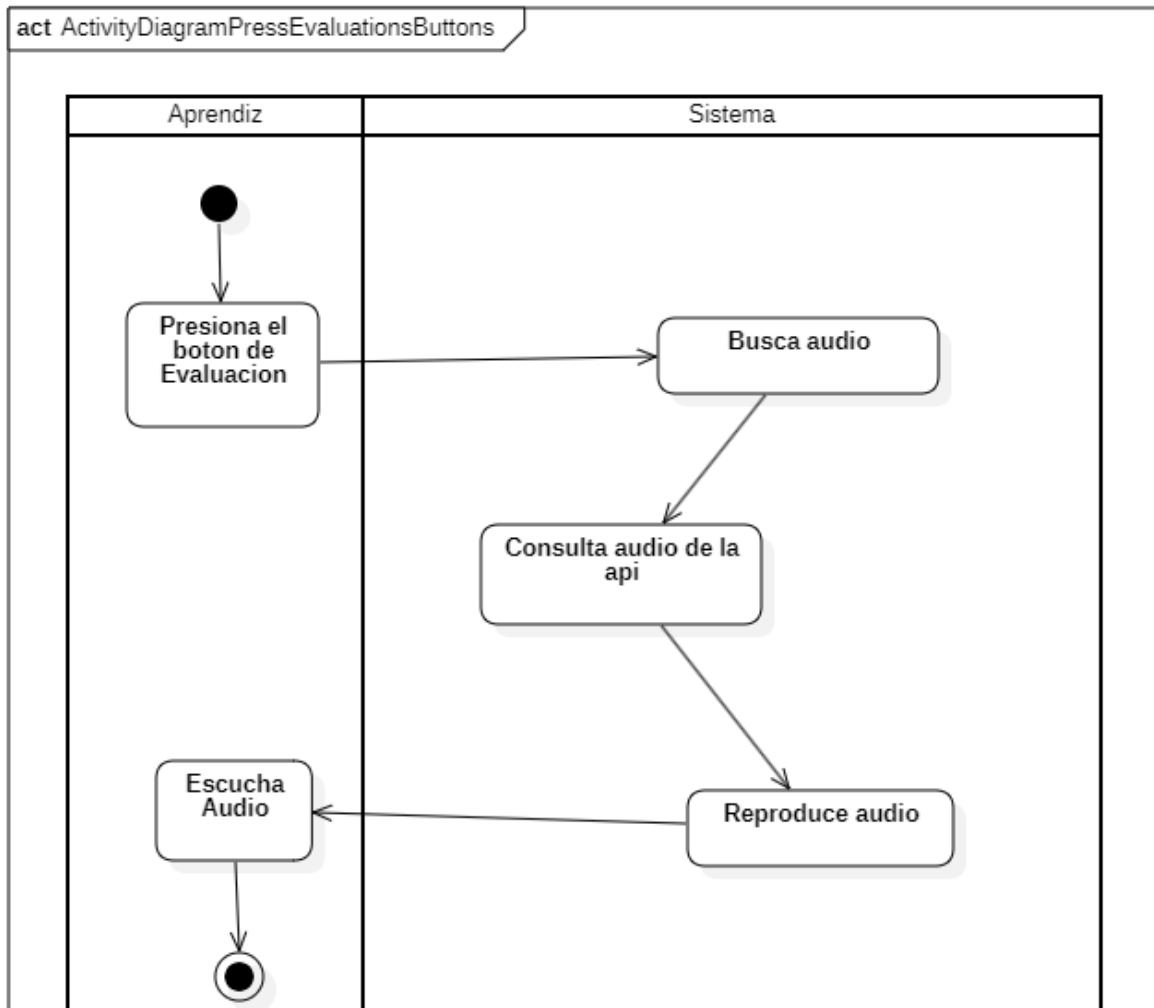
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el proceso de oprimir los botones de cursos

Tabla 45 Descripción del diagrama de actividades oprime botones de cursos

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón de Curso	El aprendiz inicia la acción al presionar el botón correspondiente para solicitar información sobre el curso.
2	Sistema	Busca audio	El sistema comienza a buscar el archivo de audio que contiene la información del curso. Esta búsqueda puede realizarse en una base de datos local o en un almacenamiento en la nube.
3	Sistema	Consulta audio de la API	Si el audio no se encuentra disponible localmente, el sistema realiza una consulta a una API externa para obtener el archivo de audio. La API podría ser un servicio web que almacena y proporciona contenido multimedia.
4	Sistema	Reproduce audio	Una vez que el sistema ha obtenido el archivo de audio (ya sea localmente o a través de la API), procede a reproducirlo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
5	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, obteniendo así la información solicitada sobre el curso.

Oprime botones de evaluaciones

Figura 50 Diagrama de actividad oprime botones de evaluaciones



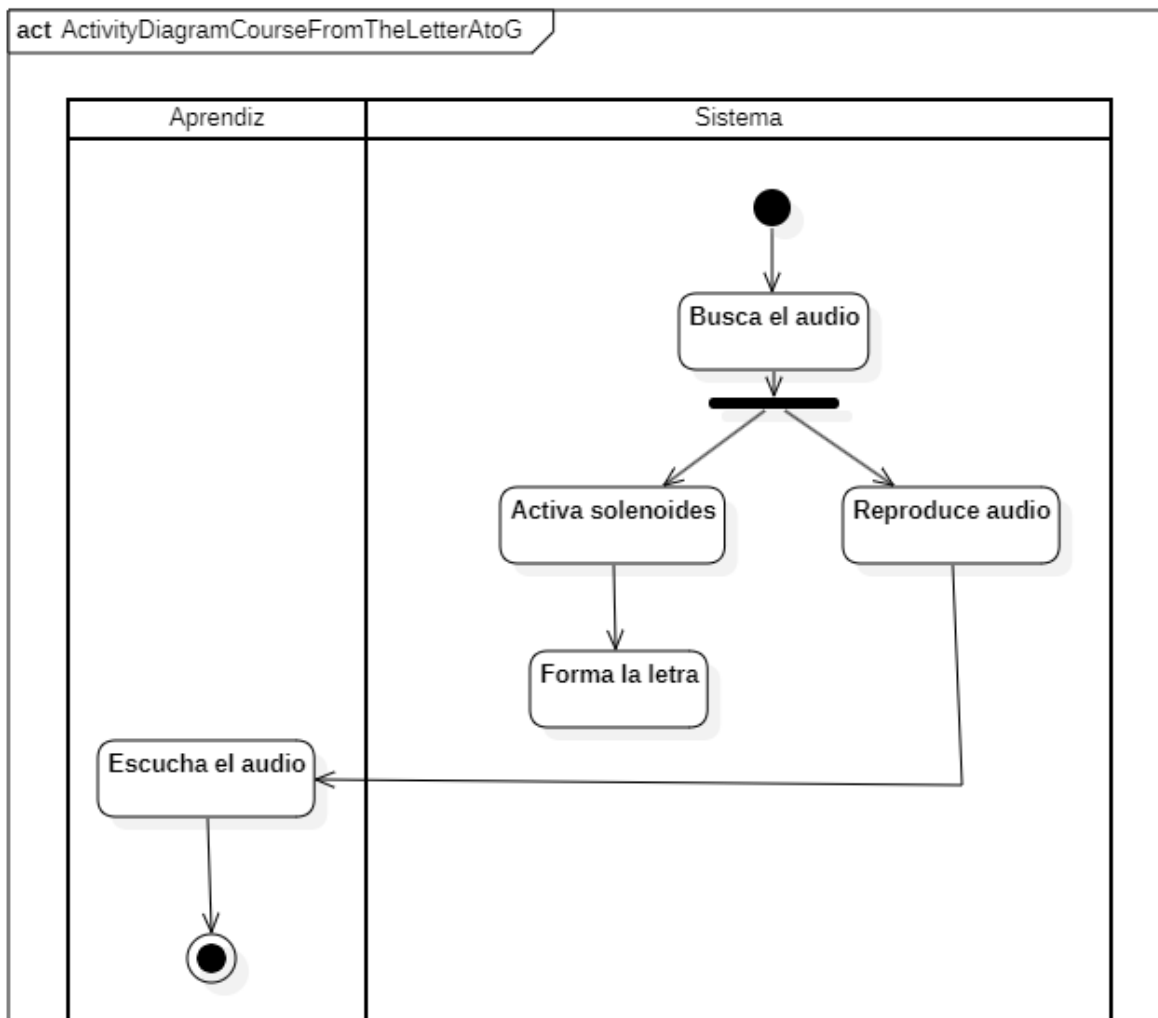
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el proceso de oprimir los botones de evaluaciones

Tabla 46 Descripción del diagrama de actividades oprime botones de evaluaciones

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Presiona el botón de Evaluación	El aprendiz inicia la acción al presionar el botón correspondiente para solicitar información sobre las evaluaciones.
2	Sistema	Busca audio	El sistema comienza a buscar el archivo de audio que contiene la información de las evaluaciones. Esta búsqueda puede realizarse en una base de datos local o en un almacenamiento en la nube.
3	Sistema	Consulta audio de la API	Si el audio no se encuentra disponible localmente, el sistema realiza una consulta a una API externa para obtener el archivo de audio. La API podría ser un servicio web que almacena y proporciona contenido multimedia relacionado con las evaluaciones.
4	Sistema	Reproduce audio	Una vez que el sistema ha obtenido el archivo de audio (ya sea localmente o a través de la API), procede a reproducirlo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
5	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, obteniendo así la información solicitada sobre las evaluaciones.

Cursos de la letra A hasta la G

Figura 51 Diagrama de actividad cursos de la letra A hasta la G



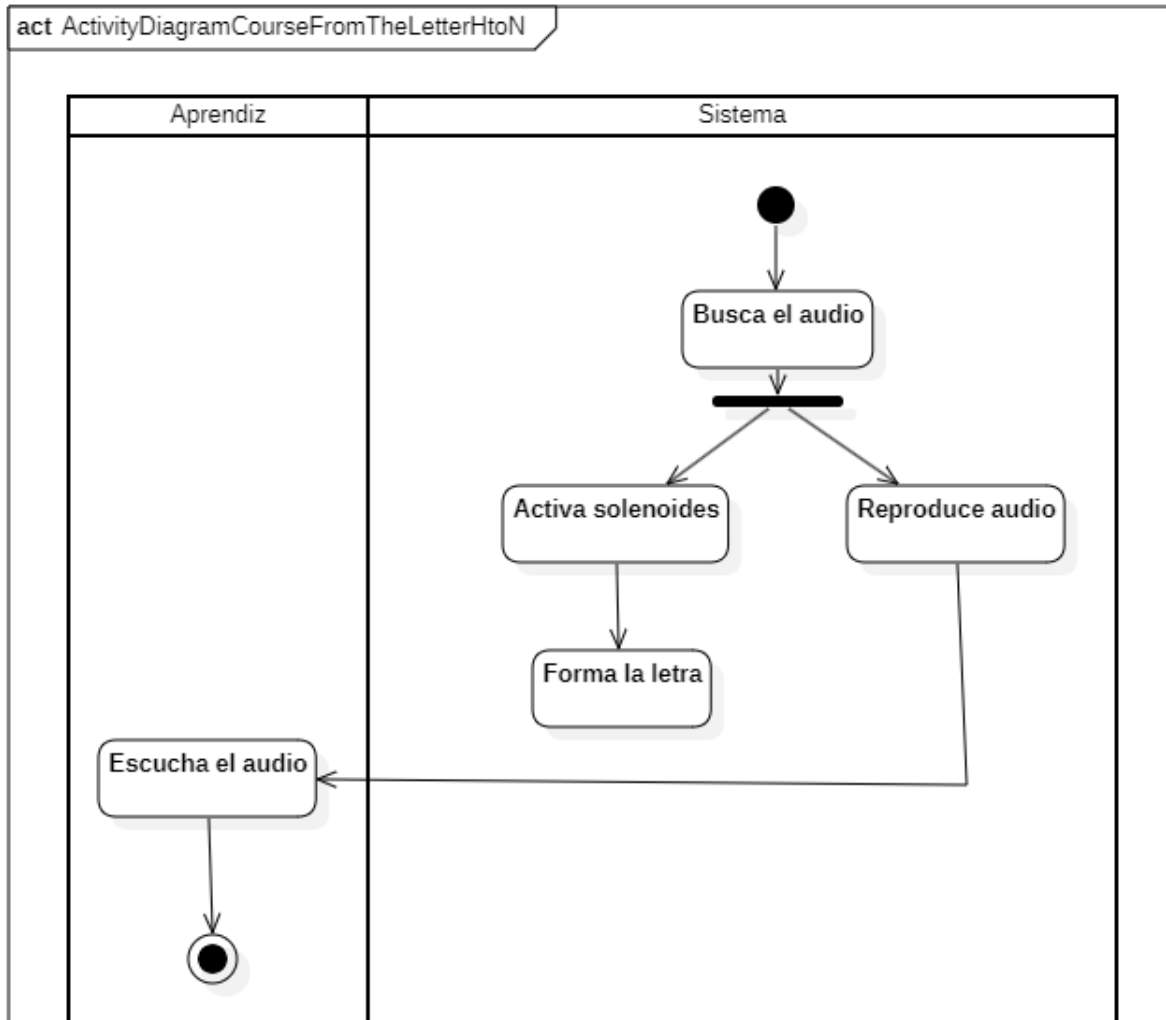
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado curso de la letra A hasta la G

Tabla 47 Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra A hasta la G

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se está aprendiendo. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Cursos de la letra H hasta la N

Figura 52 Diagrama de actividad cursos de la letra H hasta la N



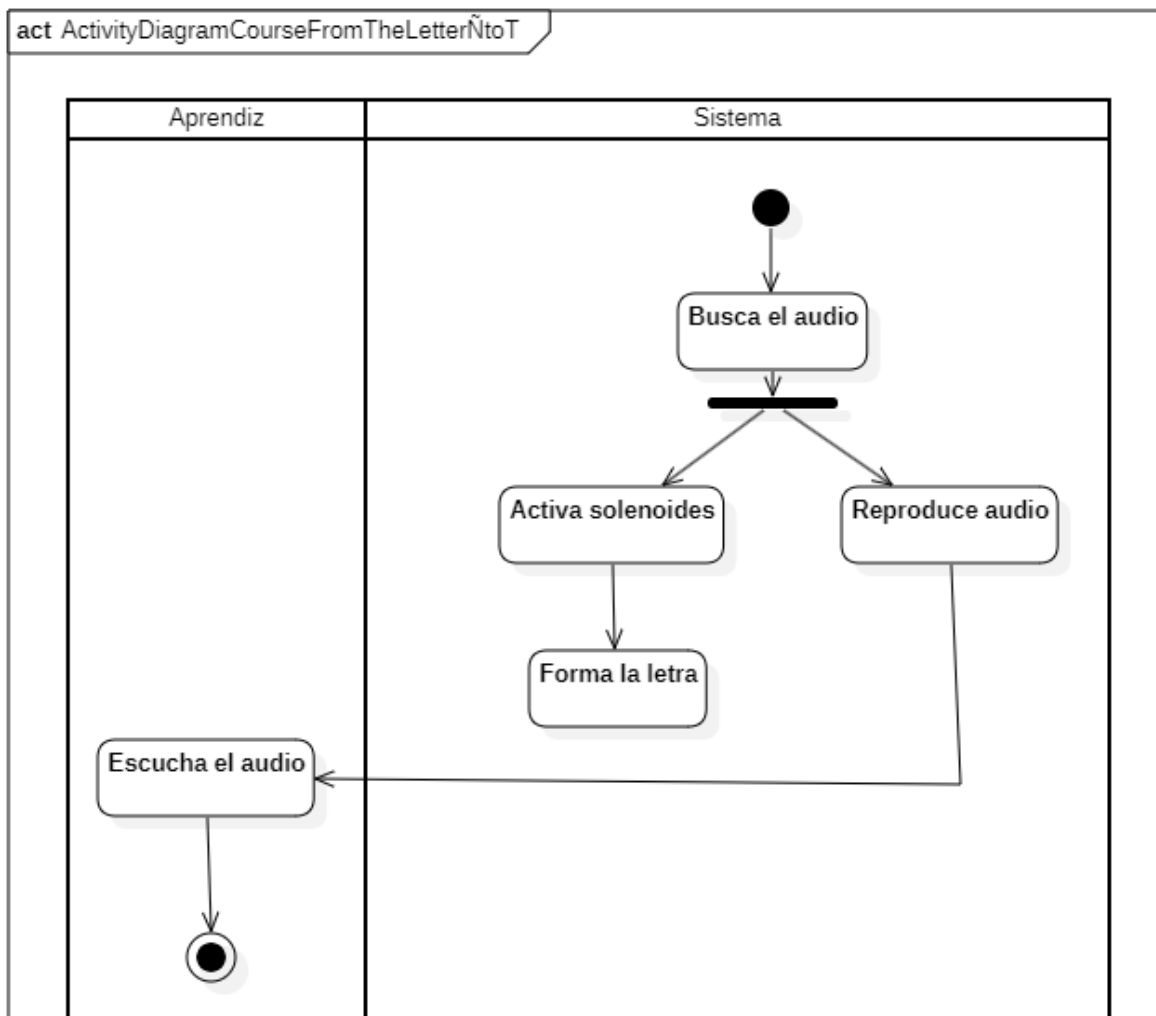
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado curso de la letra H hasta la N

Tabla 48 Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra H hasta la N

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se está aprendiendo. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Cursos de la letra Ñ hasta la T

Figura 53 Diagrama de actividad cursos de la letra Ñ hasta la T



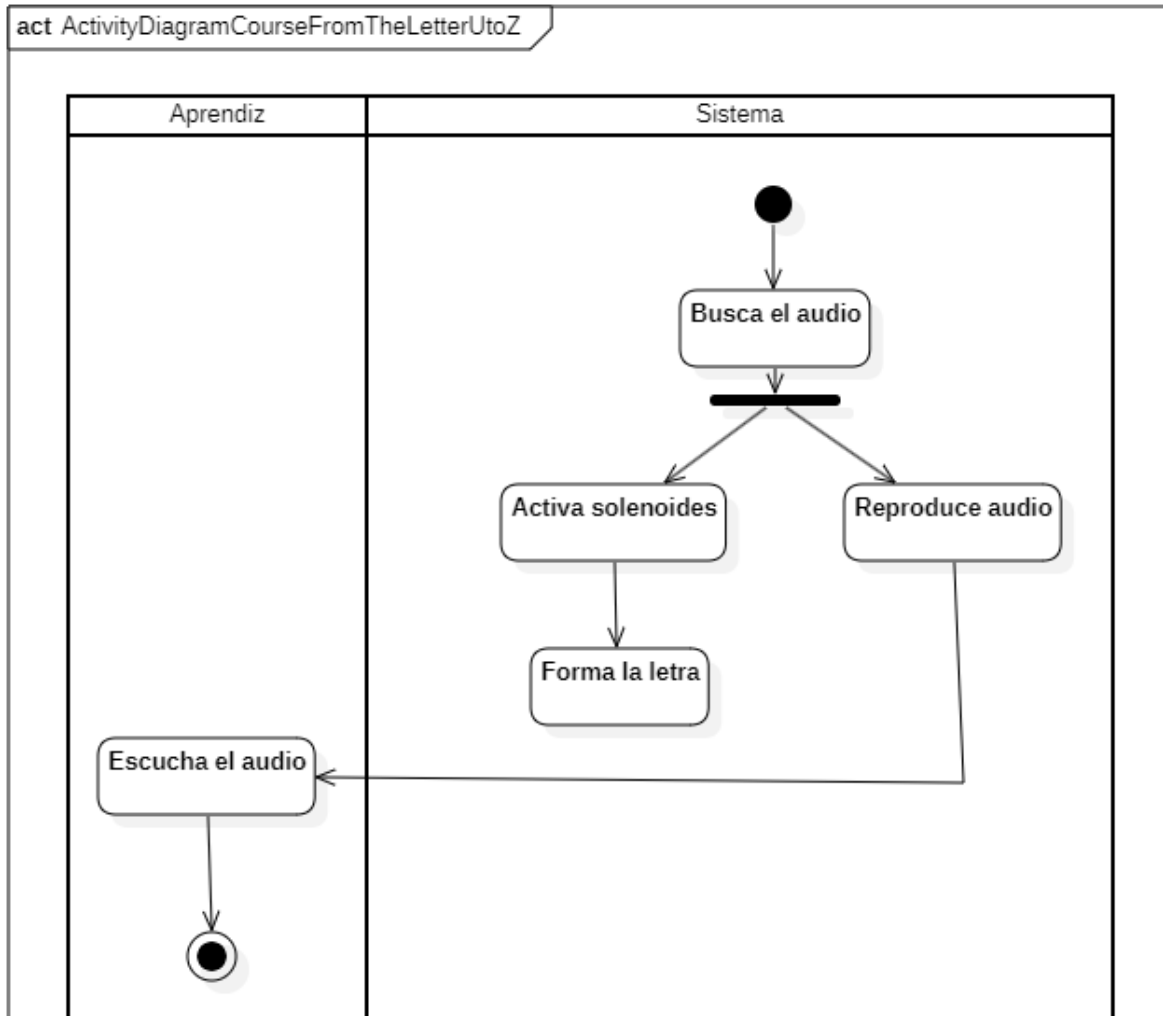
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado curso de la letra Ñ hasta la T

Tabla 49 Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra Ñ hasta la T

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se está aprendiendo. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Cursos de la letra U hasta la Z

Figura 54 Diagrama de actividad cursos de la letra U hasta la Z



Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado curso de la letra U hasta la Z

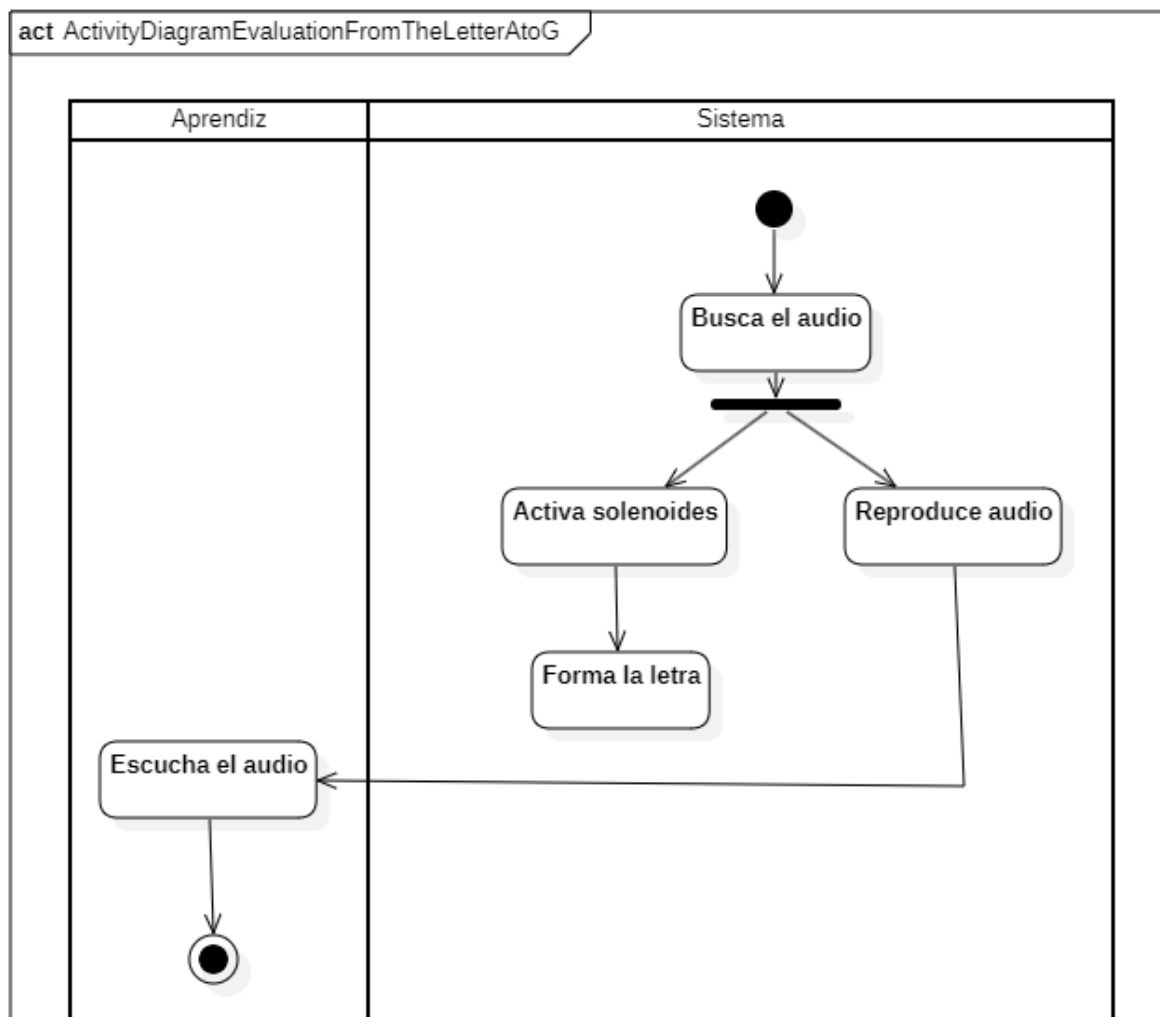
Tabla 50 Descripción del diagrama de actividad cursos de la letra U hasta la Z

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se está aprendiendo. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Evaluaciones de la letra A hasta la G

Figura

Figura 55 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra A hasta la G



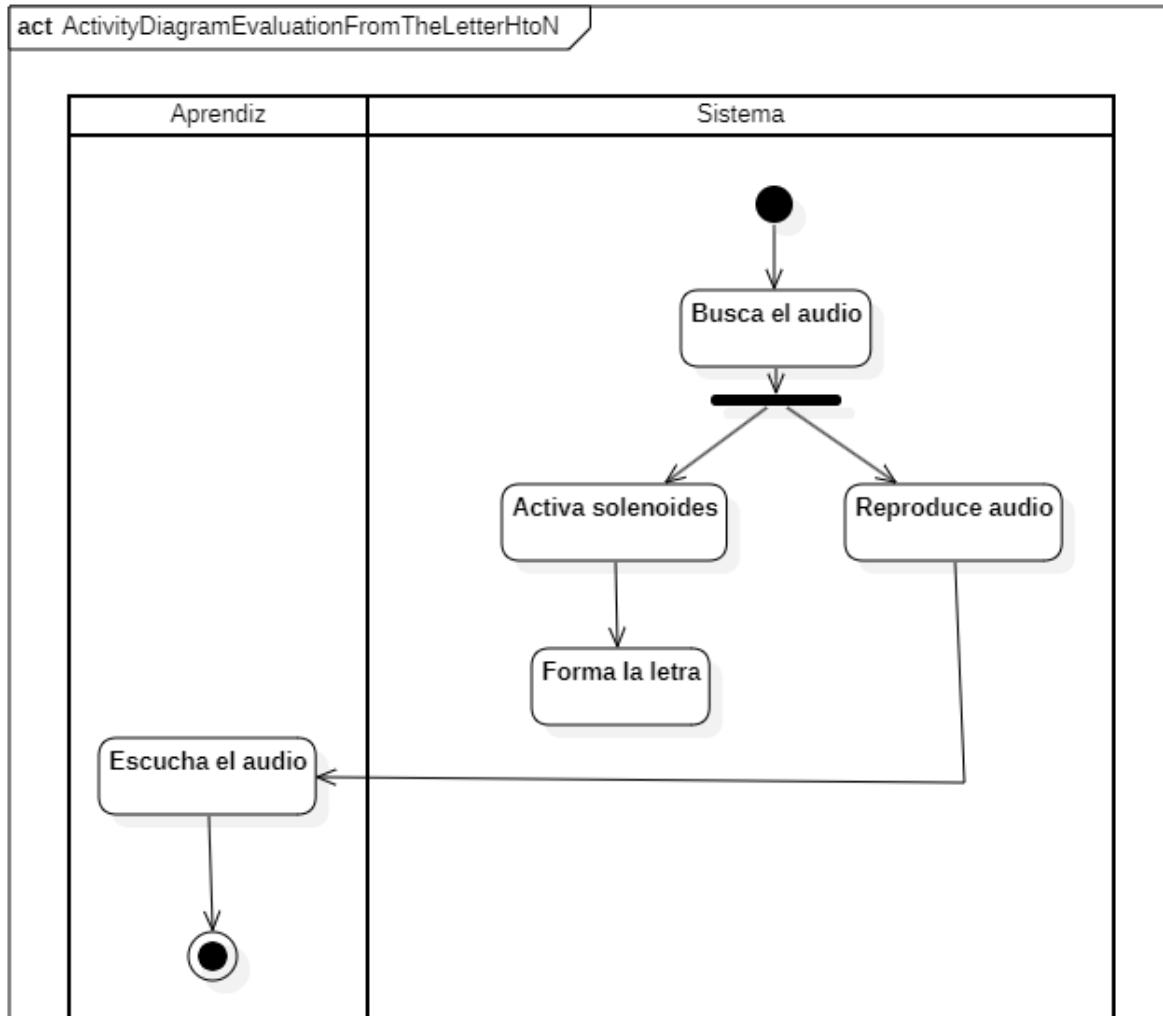
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada evaluación de la letra A hasta la G

Tabla 51 Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra A hasta la G

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se va a evaluar. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Evaluaciones de la letra H hasta la N

Figura 56 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra H hasta la N



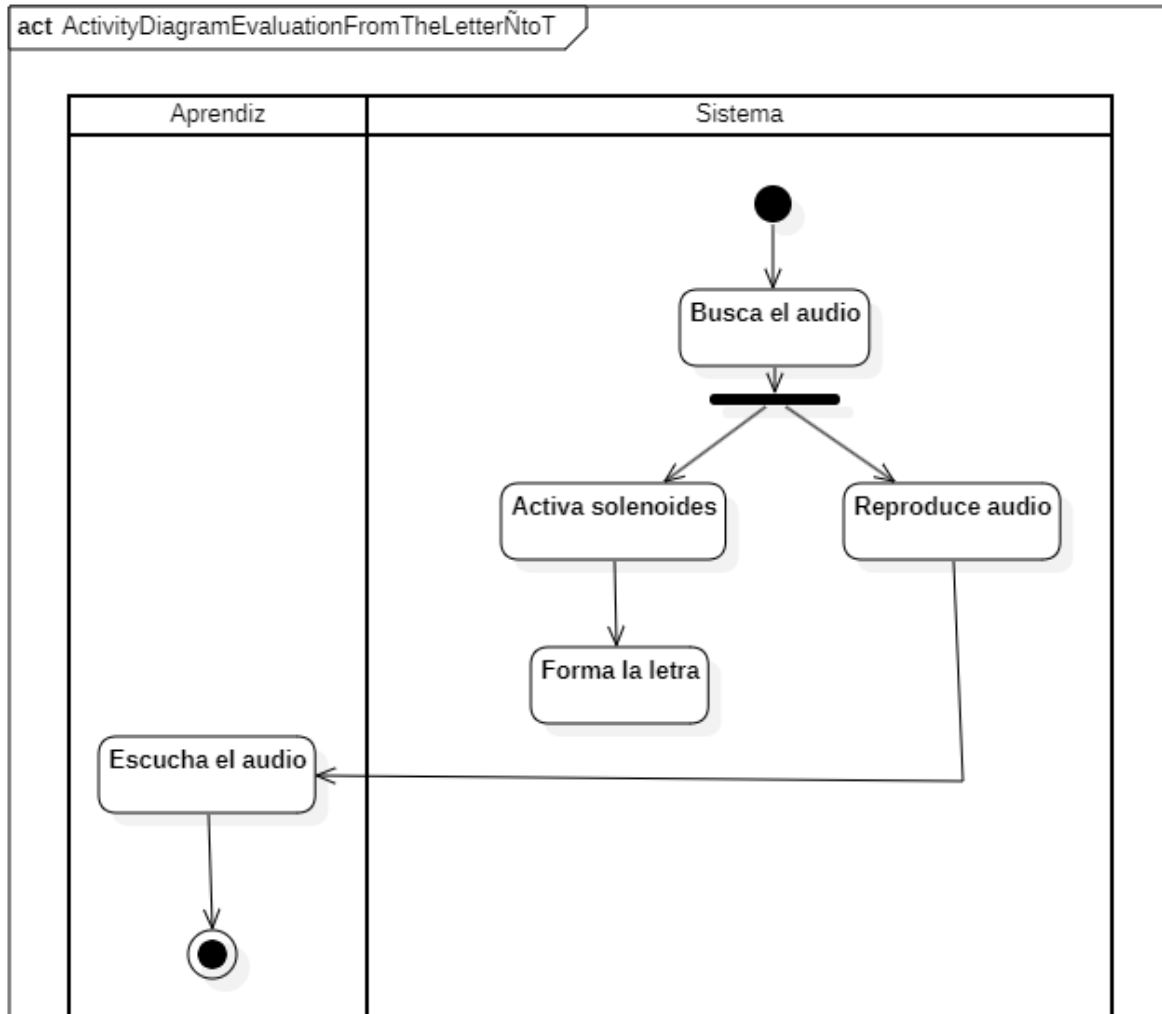
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada evaluación de la letra H hasta la N

Tabla 52 Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra H hasta la N

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se va a evaluar. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Evaluaciones de la letra Ñ hasta la T

Figura 57 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra Ñ hasta la T



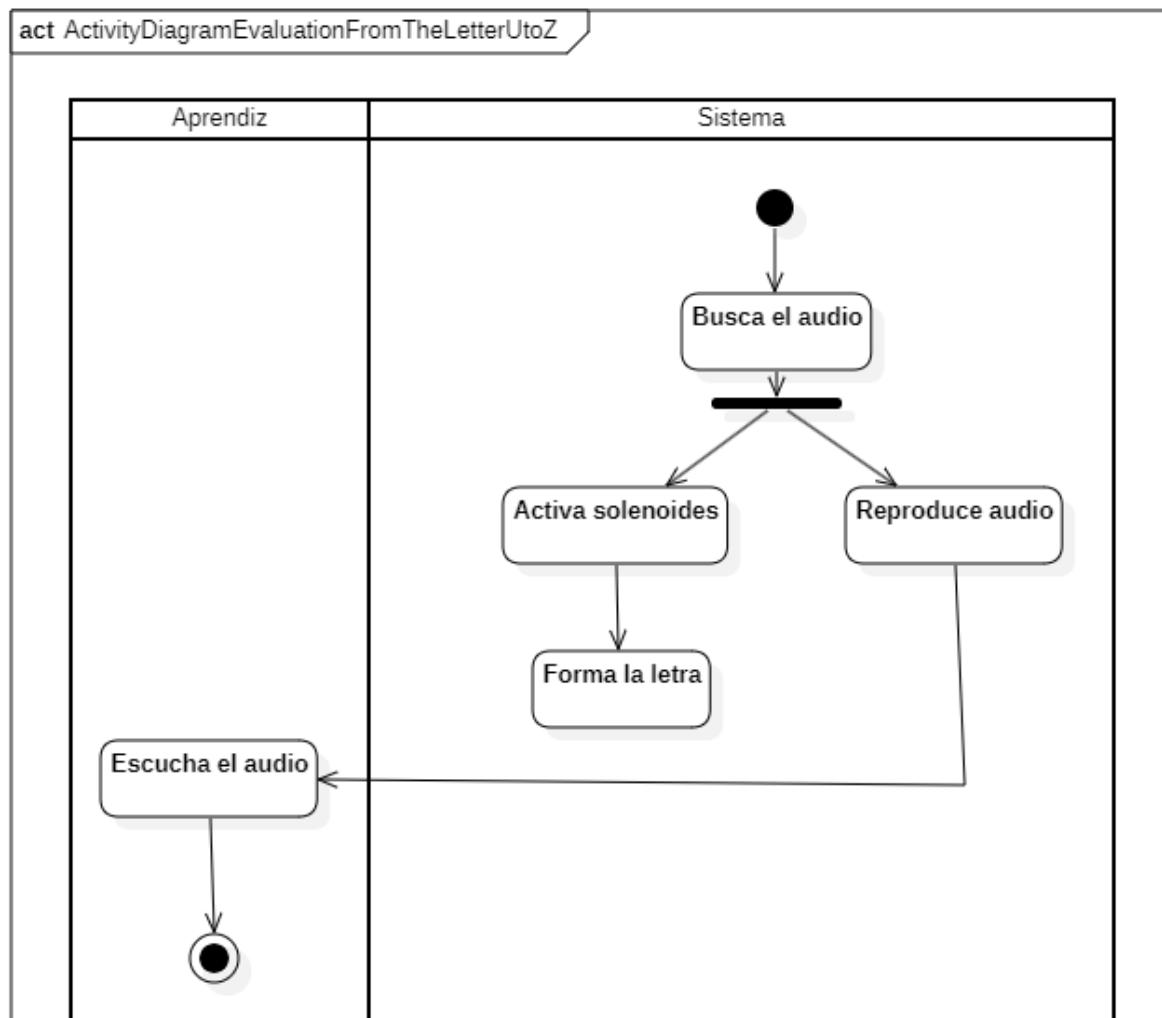
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada evaluación de la letra Ñ hasta la T

Tabla 53 Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra Ñ hasta la T

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se va a evaluar. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Evaluaciones de la letra U hasta la Z

Figura 58 Diagrama de actividad evaluaciones de la letra U hasta la Z



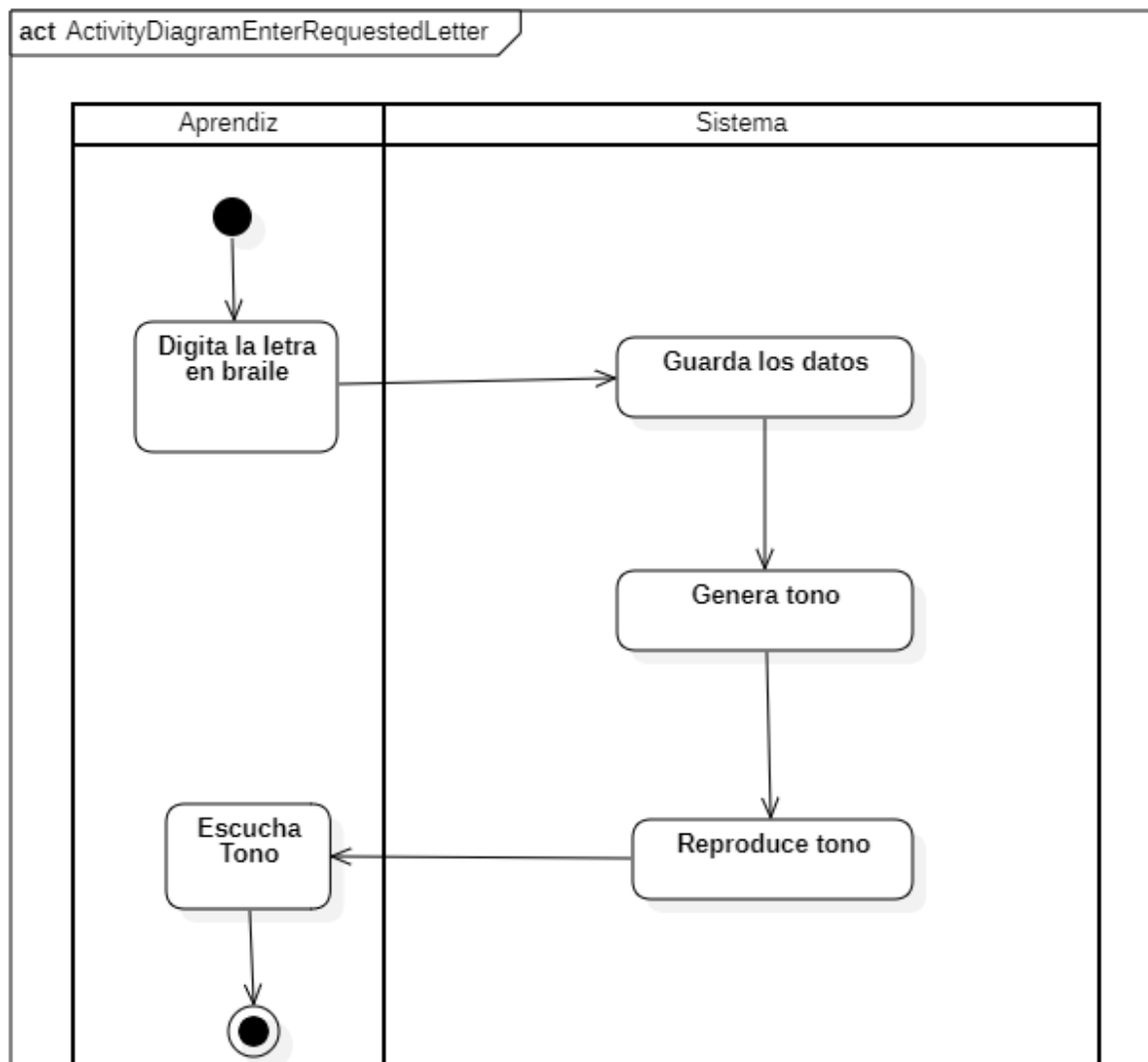
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada evaluación de la letra U hasta la Z

Tabla 54 Descripción del diagrama de actividad evaluaciones de la letra U hasta la Z

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Sistema	Busca el audio	El sistema inicia la búsqueda del archivo de audio correspondiente a la letra que se va a evaluar. Este archivo de audio podría contener una pequeña lección relacionada.
2	Sistema	Decisión: Activar solenoides o Reproducir audio	El sistema evalúa si es necesario activar solenoides (probablemente para un dispositivo físico que forma las letras) o simplemente reproducir el audio. Esta decisión podría depender de la configuración del sistema o de las preferencias del usuario.
3a	Sistema	Activa solenoides	Si se decide activar los solenoides, el sistema envía una señal para que estos se activen y formen la letra correspondiente en un dispositivo físico (por ejemplo, un tablero de letras).
3b	Sistema	Reproduce audio	Si se decide reproducir el audio, el sistema inicia la reproducción del archivo de audio seleccionado.
4	Aprendiz	Escucha el audio	El aprendiz escucha el audio reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra correspondiente (ya sea visualizada en un dispositivo físico o imaginada).

Digita letra solicitada

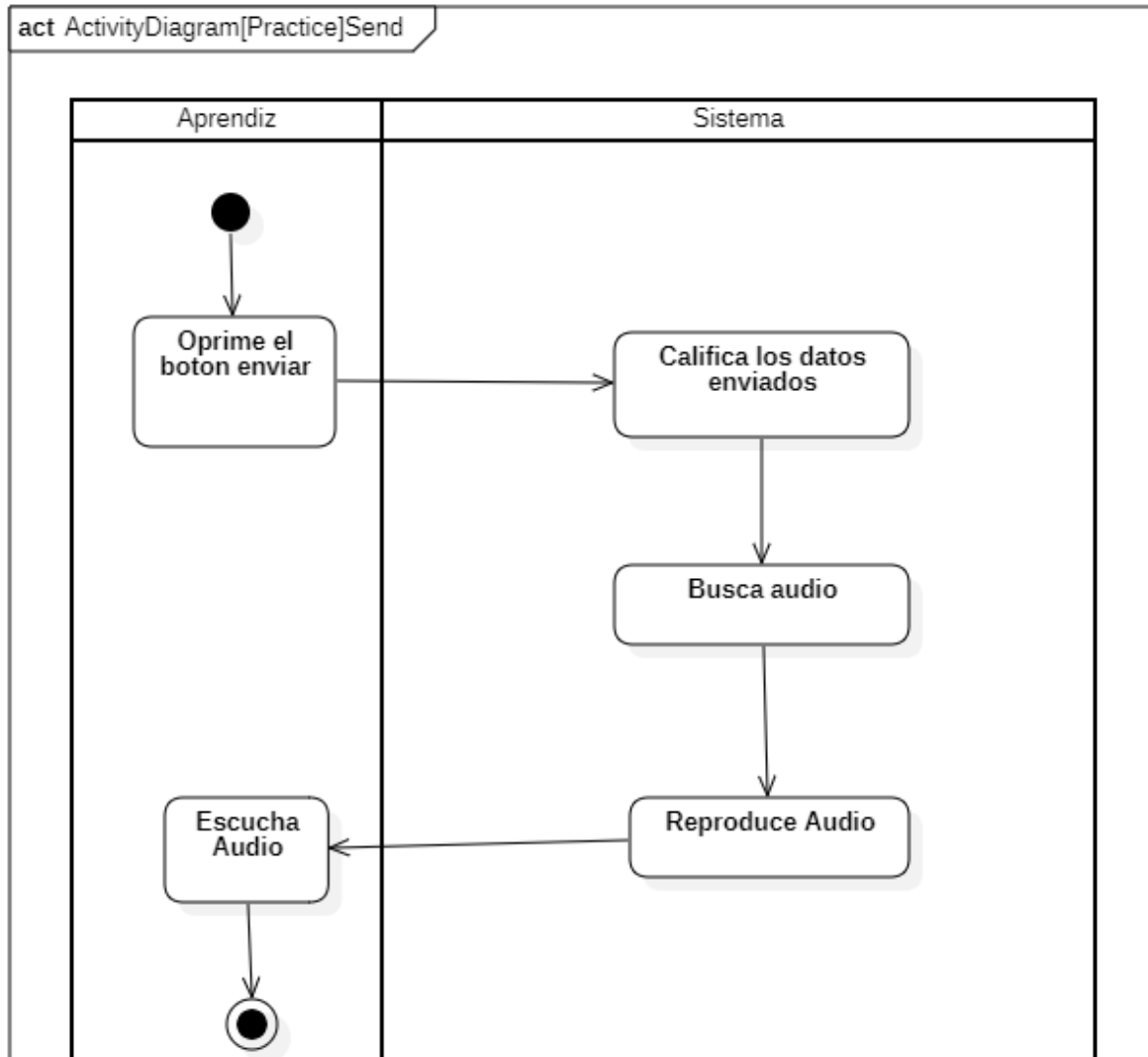
Figura 59 Diagrama de actividad digitar letra solicitada



Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar la adecuada digitación de la letra solicitada

Tabla 55 Descripción del diagrama de actividad digitar letra solicitada

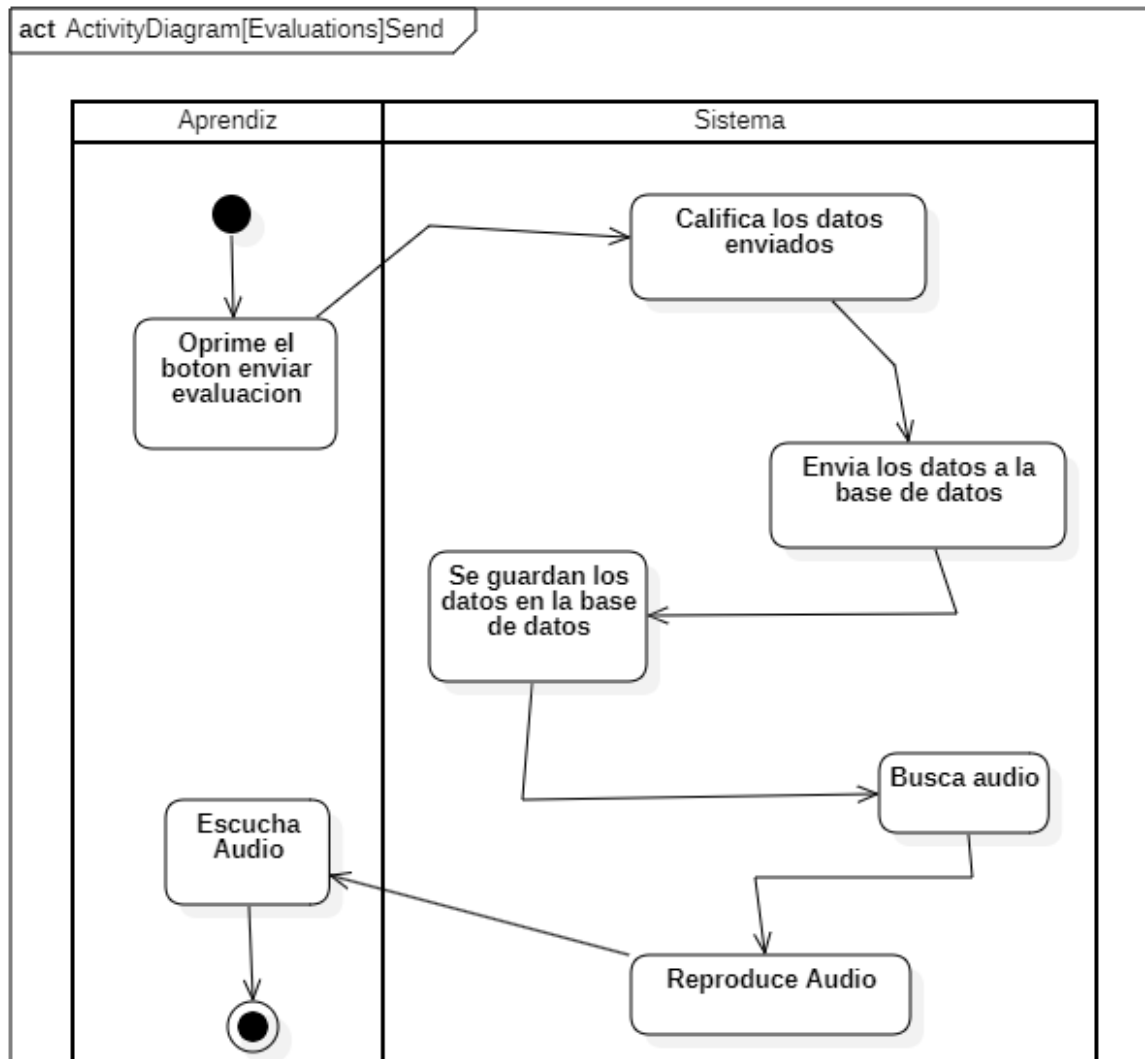
Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Digita la letra en braille	El aprendiz interactúa con el sistema, ingresando la letra deseada utilizando el sistema de escritura braille.
2	Sistema	Guarda los datos	El sistema registra la letra ingresada por el aprendiz. Esta información puede ser almacenada en una base de datos o en la memoria del dispositivo.
3	Sistema	Genera tono	El sistema procesa la información de la letra ingresada y genera un tono de audio correspondiente. Este tono podría ser una representación sonora de la letra en braille o un sonido asociado a una palabra o concepto relacionado.
4	Sistema	Reproduce tono	El sistema reproduce el tono generado a través de un dispositivo de salida de audio (altavoces, auriculares).
5	Aprendiz	Escucha Tono	El aprendiz percibe el tono reproducido por el sistema, asociando el sonido con la letra que ingresó.

[Practica] Enviar*Figura 60 Diagrama de actividad [Practica]Enviar*

Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado envi o de la practica

Tabla 56 Descripción del diagrama de actividad [Practica] Enviar

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Oprime el botón enviar	El aprendiz inicia la acción al presionar el botón correspondiente para enviar la práctica. Esto podría implicar cargar un archivo, ingresar datos en un formulario o cualquier otra acción que indique que está listo para enviar su trabajo.
2	Sistema	Califica los datos enviados	El sistema recibe los datos enviados por el aprendiz y los procesa para evaluar su corrección o aprobación. Esta evaluación puede ser automática o requerir la intervención de un evaluador humano.
3	Sistema	Busca audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente a la calificación obtenida por el aprendiz. Este archivo de audio podría contener un mensaje de voz que indique si la práctica fue aprobada o rechazada, así como comentarios específicos sobre el trabajo realizado.
4	Sistema	Reproduce Audio	Una vez que el sistema ha encontrado el archivo de audio, procede a reproducirlo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
5	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, obteniendo así la calificación de su práctica y cualquier comentario adicional.

[Evaluación] Enviar*Figura 61 Diagrama de actividad [Evaluación]Enviar*

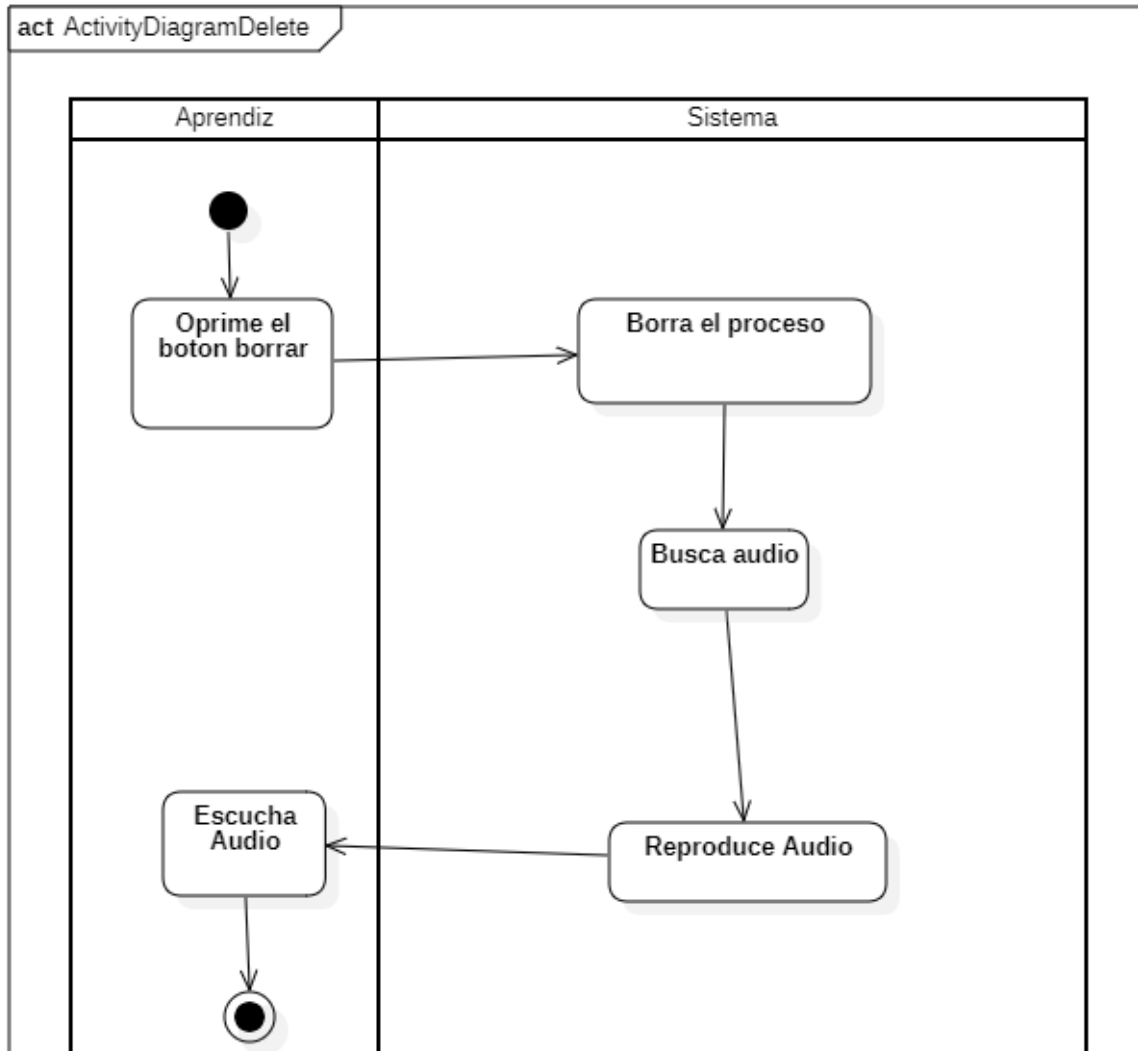
Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado envío de la evaluación

Tabla 57 Descripción del diagrama de actividad [Evaluación] Enviar

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Oprime el botón enviar evaluación	El aprendiz inicia la acción al presionar el botón correspondiente para enviar la evaluación. Esto podría implicar cargar un archivo, ingresar datos en un formulario o cualquier otra acción que indique que está listo para enviar su trabajo.
2	Sistema	Califica los datos enviados	El sistema recibe los datos enviados por el aprendiz y los procesa para evaluar su corrección o aprobación. Esta evaluación puede ser automática o requerir la intervención de un evaluador humano.
3	Sistema	Envía los datos a la base de datos	Los datos de la evaluación, incluyendo la calificación, son almacenados en una base de datos para su registro y posterior análisis.
4	Sistema	Se guardan los datos en la base de datos	Confirmación de que los datos han sido almacenados exitosamente en la base de datos.
5	Sistema	Busca audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente a la calificación obtenida por el aprendiz. Este archivo de audio podría contener un mensaje de voz que indique si la evaluación fue aprobada o rechazada, así como comentarios específicos sobre el trabajo realizado.
6	Sistema	Reproduce Audio	Una vez que el sistema ha encontrado el archivo de audio, procede a reproducirlo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
7	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, obteniendo así la calificación de su evaluación y cualquier comentario adicional.

Borrar

Figura 62 Diagrama de actividad Borrar



Nota: Esta figura muestra las actividades necesarias para realizar el adecuado Borrado de la letra digitada

Tabla 58 Descripción del diagrama de actividad Borrar

Paso	Actor	Actividad	Descripción
1	Aprendiz	Oprime el botón borrar	El aprendiz inicia la acción al presionar el botón correspondiente para eliminar un proceso específico. Esto podría implicar seleccionar el proceso de una lista o utilizar algún otro método de identificación.
2	Sistema	Borra el proceso	El sistema recibe la solicitud de eliminación y procede a borrar el proceso seleccionado de su base de datos o estructura de datos. Esto implica eliminar toda la información asociada al proceso, como tareas, subprocesos, etc.
3	Sistema	Busca audio	El sistema busca el archivo de audio correspondiente a la confirmación de eliminación. Este archivo de audio podría contener un mensaje de voz que indique que el proceso ha sido eliminado exitosamente.
4	Sistema	Reproduce Audio	Una vez que el sistema ha encontrado el archivo de audio, procede a reproducirlo a través de los altavoces o auriculares del dispositivo.
5	Aprendiz	Escucha Audio	El aprendiz percibe el audio reproducido por el sistema, confirmando así que el proceso ha sido eliminado.

Tabla 59 Descripción de clases del diagrama de clases.

Componente	Descripción	Función principal
Schemas	Definen la estructura de los datos.	Establecen el formato y los tipos de datos que se almacenarán en la base de datos.
Modules	Bloques de código reutilizables.	Organizan el código en partes más pequeñas y manejables, facilitando la modularidad.
Routers	Manejan las solicitudes HTTP.	Definen las rutas (URLs) y asignan cada ruta a un controlador específico.
Services	Contienen la lógica de negocio.	Realizan las operaciones principales de la aplicación, como la interacción con la base de datos, la autenticación, etc.
Utils	Funciones utilitarias.	Proporcionan funciones auxiliares que se utilizan en diferentes partes del código, como formatear fechas, generar identificadores únicos, etc.
Middlewares	Funciones intermediarias.	Interceptan las solicitudes HTTP antes o después de que sean procesadas por un controlador. Se utilizan para tareas como autenticación, autorización, registro de logs, etc.
Config	Configuración de la aplicación.	Almacenan las variables de configuración, como las credenciales de la base de datos, las rutas de las carpetas, etc.
Main	Punto de entrada de la aplicación.	Inicializa el servidor, carga la configuración y establece las conexiones necesarias.

Pruebas de software

API(FastApi)

EL proceso de pruebas realizado sobre la API implementada en FastAPI, utilizando la herramienta **SoapUI**. Las pruebas abarcaron autenticación, manejo de usuarios, ingreso y modificación de datos, reproducción de audios, validaciones de errores, rendimiento, y seguridad. Se evaluó el uso de tokens **JWT** en los endpoints protegidos, la estabilidad de la API bajo diferentes condiciones de carga, y su resistencia frente a ataques comunes.

Prueba de Autenticación

Endpoint probado: <http://192.168.1.9/login>

Tipo de petición: POST

Descripción:

La prueba de autenticación permite al usuario obtener un **token JWT** enviando las credenciales (**username** y **clave**) en el cuerpo de la solicitud. Este token será necesario para acceder a los endpoints protegidos.

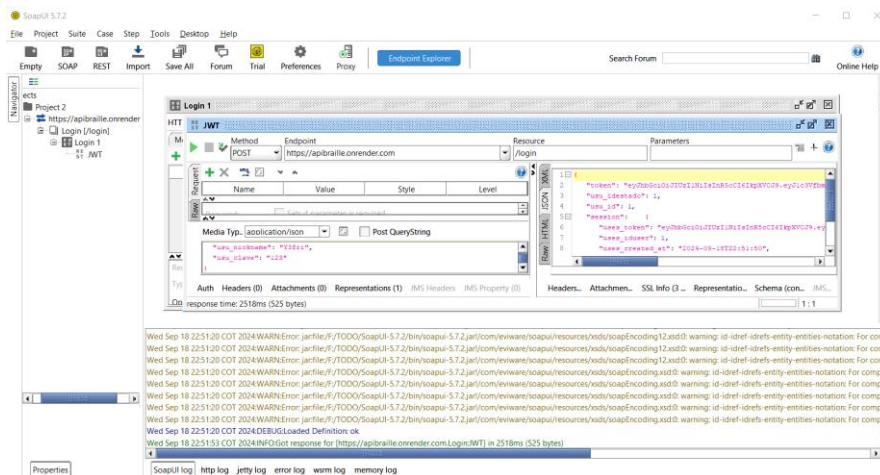
Resultado esperado:

La respuesta de la API devuelve un **200 OK** junto con el token **JWT** y detalles adicionales como la fecha de expiración del token.

Resultado obtenido:

La API respondió correctamente con un **200 OK**, devolviendo el token **JWT** y la información del sistema.

Figura 64 Prueba Endpoint



Nota: Esta figura muestra la prueba del endpoint login

Prueba de Acceso a Información del Usuario

Endpoint probado: http://192.168.1.9/user

Tipo de petición: GET

Descripción:

Este endpoint permite acceder a la información del usuario. Requiere que el cliente envíe un **Bearer Token** o **JWT Token** obtenido en la autenticación previa.

Resultado esperado:

La API debería devolver un **200 OK** con la información del usuario si el token es válido.

Resultado obtenido:

La API respondió con un **200 OK**, mostrando correctamente la información del usuario.

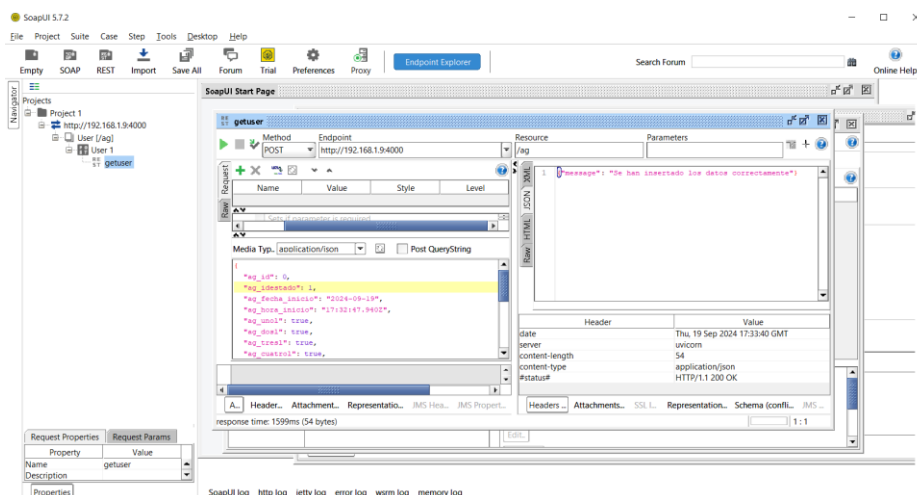
Resultado esperado:

La API debería devolver un **200 OK** confirmando que los datos fueron ingresados correctamente.

Resultado obtenido:

La API respondió con un **200 OK**, confirmando que los datos de la prueba fueron ingresados correctamente.

Figura 66 Prueba POST



Nota: Esta figura muestra la prueba del endpoint Ag

Prueba de Modificación de Estado (PUT)

Endpoint probado: `http://192.168.1.9/ag/{id}`

Tipo de petición: PUT

Descripción:

Este endpoint permite modificar el estado de una prueba mediante su **ID**. Se requiere un **Bearer Token** o **JWT Token** en las cabeceras y el cuerpo de la solicitud debe incluir las modificaciones a realizar.

Resultado esperado:

La API debería devolver un **200 OK** confirmando que los cambios fueron aplicados correctamente.

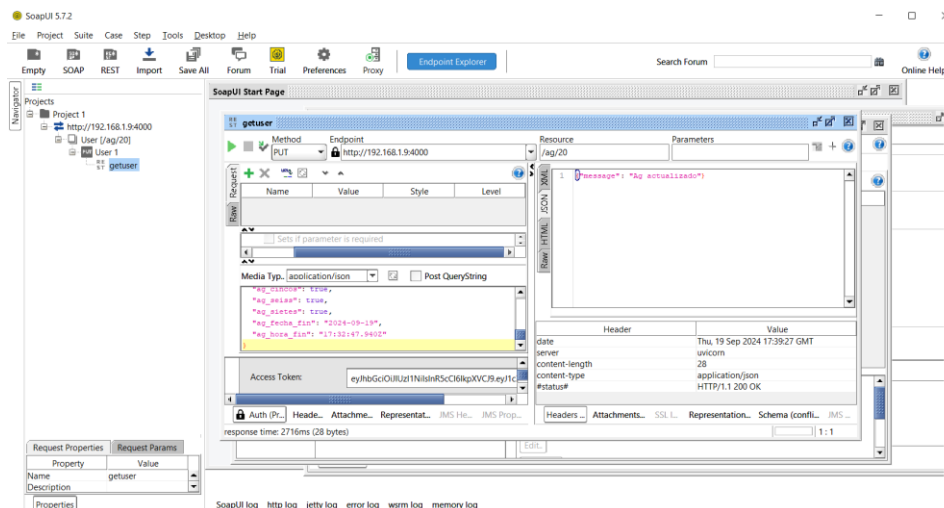
Resultado obtenido:

La API respondió con un **200 OK**, indicando que el estado de la prueba fue actualizado correctamente.

Pruebas realizadas:

- Se probó el uso del **Bearer Token** y el **JWT Token** en las cabeceras.
- Ambas pruebas resultaron exitosas.

Figura 67 Prueba PUT



Nota: Esta figura muestra la prueba del endpoint PUT AG

Prueba de Reproducción de Audios

Endpoint probado: http://192.168.1.9/{folder}/{archivo}/file

Tipo de petición: GET

Descripción:

Este endpoint permite acceder y reproducir archivos de audio especificando la carpeta y el nombre del archivo en la ruta del endpoint.

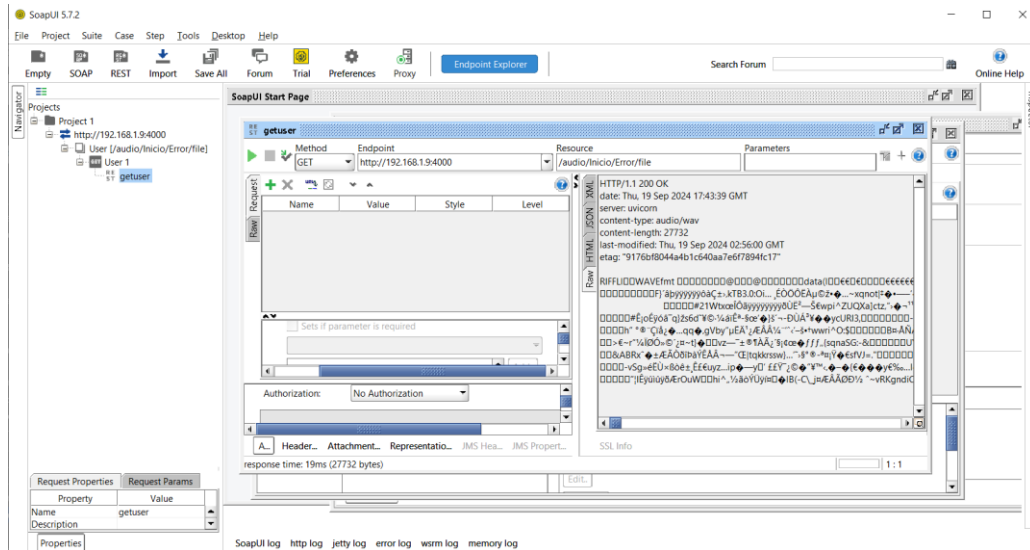
Resultado esperado:

La API debería devolver un **200 OK** y permitir la reproducción del archivo de audio.

Resultado obtenido:

La API respondió con un **200 OK**, y los archivos de audio fueron consultados y reproducidos correctamente.

Figura 68 Prueba GET



Nota: Esta figura muestra la prueba del endpoint Audio

Prueba de Errores y Validaciones

Descripción:

Se realizaron pruebas para evaluar cómo la API maneja errores y validaciones. Esto incluyó:

- Intentar acceder a rutas protegidas sin el token JWT.
- Enviar datos mal formados o incompletos.
- Intentar acceder a recursos no existentes (como pruebas o audios no registrados).

Resultado esperado:

La API debería devolver:

- **401 Unauthorized** cuando falta el token JWT o es inválido.
- **400 Bad Request** si los datos no cumplen con las validaciones.

- **404 Not Found** para recursos no existentes.

Resultado obtenido:

- **401 Unauthorized** cuando no se envió o se envió mal el token.
- **400 Bad Request** por datos incorrectos.
- **404 Not Found** cuando se intentó acceder a recursos no válidos.

Pruebas de Rendimiento y Tiempo de Respuesta

Descripción:

Se realizaron pruebas de rendimiento con diferentes niveles de carga:

- **Carga baja:** Solicitudes individuales.
- **Carga moderada:** Simulación de 10 usuarios concurrentes.

Resultado esperado:

La API debería mantener tiempos de respuesta aceptables (menos de 2 segundos por solicitud) bajo diferentes niveles de carga.

Resultado obtenido:

- En **carga baja**, el tiempo de respuesta promedio fue de **450 ms**.
- En **carga moderada**, el tiempo de respuesta promedio fue de **650 ms**.
- La API mantuvo estabilidad sin caídas o degradación en el rendimiento.

Pruebas de Seguridad

Descripción:

Se llevaron a cabo pruebas básicas de seguridad para evaluar la resistencia de la API frente a ataques comunes como:

- **Fuerza bruta en login:** Intentos repetidos de credenciales incorrectas.
- **Acceso no autorizado:** Intentar acceder a rutas protegidas sin token o con un token inválido.
- **Inyección SQL/Comandos maliciosos:** Probar la vulnerabilidad frente a inyecciones en las entradas.

Resultado esperado:

La API debe bloquear intentos de acceso no autorizado y evitar la ejecución de comandos maliciosos.

Resultado obtenido:

- La API bloqueó con éxito intentos de acceso no autorizado con **401 Unauthorized**.
- Los intentos de inyección fueron bloqueados, devolviendo **400 Bad Request** sin ejecutar comandos peligrosos.

Conclusión

Las pruebas realizadas en la API implementada en FastAPI muestran que los endpoints responden adecuadamente a las solicitudes. La autenticación y uso del **token JWT** se verificaron exitosamente en los endpoints protegidos. Además, se realizaron pruebas de validación de

errores, rendimiento bajo carga y seguridad, demostrando que la API es robusta y segura frente a amenazas comunes.

PWA(React)

El proceso de pruebas funcionales realizado sobre la Progressive Web Application (PWA), que consume la API previamente probada. Las pruebas fueron llevadas a cabo utilizando Selenium, una herramienta para automatización de navegadores, con el objetivo de verificar la correcta interacción entre la PWA y la API, así como el comportamiento de la PWA en diversas funcionalidades, tales como el inicio de sesión, consulta de tablas, paginación, cambios de estado, y descarga de la aplicación.

Prueba de Inicio y Cierre de Sesión

Descripción:

La primera prueba realizada consistió en automatizar el proceso de inicio y cierre de sesión utilizando **Selenium**. Esta prueba busca verificar que el sistema permita a un usuario autenticarse correctamente y cerrar sesión sin problemas.

Pasos ejecutados:

1. **Abrir la PWA** e ingresar en la pantalla de inicio de sesión.
2. **Ingresar credenciales válidas** (usuario y contraseña).
3. Enviar el formulario de inicio de sesión.
4. Verificar que se redirija al **dashboard** del usuario autenticado.
5. Ejecutar el proceso de **cierre de sesión**, confirmando que el sistema regresa a la pantalla de inicio.

Tiempos de respuesta:

- Inicio de sesión: **1 segundo**
- Cierre de sesión: **1 segundo**

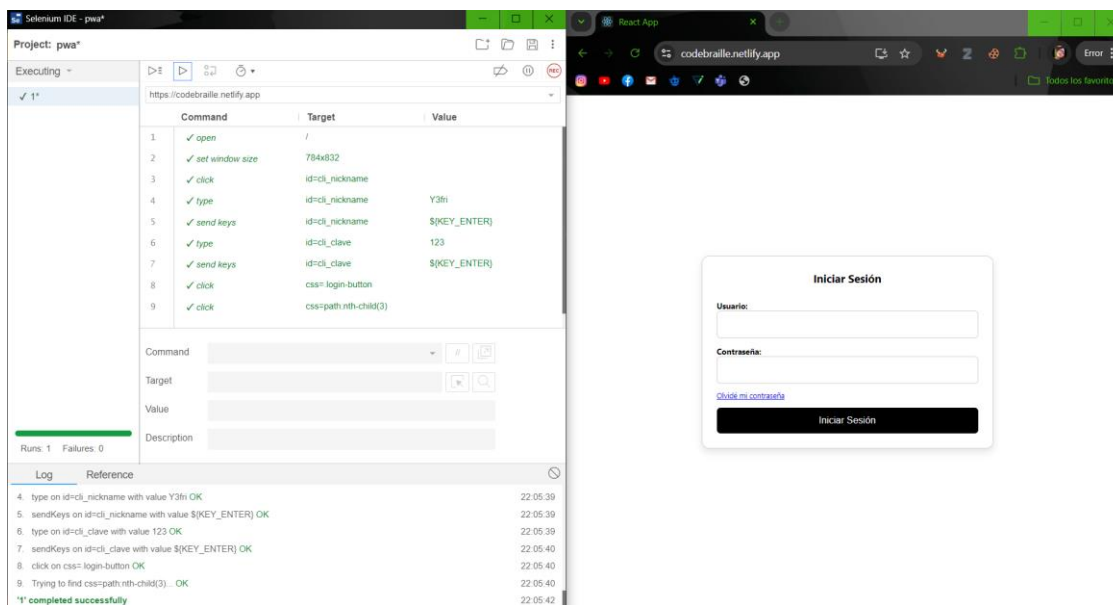
Resultado esperado:

- El sistema debe permitir el inicio de sesión si las credenciales son correctas.
- Después del cierre de sesión, la aplicación debe redirigir al usuario a la página de inicio sin errores.

Resultado obtenido:

La PWA respondió correctamente, permitiendo el inicio y cierre de sesión, con una respuesta **200 OK** en cada acción y tiempos de respuesta cortos.

Figura 69 Prueba Inicio Sesión



The image shows a Selenium IDE interface on the left and a web browser on the right. The Selenium IDE interface displays a test script for a login form. The script consists of 9 steps:

Step	Command	Target	Value
1	open	/	
2	set window size	784x632	
3	click	id=ctl_nickname	
4	type	id=ctl_nickname	Y3fi
5	send keys	id=ctl_nickname	\$(KEY_ENTER)
6	type	id=ctl_clave	123
7	send keys	id=ctl_clave	\$(KEY_ENTER)
8	click	css=#login-button	
9	click	css=^path:nth-child(3)	

The Selenium IDE interface also shows a log of the test execution, indicating that all steps completed successfully. The web browser on the right shows the login form titled "Iniciar Sesión" with fields for "Usuario:" and "Contraseña:", a "¿Olvidé mi contraseña?" link, and an "Iniciar Sesión" button.

Nota: Esta figura muestra el rendimiento del inicio de sesión y el cierre de sesión

Prueba de Consulta de Tabla y Filtrado por Fecha

Descripción:

La segunda prueba fue enfocada en la funcionalidad de consulta y filtrado de tablas. Se buscó evaluar si el usuario puede visualizar la información de manera adecuada, filtrarla por fechas y navegar a través de la paginación.

Pasos ejecutados:

1. **Acceder al módulo de tablas** luego de iniciar sesión.
2. Realizar una **consulta inicial** para cargar todos los datos.
3. Aplicar un **filtro por fecha** en la tabla, seleccionando un rango de fechas.
4. Utilizar el **paginador** para navegar entre diferentes páginas de datos.
5. Comprobar que los resultados del filtro y la paginación funcionen sin errores.

Tiempos de respuesta:

- Consulta inicial de la tabla: **2 segundos**
- Filtrado por fecha: **450 ms**
- Paginación: **450 ms**

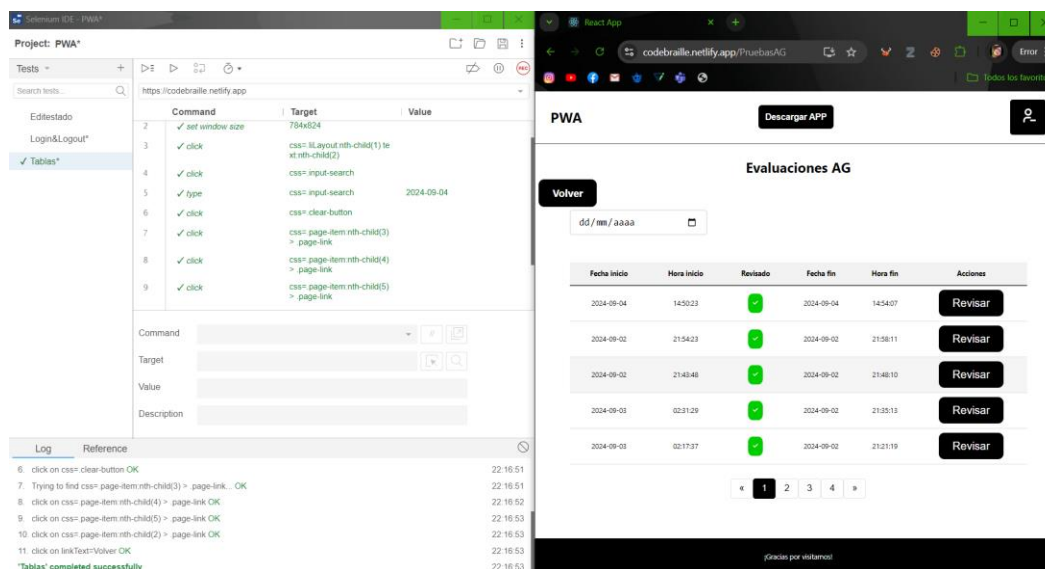
Resultado esperado:

- El filtrado debe mostrar solo los datos que coincidan con el rango de fechas seleccionado.
- La paginación debe permitir la navegación correcta entre los resultados.
- Todas las acciones deben devolver un **200 OK**.

Resultado obtenido:

El sistema funcionó correctamente, mostrando los resultados esperados tras aplicar el filtro y utilizando la paginación sin errores. Cada acción devolvió un **200 OK** con tiempos de respuesta rápidos.

Figura 70 Visualizar tablas



Nota: Esta figura muestra el rendimiento de la carga de datos de la tabla y las interacciones para filtrar.

Prueba de Cambio de Estado de la Prueba

Descripción:

La tercera prueba realizada consistió en cambiar el estado de una prueba específica a través de la PWA. Esto implica que la PWA interactúe con la API para modificar el estado de la prueba en la base de datos.

Pasos ejecutados:

1. Iniciar sesión en la PWA y acceder a la **sección de pruebas**.

2. Seleccionar una prueba en particular de la lista.
3. Cambiar el estado de la prueba, por ejemplo, de "pendiente" a "revisada".
4. Confirmar que el cambio de estado se refleje en la tabla y que el sistema responda correctamente.

Tiempos de respuesta:

- Cambio de estado: **2 segundos**

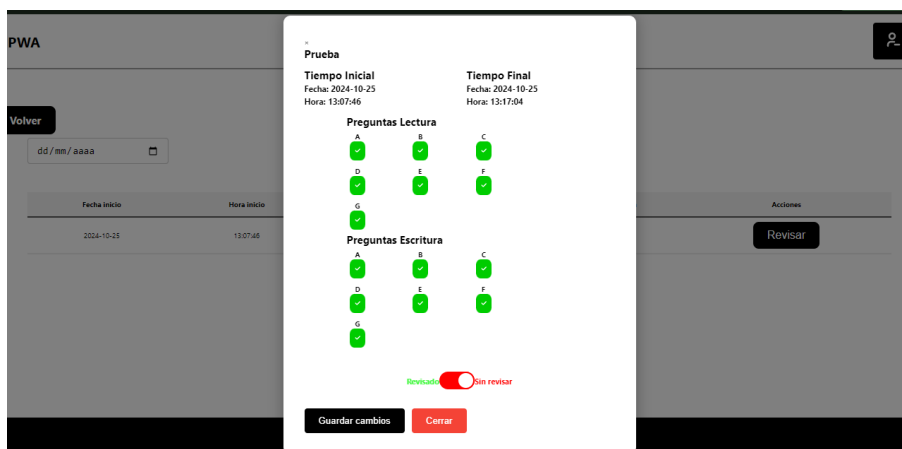
Resultado esperado:

- El estado de la prueba debe cambiar correctamente en la base de datos.
- El sistema debe devolver un **200 OK** indicando el éxito del cambio.

Resultado obtenido:

El cambio de estado se ejecutó correctamente, con un tiempo de respuesta de **2 segundos**, y la PWA devolvió un **200 OK**.

Figura 71 Cambio de estado



Nota: Esta figura muestra el rendimiento de cambio de estado

Prueba de Descarga de la Aplicación

Descripción:

La cuarta y última prueba consistió en verificar el proceso de descarga de la PWA, asegurando que la aplicación se instale correctamente en el dispositivo del usuario.

Pasos ejecutados:

1. Iniciar sesión en la PWA.
2. Acceder al menú para **descargar** la aplicación como PWA.
3. Confirmar que el proceso de descarga y configuración de la aplicación se complete correctamente.

Tiempos de respuesta:

- Inicio de la descarga: **2 segundos**
- Finalización de la descarga: **3 segundos**

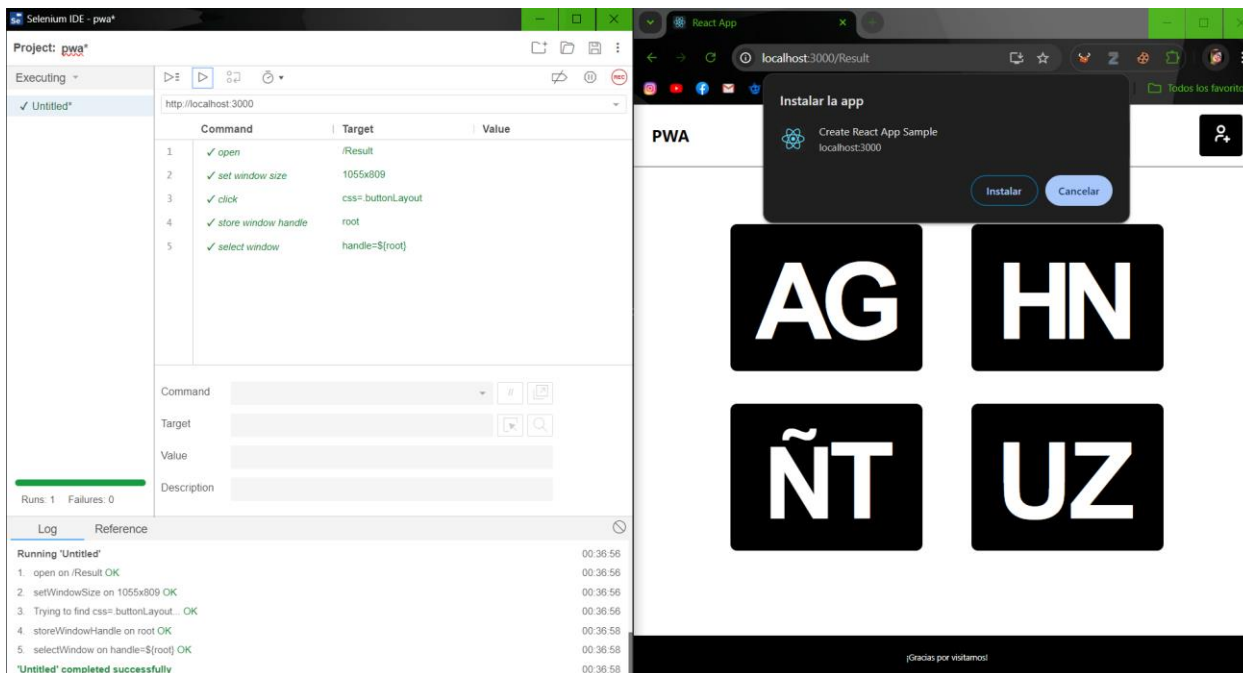
Resultado esperado:

- La PWA debe descargarse e instalarse correctamente en el dispositivo, sin errores.
- El sistema debe devolver un **200 OK** en el proceso.

Resultado obtenido:

La descarga e instalación de la PWA fue exitosa, con tiempos de respuesta rápidos y un **200 OK** en todas las acciones.

Figura 72 Descargar APP



Nota: Esta figura muestra el rendimiento de la descarga de la aplicación.

Conclusión

Las pruebas realizadas con Selenium sobre la PWA que consume la API se completaron exitosamente. Todas las acciones fundamentales, como el inicio y cierre de sesión, consulta y filtrado de tablas, cambio de estado de pruebas, y descarga de la aplicación, se realizaron con tiempos de respuesta rápidos y respuestas **200 OK** en todos los casos. Esto confirma la correcta integración entre la PWA y la API, y el correcto funcionamiento de la PWA en términos de usabilidad y rendimiento.

Pruebas de hardware

Los resultados de las pruebas de rendimiento y funcionalidad del sistema basado en un **ESP32**. Las pruebas incluyen la medición de **voltaje, corriente, tiempos de respuesta**, y el comportamiento del sistema bajo diferentes cargas. Los componentes principales evaluados son solenoides, ventiladores, pulsadores, relés, y la conectividad del ESP32 con la red WiFi.

Componentes Probados:

- ESP32
- Board de expansión ESP32
- 6 solenoides
- Regulador DC-DC XI4005
- Módulo de relé de 8 canales (5V)
- 17 botones pulsadores
- Amplificador estéreo de audio 5V
- 2 ventiladores de 12V
- Conector DC Jack Bornera

Pruebas de Voltaje

Se realizaron mediciones de voltaje en diferentes puntos del circuito utilizando un multímetro. Los valores se registraron en condiciones de funcionamiento estándar, mientras se activaban los solenoides, los ventiladores, y otros componentes.

Resultados:

Figura 73 Pruebas de voltaje

Componente	Voltaje Medido (V)
ESP32 (alimentación)	4.6 V
Solenoides	23.7 V
Regulador DC-DC (Salida)	11.6 V
Ventiladores	11.6 V
Módulo Relé	4.8 V
Amplificador	4.9V
Botones	3.2V
Board de expansión ESP32	11.6V

Pruebas de Corriente

Utilizando un amperímetro en serie, se midió la corriente consumida por los diferentes componentes del sistema en diversas condiciones operativas (activación de solenoides, ventiladores, relés, etc.).

Resultados:

Figura 74 Pruebas de corriente

Componente	Corriente Medida (A)
ESP32 (alimentación)	0.80 A
Solenoides	0.65 A
Regulador DC-DC (Salida)	0.3 A
Ventiladores	0.11 A
Módulo Relé	0.75 A
Amplificador	0.5A
Botones	0.1A
Board de expansión ESP32	0.9A
Total	4.11A

Pruebas de Tiempo de Respuesta

Se midieron los tiempos de respuesta para diferentes acciones del sistema, incluyendo la respuesta de los botones, la activación de solenoides, la conexión a la red WiFi, y las llamadas a la API. Los tiempos fueron cronometrados manualmente y en algunos casos utilizando herramientas automatizadas.

Resultados:

Figura 75 Tiempos de respuesta

Componente/Función	Tiempo de Respuesta
Botones (respuesta)	450 ms
Conexión a WiFi	1-3 segundos
Llamada a API	< 1 segundo
Activación de Solenoides	450 ms
Ventiladores	450 ms

Pruebas Adicionales

Estabilidad de Conexión WiFi:

- Se realizaron múltiples conexiones a la red WiFi para verificar la estabilidad del ESP32 en la red. La conexión fue estable en todas las pruebas, con tiempos de reconexión de 1 a 3 segundos.

Pruebas de Temperatura:

- La temperatura del ESP32 y del regulador DC-DC fue monitoreada después de períodos prolongados de uso. Los ventiladores de 12V mantuvieron la temperatura dentro de los límites aceptables, sin necesidad de enfriamiento adicional.
- **Resultado:** La temperatura del ESP32 fue estable y no presentó sobrecalentamiento.

Conclusión

El sistema ha pasado satisfactoriamente las pruebas de voltaje, corriente, tiempos de respuesta, y estabilidad de conexión. Se observó que el ESP32 y el resto de los componentes operan dentro de los rangos especificados, con tiempos de respuesta rápidos y un consumo energético controlado.

Resultados

Se llevaron a cabo las pruebas en la Institución Educativa Municipal Manuel Ayala de Gaitán, donde se evidenció la funcionalidad del tablero interactivo. La actividad contó con la participación de tres estudiantes y una joven de la Universidad de Cundinamarca, quien actúa como orientadora para los niños con discapacidad visual recalando que ella también . Esto se realizó el 25 de septiembre de 2024, en las instalaciones del colegio, específicamente en el área de inclusión.

Figura 76 Aula de inclusión de la institución Manuela Ayala de Gaitán



Nota: Esta figura muestra el salo de inclusión de la institución Manuela Ayala de Gaitán

Además, se contó con el acompañamiento de un representante de la Alcaldía de Facatativá, quien facilitó la recopilación de resultados en la institución.

Figura 77 Preparación



Nota: Esta figura muestra la preparación para presentar el tablero

Figura 78 Acompañamiento de dos maestras



Nota: Esta figura muestra que en la prueba nos acompañaron 2 docentes, Paola y Luisa

Para llevar a cabo las pruebas de manera óptima y eficaz, se decidió que cada uno de los participantes realizaría un curso con su respectiva evaluación.

Pruebas de funcionalidad

Figura 79 Pruebas de sonido



Nota: Esta figura muestra como se hace la prueba de sonido.

Figura 80 Inicio de prueba



Nota: Esta figura muestra los acompañantes del día de la prueba, y los estudiantes que utilizaron el tablero.

Figura 81 Evidencia N°1



Nota: Esta figura muestra como un estudiante utiliza el tablero.

Figura 82 Evidencia N°2



Nota: Esta figura muestra como una docente utiliza el tablero.

Figura 83 Evidencia N°3



Nota: Esta figura muestra como un estudiante utiliza el tablero.

Tiempos cursos

Tabla 60 Tiempos de los cursos de los participantes

Curso	Tiempo	Participante
AG	11:32 min	1
HN	10:43 min	2
ÑT	12:25 min	3
UZ	9:28 min	4

Tiempos de evaluaciones

Figura 84 Resultados del primer participante

×
Prueba

Tiempo Inicial
Fecha: 2024-09-25
Hora: 13:07:46

Tiempo Final
Fecha: 2024-09-25
Hora: 13:17:04

Preguntas Lectura

A B C

D E F

G

Preguntas Escritura

A B C

D E F

G

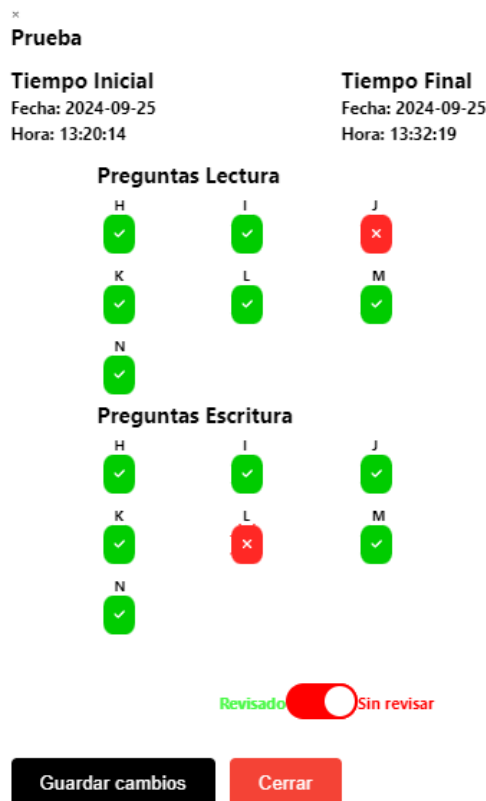
Revisado Sin revisar

Guardar cambios Cerrar

Nota: Esta figura muestra los resultados del primer participante.

El participante ya contaba con conocimientos previos sobre el sistema Braille. Durante la evaluación, completó correctamente las letras A hasta la G en un tiempo total de 10 minutos y 50 segundos, obteniendo resultados completamente acertados en cada una de las letras evaluadas.

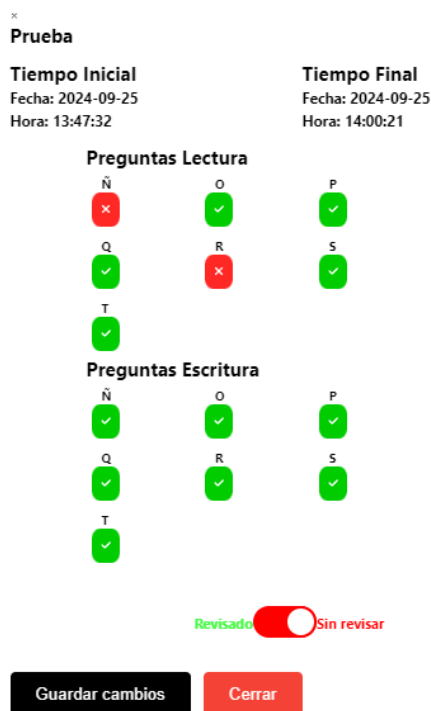
Figura 85 Resultados del segundo participante



Nota: Esta figura muestra los resultados del segundo participante.

El participante 2 tenía algunos conocimientos previos sobre el sistema Braille, aunque no de manera muy avanzada. Durante la evaluación, completó las letras H hasta la N en un tiempo total de 12 minutos y 53 segundos. Sin embargo, cometió errores en dos letras: la letra J en la lectura y la letra L en la escritura.

Figura 86 Resultados del tercer participante



Nota: Esta figura muestra los resultados del tercer participante

El participante 3 tenía algunos conocimientos previos sobre el sistema Braille, aunque no de manera muy avanzada. Durante la evaluación, completó las letras Ñ hasta la T en un tiempo total de 13 minutos y 53 segundos. Sin embargo, cometió errores en dos letras: la letra Ñ y la letra R en la lectura.

Figura 87 Resultados del cuarto participantes (Docente)

Prueba

Tiempo Inicial Fecha: 2024-09-25 Hora: 14:27:17	Tiempo Final Fecha: 2024-09-25 Hora: 14:37:02
--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

Preguntas Lectura

U ✓	V ✓	W ✓
X ✓	Y ✓	Z ✓

Preguntas Escritura

U ✓	V ✓	W ✓
X ✓	Y ✓	Z ✓

Revisado Sin revisar

Guardar cambios Cerrar

Nota: Esta figura muestra los resultados del tercer participante (Docente)

La participante 4, una docente con experiencia en el sistema Braille, completó la evaluación de las letras U hasta la Z en un tiempo total de 10 minutos y 19 segundos, sin cometer ningún error. Su dominio del sistema fue evidente a lo largo de la prueba.

Validación del tablero

Opiniones

Participante 1: "Me gusto, Funcionó muy bien. Me ayudó a entender mejor las cosas y fue divertido participar. Me gusta que podamos aprender así."

Participante 2: "El tablero me gustó mucho funcionó bien y fue muy intuitivo. Era fácil de usar, así que pude entender todo sin problema. Aprender así es mucho más divertido y me ayuda a entender mejor las cosas."

Participante 3: Me gusto usar el tablero. Ojalá tuviéramos uno así en la casa. Sería chévere poder aprender y jugar con él todos los días. Haría que estudiar fuera mucho más divertido y fácil."

Entrevista con profesora

Entrevistador: Me regalas tu nombre completo

Profesora: Paola Stefany Rodríguez Cerna

Entrevistador: ¿Dime como escuchaste los audios para ti fueron claros y los entendiste?

Profesora: Si, está en un buen todo, digamos que se entiende, no sé de pronto diferenciar los botones, porque si te diste cuenta de que hubo confusión en los botones de borrar y enviar, de pronto que fueran diferentes para que la persona pueda diferenciarlos.

Entrevistador: de hecho, respondiendo a tu pregunta... los botones que son para toda la explicación del tablero, los cursos y las evaluaciones son más grandes que los de la matriz , pero entiendo tu punto que estuvieran tal vez marcados para que ustedes entiendan cual es cual

Entrevistador: ahora dime ¿Cómo notaste la funcionalidad de las matrices? Tanto la de lectura como la de escritura.

Profesora: No bien, chévere, pues yo lo entendí muy bien,

Entrevistador: ¿si lo entendiste?

Profesora: Al principio me confundía, por lo que comentaba Luisa, uno escribe diferente a como se lee, de pronto digamos si los chicos ya tienen ya una base en braille, que te recomendaría yo, que cambiaras, los punticos, los 6 puntitos, se llaman cajetines, los cambiaras de lugar, es decir que donde yo oprimía lo punticos estuvieran al lado izquierdo... al lado derecho perdón, ósea invertidos

Entrevistador: ¿ósea que estuviera invertido a como los tenemos?

Profesora: creo que sería más acertado

Entrevistador: listo... ok ahora dime ¿crees que el tablero es una buena opción para aprender braille?

Profesora: si, si, si, jaja total.

Profesora: De igual manera no se si más a delante lo pudieran implementar es que dieran las instrucciones, para que la persona que este aprendiendo sepa los puntos, porque no es solo decir punto uno, sino que punto uno tiene un lugar en específico, 2,3,4,5,6 listo yo estoy yo estoy aprendiendo ahí, pero después de que yo esté haciendo la practica en mi regleta, como se dónde queda punto 1 si no lo aprendí, ¿me entiendes?

Entrevistador: ok perfecto ahora dime ¿en conclusión tu crees que el tablero funciona de manera óptima y eficaz?

Profesora: si esta super chévere parece un Perkins, una máquina de escribir braille

Entrevistador: si de hecho está orientada un poco a eso, listo eso sería todo muchas gracias a ti y a tus compañeros por permitirnos este espacio.

Profesora: Muchas gracias.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se lograron establecer con precisión los criterios técnicos y funcionales del tablero interactivo, lo que permitió identificar y seleccionar los componentes esenciales para asegurar su correcto funcionamiento. Esta base fue clave para garantizar que el dispositivo cumpla con los estándares de rendimiento esperados.

El diseño y la construcción del tablero se llevaron a cabo de acuerdo con los requisitos tecnológicos especificados, lo que resultó en un dispositivo funcional. Esto asegura que el tablero no solo sea operativo, sino también adecuado para los usuarios en términos de facilidad de uso.

Las pruebas exhaustivas realizadas fueron clave para verificar el correcto funcionamiento del dispositivo. A través de estas pruebas, se validó que el tablero cumple con todos los requisitos funcionales establecidos, demostrando su capacidad para operar de manera eficiente y fiable.

Contar con la colaboración de los estudiantes del grupo de inclusión de la Institución Educativa Municipal Manuela Ayala fue clave para evaluar el desempeño real del dispositivo. Las opiniones recopiladas sobre la utilidad y eficacia del tablero proporcionan información valiosa para futuras mejoras.

El proyecto ha validado de manera efectiva el funcionamiento del tablero interactivo físico, garantizando que sus componentes cumplan con los estándares necesarios para un rendimiento óptimo a través de criterios técnicos y funcionales bien definidos. La fase de diseño y construcción resultó en un producto funcional, respaldado por pruebas que aseguran su efectividad práctica. La colaboración con los estudiantes del grupo de inclusión de la Institución Educativa Municipal Manuela Ayala ha proporcionado valiosa retroalimentación sobre el desempeño del tablero y su utilidad en el proceso de aprendizaje, destacando su importancia como herramienta de inclusión para personas con discapacidad visual.

Recomendaciones

Proporcionar formación a los educadores sobre el uso efectivo del tablero interactivo. Esto garantizará que se maximice su potencial en el aula y se integre adecuadamente en el proceso de enseñanza, mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Según lo señalado por la profesora entrevistada, se recomienda modificar la disposición de las matrices, ubicando la matriz de escritura a la derecha y la de lectura a la izquierda. Esta reorganización facilitará un acceso más intuitivo y natural para los usuarios.

Se sugiere agregar una metodología específica para la enseñanza del Braille, tal como mencionó la profesora entrevistada. Esta metodología debe incluir la identificación de cada uno de los puntos y cajetines del sistema Braille, utilizando la matriz de 2x3 para facilitar el aprendizaje y la asociación de los estudiantes con el sistema de escritura.

Referencias

Universidad internacional de valencia (2021). Beneficios y desventajas del sistema Braille.(UIV,2021)

<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/beneficios-ydesventajas-del-sistema-Braille>

La voz de Galicia (2016). La población ciega está cada vez más normalizada en nuestra sociedad. (LVG,2016)

https://www.lavozdegalicia.es/noticia/santiago/santiago/2016/02/06/psicologo-oncegalicia-poblacion-ciega-vez-normalizadasociedad/0003_201602S6C12991.htm#:~:text=%C2%ABEI%20Braille%20es%20un%20siste%20ma,120%2D150%20palabras%20por%20minuto

Código no verbal, LinkedIn (2023). Personas con discapacidad visual y su comunicación no verbal.(LinkedIn,2023)

<https://es.linkedin.com/pulse/personas-con-discapacidad-visual-y-sucomunicaci%C3%B3nverbal#:~:text=El%20tacto%20es%20una%20de,de%20mostrar%20afecto%20y%20empat%C3%ADa>

RISTI,(2019). Herramientas tecnológicas contribuyendo a la inclusión de personas con necesidades especiales

<https://www.proquest.com/openview/4a79f8c408fbf6273670186386aa74ea/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>

AFB (American Foundation for the Blind), (2019). Braille

<https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/braille>

Aquino Z Silvia P, Verónica García M Verónica , Izquierdo Jesús (2012), La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior. Un estudio de caso.(A. Silvia, 2012)

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200007

El tiempo (2022). Colombia necesita fijar su mirada en las personas ciegas y con baja visión.(El tiempo, 2022)

<https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/colombia-necesita-fijar-su-mirada-en-las-personas-ciegas-y-con-baja-vision-712194#:~:text=Jose%20Micolta%20Rold%C3%A1n-,24%20de%20octubre%202022%2C%2004%3A02%20P.,M.&text=Seg%C3%BAn%20cifras%20del%20Centro%20de,extremas%3A%20ser%20sobrepotejidos%20o%20infravalorados>

Aucay p. Jorge A. universidad politécnica salesiana(2016), prototipo electrónico de sistema de enseñanza Braille.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12354/1/UPS-CT006454.pdf>

Martínez L. Ismael, Polo C. Delfina (2004), guía didáctica para la lecto escritura Braille.

http://bibliorepo.umce.cl/libros_electronicos/diferencial/edtv_30.pdf

Alcaldía superior de Bogotá (2020), En Bogotá, por cada 100 mil habitantes hay 6.379 personas con discapacidad.

<https://www.sdp.gov.co/noticias/bogota-cada-100-mil-habitantes-hay-6379->

Personasdiscapacidad

ProQuest (2019). Diseño of an electronic prototype to teach braille

<https://www.proquest.com/docview/2920190134/fulltextPDF/86CEDFCB0C034947PQ/1?accountid=152438&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Burga C. Daniel M (2018), DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO PORTÁTIL TEXTO-VOZ PARA PERSONAS NO VIDENTES PARA LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15845/1/UPS-ST003652.pdf>

guzhñay L. Antony D. (2018), DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN ASISTENTE ROBOTICO PARA EL SOPORTE EN LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE BRAILLE EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16324/1/UPS-CT007948.pdf>

Villavicencio L. Pablo D. (2022), DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE APRENDIZAJE ALFABÉTICO TRADUCTOR DE VOZ A BRAILLE.

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35565/1/t2038ec.pdf>

Loza P. Oscar P. (2018) Sistema electrónico Braille para la ayuda en el aprendizaje de personas no videntes.

<https://www.redalyc.org/pdf/4761/476150826008.pdf>

Logicalis Architecs of change. (2015). Modelo relacional en la gestión de bases de datos.

<https://blog.es.logicalis.com/analytics/conceptos-basicos-del-modelo-relacional-en-lagestion-de-bases-de-datos>

Sparx Systems. (n. d) Enterprise Architect - Recursos – Tutorial UML.Www.sparxsystems.com.ar. Retrieved November 6, 2022, from

<http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml-tutorial.php#:~:text=>

International Business Machines Corporation. (2021). Definición de casos de uso.

<https://www.ibm.com/docs/es/elm/6.0.3?topic=requirements-defining-use-cases>

Project management office informática. (2021). ¿Cómo hacer el diagrama de casos de uso?

<http://www.pmoinformatica.com/2021/03/como-hacer-el-diagrama-de-casos-de-uso.html>

Ambler, S. (2005). The elements of UML 2.0 style. Cambridge University Press, New York. Fowler, M. and Scott, K. (2003). UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language, 3rd ed. Addison- Wesley Professional, Essex.

José, F., Peñalvo, G., & Pardo Aguilar, C. (n.d.). Diagramas de Clase en UML 1.1.

<https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/353/1/DClase.pdf>

María Laura Lecuona, E. (2014). Maestría en Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad Nacional de Rio Negro, Sede Andina.

<https://www.studocu.com/co/document/colégio-nuestra-senora-de-lourdes/matematica-fisica/informe-sobre-ciegos-libros-y-tecnologia/76444651>

ISMAEL MARTÍNEZ - (2004). Umce.cl. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de http://bibliorepo.umce.cl/libros_electronicos/diferencial/edtv_30.pdf

ONCE.(2015)- La didáctica del braille más allá del código. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de https://biblioteca.fundaciononce.es/system/files/didactica_del_braille_2015.pdf

Equipo de Expertos en Educación, E. (2014, diciembre 2). El uso del Braille aplicado a las nuevas tecnologías. *VIU España*. <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/el-uso-del-braille-aplicado-las-nuevas-tecnologias>

Tecnología Asistiva transforma vidas: saiba como. (s/f). Lohmedical.com. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de <https://www.lohmedical.com/es/blog/como-la-tecnologia-de-asistencia-puede-transformar-vidas>

Equipo de Expertos en Educación, E. (2015, febrero 7). Principales dificultades en el aprendizaje del sistema braille. *VIU España*. <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/principales-dificultades-en-el-aprendizaje-del-sistema-braille>

Desafíos didácticos de la lectura braille, (2001). Usal.es. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de https://sid-inico.usal.es/idocs/F8/FDO5148/desafios_didacticos_lectura_braille.pdf

Fundación Universitaria Compensar U Compensar, Molero Suárez, L. G., Cruz Romero, L. D., & Fundación Universitaria Compensar U Compensar. (2021). Tecnología asistiva como plataforma para la educación inclusiva. En *Gamificación y Discapacidad. Una alternativa socialmente responsable. Volumen III* (pp. 15–26). Fondo Editorial Universitario Servando

Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S.

Narvaez, M. (2022, febrero 1). *Pruebas de usabilidad: Qué son y cuáles son sus beneficios.*

QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/pruebas-de-usabilidad/>

Daniel Alejandro, 2020- VALIDACIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA APOYAR EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA BRAILLE. Edu.co. Recuperado el 17 de octubre de 2024, de <https://repository.urosario.edu.co/items/e132dd04-2ed0-4cc9-afa4-31ef73f631cd>