

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero de Sistemas*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN  
ENTORNOS WEB Y MÓVIL PARA BRINDAR SOPORTE EN LA  
EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN AUDITIVA EN NIÑOS.”**

**AUTORES:**

JONNATHAN ISRAEL OYERVIDE RÍOS

PAÚL ANDRÉS QUITO NAULA

**TUTOR:**

ING.VLADIMIR ESPARTACO ROBLES BYKBAEV

CUENCA - ECUADOR

2018

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jonnathan Israel Oyervide Ríos con documento de identificación N° 010395087-9 y Paúl Andrés Quito Naula con documento de identificación N° 010464605-4, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN ENTORNOS WEB Y MÓVIL PARA BRINDAR SOPORTE EN LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN AUDITIVA EN NIÑOS.”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero de Sistemas*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2018



Jonnathan Israel Oyervide Ríos  
C.I.: 010395087-9



Paúl Andrés Quito Naula  
C.I.: 010464605-4

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN ENTORNOS WEB Y MÓVIL PARA BRINDAR SOPORTE EN LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN AUDITIVA EN NIÑOS.”**, realizado por Jonnathan Israel Oyervide Ríos y Paúl Andrés Quito Naula, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2018



Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

C.I. 030099181-7

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Jonnathan Israel Oyervide Ríos con número de cédula 010395087-9 y Paúl Andrés Quito Naula con número de cédula 010464605-4, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA BASADO EN ENTORNOS WEB Y MÓVIL PARA BRINDAR SOPORTE EN LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN AUDITIVA EN NIÑOS.”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2018



Jonnathan Israel Oyervide Ríos  
C.I.: 010395087-9



Paúl Andrés Quito Naula  
C.I.: 010464605-4

## Agradecimiento

Ante todas las cosas agradecer a Dios, por haberme brindado la oportunidad de cumplir una mas de mis metas personales, de haber sido un guía en cada una de mis altas y bajas, por haberme mostrado que el mundo no es un arcoíris ni nubes rosas, es un mundo duro, que esta dispuesto a golpear y dejarte en el suelo, si así queremos, que nadie golpea tan duro como la vida, y que no importa lo tan duro que golpee, importa mas cuanto aguantas y sigues avanzando, así es como se gana y que si quiero demostrar lo que valgo tengo que salir a enfrentarla, pero tengo estar dispuesto a que me den golpes y no culpar a otros o decir: “No soy lo que quiero ser, por él, por ella, ni por nadie”, que solo los cobardes lo hacen y he demostrado que yo no lo soy, y así con esfuerzo me ha permitido llegar a este día.

Además, quiero hacer un extensivo y sincero agradecimiento a alguien quien, mas que mi tutor de proyecto técnico, lo considero un amigo incondicional, Ing. Vladimir Robles Bykbaev y a la Mgs Adriana León, quienes han contribuido con todos sus conocimientos, paciencia, tolerancia y disponibilidad durante el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Politécnica Salesiana y sus docentes quienes a mas de profesores se han convertido en amigos, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, el camino no ha sido sencillo, pero gracias a sus conocimientos y dedicación, he logrado importantes objetivos.

A mi familia, a mi hijo, mis amigos y personas especiales en mi vida, no podría haberme sentido más feliz con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su apoyo en todo momento de mi vida.

**Paúl Andrés Quito Naula**

## Agradecimiento

Inicialmente quiero dar gracias a Dios por darme la fortaleza para mantenerme en pie a pesar de todas las pruebas que me ha puesto, demostrándome de las cosas que soy capaz y que con esfuerzo y dedicación, todo objetivo que uno se ponga en la vida se puede cumplir.

Agradecer a mi madre Elisabeth, que estuvo apoyándome y dirigiéndome siempre por el buen camino, inculcándome los valores importantes de la vida y enseñándome que siendo una buena persona se consigue mas cosas buenas. Siempre has sido un referente de vida para mi.

Agradezco también a mi padre Rafael, quien ha sido un ejemplo de honestidad y perseverancia. Que siempre tuvo cariño para sus hijos, y ha sido un apoyo en todo momento.

Gracias por nunca haber perdido la confianza en mi. Siento tanto orgullo de ser su hijo.

A mi tutor de tesis, Ing. Vladimir Robles Bykbaev, a quien lo he considerado un amigo y una persona llena de visión y vocación de enseñanza. Gracias por la paciencia y las jaladas de oreja que me ha dado, que me ha motivado aún mas a no decaer en este largo proceso educativo.

A la Mgs. Adriana León, quien nos apoyó con todos sus conocimientos en el área terapéutica, logrando que la aplicación EFA sea de gran ayuda para las personas que lo necesitan.

A la Ing. Bertha Tacuri, nuestra directora de carrera. Gracias por apoyarme a continuar con mis estudios a pesar de siempre haber trabajado y ser una parte fundamental en el desarrollo de mi carrera. En gran parte, gracias a usted he podido completar con mi proceso educativo.

A la Universidad Politécnica Salesiana y los docentes que la componen, quienes han sido fundamentales para mi proceso de aprendizaje, obteniendo un gran conocimiento a raíz de sus experiencias profesionales. Gracias por la paciencia, la sabiduría y la vocación.

Y por último y no menos importante, a mi amigo y compañero de tesis, Paúl (Pancho), ya que sin él no se habría podido completar este proyecto, siempre pendiente y dedicado a dar lo mejor de si para que este viaje que emprendimos juntos sea concluido con éxito. Gracias amigo por la paciencia y el aguante en este largo proceso. ¡POR FIN TERMINAMOS! Jajaja.

**Jonnathan Israel Oyervide Ríos**

## Dedicatoria

El presente trabajo de grado se lo quiero dedicar a Dios, por ser mi guía y protección, en cada paso que doy. A mi madre, María Teresa Naula quien en cualquier circunstancia de la vida ha estado ahí para apoyarme, para demostrarme que con dedicación y esfuerzo todo se puede. A mi padre Miguel Ángel Quito, quien me ha demostrado que la perseverancia y los fracasos son conocimientos importantes para crecer como personas, a mi Hermana Liz Bernarda Quito, por apoyarme y transmitirme esa alegría que le caracteriza y a mi hijo Juan Andrés Quito, mi gran inspiración en el día a día, esa sonrisa que me demuestra que aunque una persona falla, siempre hay una segunda oportunidad para volverá intentar y hacer las cosas de la mejor manera.

A mis amigos del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA), y de la Catedra de la Unesco, quienes me ayudaron y asesoraron durante la elaboración del presente proyecto.

Como no mencionar a mis amigos y hermanos Jhonny Pauta, quien me ha apoyado en los momentos mas duros que me ha tocado vivir, Carlos Arévalo, Diego Lima, Jonnathan Oyervide, Adrián Poveda quienes han lograron hacer que cada día en la Universidad sea una historia nueva para reír, pelear, pero ante todo el apoyo incondicional entre nosotros.

Finalmente, agradecer por todas las experiencias que he vivido en la universidad y en la vida, ya que solo así pude crecer como profesional, persona y padre, recordando que la vida te puede dar mil tropezones en todos los ordenes, en el amor, el trabajo, el estudio, los sueños que planeas, pero una y mil veces estas echo con fuerza para volverte a levantar y volver a empezar.

**Paúl Andrés Quito Naula**



## Dedicatoria

El presente trabajo de tesis de grado lo dedico a mis padres Elisabeth y Rafael, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque lo que uno quiere puede conseguirlo.

A mi hermano Nicolás por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso y quien, además de mis padres, me ha motivado a ser un ejemplo a seguir, inculcando en él los valores que mis padres inculcaron en mi. Gracias por estar conmigo en todo momento.

A mi familia, quienes siempre han estado apoyándome en todo momento y esperando lo mejor de mi, logrando esfuerzo por conseguirlo se mantenga fuerte e intacto.

Por último y no menos importante a mis amigos que siempre han sido un apoyo ante todas las adversidades que me ha presentado la vida y me han acompañado en este largo proceso de formación profesional alentándome a seguir adelante.

**Jonnathan Israel Oyervide Ríos**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1. Antecedentes</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2. Importancia y alcances</b> .....	<b>3</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1. Objetivo General</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>4</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1. Definición</b> .....	<b>5</b>
<b>5.2. Causas</b> .....	<b>5</b>
<b>5.3. Prevalencia</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4. Clasificación</b> .....	<b>7</b>
<b>5.5. Necesidades educativas de los niños con discapacidad auditiva</b> .....	<b>10</b>
<b>5.5.1. Características lingüísticas</b> .....	<b>11</b>
<b>5.5.2. Características cognitivas</b> .....	<b>12</b>
<b>5.5.3. Características psicológicas</b> .....	<b>13</b>
<b>6. TRABAJO RELACIONADO: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE SOPORTE A LA EVALUACIÓN DEL LENGUAJE Y LA AUDICIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>6.1. “An Intelligent System to Automatically Generate Video-Summaries for Accessible Learning Objects for People with Hearing Loss”</b> .....	<b>14</b>

6.2.	“Data repository of mobile applications for people with disabilities in the area of communication and language using data mining techniques”.....	15
6.3.	“ISLanD: An Informatics Intelligent System to Support the Language Development of Children from 4 to 5 years”.....	15
6.4.	“Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities” .....	16
6.5.	“Un sistema híbrido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación”.....	16
7.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	17
7.1.	<b>Análisis de requerimientos</b> .....	17
7.1.1.	<b>Diagrama de casos de uso</b> .....	18
7.1.1.1.	<b>Diagrama de casos de uso del Terapeuta</b> .....	18
7.1.1.2.	<b>Diagrama de Casos de Uso del Paciente</b> .....	20
7.1.2.	<b>Diagramas de secuencia</b> .....	22
7.2.	<b>Diseño y desarrollo de la app móvil</b> .....	24
7.2.1.	<b>Planteamiento de la Base de Datos</b> .....	24
7.2.2.	<b>Interfaz Gráfica Aplicación Móvil</b> .....	30
7.2.3.	<b>Módulos del Test EFA</b> .....	34
7.2.3.1.	<b>Detección del Sonido</b> .....	34
7.2.3.2.	<b>Discriminación Auditiva</b> .....	35
7.2.3.2.1.	<b>Sonidos del cuerpo</b> .....	35
7.2.3.2.2.	<b>Sonidos del Medio Ambiente</b> .....	36

7.2.3.2.3.	Sonidos de animales.....	36
7.2.3.2.4.	Sonidos de instrumentos musicales .....	37
7.2.3.2.5.	Sonidos de Medios de Transporte .....	38
7.2.3.2.6.	Sonidos de la Naturaleza .....	38
7.2.3.2.7.	Sonidos Largos vs Sonidos Cortos.....	39
7.2.3.2.8.	Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves.....	40
7.2.3.3.	Identificación de palabras.....	40
7.2.3.4.	Comprensión Auditiva.....	41
7.2.3.4.1.	Narración del Cuento .....	41
7.2.3.4.2.	Preguntas del Cuento.....	42
7.2.3.5.	Memoria Auditiva.....	42
7.2.3.6.	Secuencias Rítmicas .....	43
7.2.3.7.	Discriminación Fonética .....	44
7.2.3.8.	Integración Auditiva.....	44
7.3.	Interfaz Gráfica Sistema Web.....	45
7.3.1.	Módulos del sistema web .....	46
7.3.1.1.	Pantalla principal.....	46
7.3.1.2.	Perfil.....	46
7.3.1.3.	Análisis estadístico .....	47
7.3.1.4.	Análisis Grupal .....	48
7.3.1.5.	Clustering.....	48
7.3.1.5.1.	Algoritmo K-Means.....	48

7.3.1.5.2.	Gráfica Heatmap .....	49
7.3.1.5.3.	Gráfica Clustering .....	49
7.3.1.6.	Correlación .....	50
7.3.1.6.1.	Coeficiente de correlación de Pearson.....	50
7.3.1.7.	Dendograma.....	50
7.3.2.	Interfaz Gráfica Sistema Web.....	52
7.3.3.	Comunicación entre la aplicación móvil y el servidor en la nube.....	52
7.4.	Pruebas .....	53
7.5.	Implementación .....	54
7.5.1.	Carga de aplicativo móvil a la Google Play Store .....	54
8.	<b><i>EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS</i></b> .....	55
8.1.	Población de estudio .....	55
8.2.	Elaboración del instrumento de evaluación.....	57
8.3.	Análisis Estadístico de los resultados.....	58
8.4.	Resultados por objetivos .....	58
9.	<b><i>CONCLUSIONES</i></b> .....	60
10.	<b><i>TRABAJOS FUTUROS</i></b> .....	61
11.	<b><i>RECOMENDACIONES</i></b> .....	62
12.	<b><i>ANEXOS</i></b> .....	63
12.1.	Manual de Usuario Aplicación Movil.....	63
12.1.1.	Introducción .....	63
12.1.1.1.	Propósito .....	63

12.1.1.2.	Alcance.....	63
12.1.2.	Manual de funcionamiento.....	63
12.1.2.1.	Requerimientos .....	63
12.1.2.1.1	Hardware.....	63
12.1.2.1.1	Software.....	63
12.1.2.2.	Funcionamiento.....	63
12.1.2.3.	Descarga de la aplicación / descripción de módulos del prototipo .....	64
12.1.2.4.	Inicio del Sistema / Conexión de prototipo / modo de uso.....	64
12.1.2.4.1.	Splash.....	64
12.1.2.4.2.	Inicio de Sesión .....	65
12.1.2.4.3.	Registro de un nuevo terapeuta .....	65
12.1.2.4.4.	Listado de pacientes.....	66
12.1.2.4.5.	Listado y creación de test.....	67
12.1.2.4.6.	Nuevo Test .....	68
12.1.2.4.7.	Módulos de test EFA.....	69
12.1.2.4.7.1.	Detección del Sonido .....	69
12.1.2.4.7.2.	Discriminación Auditiva .....	71
12.1.2.4.7.3.	Sonidos del cuerpo .....	71
12.1.2.4.7.4.	Sonidos del Medio Ambiente .....	72
12.1.2.4.7.5.	Sonidos de animales .....	73
12.1.2.4.7.6.	Sonidos de instrumentos musicales.....	74
12.1.2.4.7.7.	Sonidos de Medios de Transporte.....	75
12.1.2.4.7.8.	Sonidos de la Naturaleza.....	76

12.1.2.4.7.9.	Sonidos Largos vs Sonidos Cortos.....	77
12.1.2.4.7.10.	Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves.....	77
12.1.2.4.8.	Identificación de palabras .....	78
12.1.2.4.9.	Comprensión Auditiva.....	79
12.1.2.4.9.1.	Narración del Cuento.....	79
12.1.2.4.9.2.	Preguntas del Cuento.....	79
12.1.2.4.10.	Memoria Auditiva.....	80
12.1.2.4.11.	Secuencias Rítmicas.....	81
12.1.2.4.12.	Discriminación Fonética .....	82
12.1.2.4.13.	Integración Auditiva.....	82
12.1.2.4.14.	Finalizar Test.....	83
12.1.3.	Consideraciones / Recomendaciones .....	84
12.2.	Manual de Usuario Portal Web. ....	85
12.2.1.	Introducción .....	85
12.2.1.1.	Propósito .....	85
12.2.1.2.	Alcance .....	85
12.2.2.	Manual de funcionamiento.....	85
12.2.2.1.	Requerimientos .....	85
12.2.2.1.1	<i>Hardware</i> .....	85
12.2.2.1.2	<i>Software</i> .....	85
12.2.2.2.	Funcionamiento.....	86
12.2.2.2.1.	Descripción de módulos .....	86

<b>12.2.2.2.2. Modo de uso.....</b>	<b>86</b>
<b>12.2.2.2.3. Pantalla Inicio de Sesión.....</b>	<b>86</b>
<b>12.2.2.2.4. Página Principal.....</b>	<b>87</b>
<b>12.2.2.2.5. Editar Paciente .....</b>	<b>88</b>
<b>12.2.2.2.6. Visualización Test.....</b>	<b>89</b>
<b>12.2.2.2.7. Pantalla Perfil Terapeuta.....</b>	<b>90</b>
<b>12.2.2.2.8. Pantalla Análisis Estadístico.....</b>	<b>90</b>
<b>12.2.2.2.9. Pantalla Análisis Grupal.....</b>	<b>93</b>
<b>12.2.2.2.10. Pantalla Clustering .....</b>	<b>94</b>
<b>12.2.2.2.11. Pantalla Correlación.....</b>	<b>97</b>
<b>12.2.2.2.12. Pantalla Dendrograma.....</b>	<b>99</b>
<b>12.2.2.2.13. Pantalla Recuperar Contraseña .....</b>	<b>100</b>



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1: DCU-Terapista .....	19
Imagen 2: DCU-Paciente .....	21
Imagen 3: Inicio de sesión.....	22
Imagen 4: Registro de terapeuta y paciente.....	23
Imagen 5: Desarrollo del test.....	24
Imagen 6: Diagrama de BD del servidor.....	26
Imagen 7: Splash inicial de la app EFA.....	31
Imagen 8: Registro de terapeuta EFA.....	32
Imagen 9: Menú principal .....	33
Imagen 10: Submenú Discriminación Auditiva .....	34
Imagen 11: Módulo de Detección del sonido.....	35
Imagen 12: Sonidos del cuerpo .....	35
Imagen 13: Sonidos del Medio Ambiente.....	36
Imagen 14: Sonidos de Animales .....	37
Imagen 15: Sonidos de Instrumentos Musicales .....	37
Imagen 16: Sonidos de Medios de Transporte .....	38
Imagen 17: Sonidos de la Naturaleza.....	39
Imagen 18: Sonidos Largos vs Sonidos Cortos.....	39
Imagen 19: Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves.....	40

Imagen 20: Identificación de Palabras.....	41
Imagen 21: Comprensión Auditiva - Narración del Cuento.....	41
Imagen 22: Ejemplo de lámina sobre la que se realizan preguntas.....	42
Imagen 23: Módulo de Memoria Auditiva.....	43
Imagen 24: Módulo Secuencias Rítmicas.....	43
Imagen 25: Módulo Discriminación Fonética (Pela - Vela).....	44
Imagen 26: Módulo Integración Auditiva.....	45
Imagen 27: Sistema web - Inicio de sesión.....	46
Imagen 28: Sistema web - Pantalla principal (Se ocultan los datos por seguridad de los pacientes).....	46
Imagen 29: Sistema web - Perfil.....	47
Imagen 30: Sistema web - Análisis estadístico.....	47
Imagen 31: Sistema web - Análisis grupal comparativo.....	48
Imagen 32: Sistema web – Clustering.....	49
Imagen 33: Sistema web – Correlación.....	50
Imagen 34: Sistema web - Dendograma 1.....	51
<i>Imagen 35: Sistema web - Dendograma 2.....</i>	<i>52</i>
Imagen 36: Ejemplos de Web Services usados.....	53
Imagen 37: INSERT en la Base de Datos SQLite.....	53
Imagen 38: Carga de aplicación en la Google Play Store.....	54
Imagen 39: Carga de la App completa en la Google Play Store.....	55

Imagen 40: Aplicación disponible en la Google Play Store.....	55
Imagen 41: Análisis de los años de experiencia de los profesionales en las áreas relacionadas con educación/rehabilitación (Leon, et al., 2018) .....	56
Imagen 42: Percepción de los profesionales acerca de los contenidos de la herramienta EFA (Leon, et al., 2018) .....	58

## 1. RESUMEN

Según datos del 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), aproximadamente el 62,9% (359 165 personas) de la población del azuay hace uso del telefono celular y el 40,2% (229 632 personas) usan el computador, por lo que el uso de las tecnologías de la información y comunicación es de vital importancia para el desarrollo de nuestras actividades diarias, así como también debería serlo el desarrollar soluciones para personas que lo necesitan. Tal es el caso de la discapacidad auditiva, que representa el 14,13% de un total de 449 169 personas de la población del Ecuador y el 12,33% de un total de 29 208 personas de la población del Azuay que poseen discapacidades.

Es por ese gran índice de personas con discapacidad auditiva que se ha desarrollado la aplicación móvil EFA, para ayudar con una detección temprana y poder mejorar las técnicas utilizadas en terapia para minimizar el avance de esta discapacidad y trabajar sobre áreas específicas para maximizar los resultados.

Nuestro proyecto cuenta con una aplicación móvil, la cual es el nucleo, donde se puede completar un test con variados tipos de preguntas animadas que lo hacen amigable y de gran utilidad para detectar problemas específicos de la audición. Así mismo, tambien está desarrollada una interfaz web, donde se pueden acceder a las estadísticas basadas en minería de datos que ayudarán a segmentar las categorías del test para validarlo al 100% y mejorarlo en un futuro, potenciando mas su utilidad.

## 2. ABSTRACT

According to 2010 data from the National Institute of Statistics and Census (INEC), approximately 62,9% (359 165 people) of the population of Azuay have cell phone and 40,2% (229 632 people) use the computer, as well as the use of information and communication technologies of vital importance for development of solutions for people who need it. This is the case of hearing disability, which represents 14,13% of a total of 449 169 people of the population of Ecuador and 12,33% of a total of 29 208 people of the population of Azuay which some kind of disability.

That's why a great index of people with hearing disabilities has developed the EFA mobile application, to help them with early detection and improve the techniques that have been used in therapy to minimize the progress of this disability and work on specific areas to maximize the results.

Our project has a mobile application, which is the core, where you can complete a test with various types of animated questions that are easy to answer to know the specific problems of hearing. Likewise, a web interface is also developed, where you can access statistics based on data mining, as well as in the segmentation of the test categories of 100% and improve in the future, further enhance its usefulness.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Antecedentes**

La audición es un sentido fundamental para el aprendizaje del lenguaje oral y el desarrollo del pensamiento. Gracias a la información auditiva que el niño recibe de su medio, puede desarrollar las habilidades lingüísticas necesarias para una adecuada interrelación, una correcta articulación de los sonidos del habla y una fluidez adecuada en el discurso.

La audición, es el cimiento para la adquisición del lenguaje oral, para el desarrollo de la percepción auditiva que incide directamente en los procesos de maduración neurológica. Los sonidos que el niño escucha desde sus primeros días de vida, permiten que las características morfológicas y funcionales de las áreas corticales del lenguaje queden selladas (Jaúdenes, p.12).

La audición tiene una función de alerta que nos permite tomar decisiones y actuar ante cualquier situación, su función más primitiva permite reconocer ruidos y sonidos del ambiente así como localizar la fuente sonora, su función principal es el desarrollo del lenguaje hablado y la retroalimentación auditiva que permite corregir nuestras propias producciones. El sentido de la audición es también multidireccional, temporal, continuo (actúa en todo momento, incluso cuando dormimos).

#### **3.2. Importancia y alcances**

El desarrollo del presente trabajo de grado permitirá analizar, determinar y categorizar a los pacientes que presentan los diferentes grados de discapacidad auditiva, con el objetivo de poder ejecutar o desarrollar nuevas terapias para poder disminuir el impacto de la discapacidad en las actividades cotidianas de las personas con esta patología.

Acorde a los datos del 2010 obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), aproximadamente el 14,13% de la población del Ecuador y el 12,33% de la población del Azuay poseen algún tipo de discapacidad.

Las cifras representan un alto índice de discapacidad, por lo que el desarrollo de soluciones tecnológicas es fundamental para apoyar en la temprana detección de los

diferentes síntomas y poder tomar acciones necesarias a tiempo para reducir las probabilidades de que la discapacidad empeore.

EFA, una aplicación creada para los niños entre 3 y 6 años de edad, permitirá determinar las debilidades auditivas a través de la resolución de un test dinámico y divertido con el apoyo de un profesional en el área.

Con el uso de EFA, se podrá aplicar el test desarrollado por los expertos en la materia y categorizar de mejor manera a los niños según el grado de discapacidad que presenten. Ayudará a los profesionales a encontrar factores comunes para realizar la categorización y posterior aplicación de técnicas terapéuticas.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Diseñar y desarrollar de un sistema basado en entornos web y móvil para brindar soporte en la evaluación de la función auditiva en niños de 0 a 3 años.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Estudiar y conocer el proceso de evaluación que se lleva a cabo en el ámbito logopédico para evaluar la función auditiva en niños.
- Establecer las variables y la secuencia lógica para realizar el proceso de evaluación de la función auditiva.
- Diseñar y desarrollar una herramienta web y con un conjunto de web services que permiten recolectar la información relacionada con el proceso de evaluación de la función auditiva en niños. Esta herramienta implementará los siguientes servicios:
  - Gestión de información de los usuarios/logopedas del sistema.
  - Gestión de datos de los pacientes.
  - Generación de reportes y estadísticas.
  - Módulo de sincronización de datos con la aplicación móvil.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil multiplataforma que permita realizar el proceso de evaluación de la función auditiva. Esta aplicación implementará los siguientes servicios (a través de web services):

- Registro y consulta de usuarios del sistema.
  - Registro y consulta de pacientes.
  - Registro y consulta de evaluaciones de la función auditiva.
  - Generación de reportes.
  - Módulo de gestión de modo de funcionamiento (local o con sincronización a servidor).
  - Módulo de exportación de información almacenada en la base de datos.
- Diseñar y desarrollar un módulo para llevar a cabo análisis basados en minería de datos.
  - Diseñar y ejecutar un plan de experimentación para validar el sistema desarrollado.
  - Elaborar un manual de usuario y un manual técnico y publicar la aplicación en una tienda virtual.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. Definición**

Según la (Organización Mundial de la Salud, 2011, pág 7) y la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y la Salud (CIF), la discapacidad está definida como un término genérico que engloba deficiencias, limitaciones de actividad y restricciones para la participación.

Respecto a la discapacidad auditiva, referenciando a la OMS, se define “sordo” a “toda persona cuya agudeza auditiva le impide aprender su propia lengua, seguir con aprovechamiento las enseñanzas básicas y participar en las actividades normales de su edad. Su audición no es funcional para la vida cotidiana.” (Montiel, 2008)

### **5.2. Causas**

Los autores (Claustre M y col, 2010), mencionan algunos motivos que pueden desencadenar en una discapacidad auditiva.

Parte del oído afectado	Qué lo puede afectar
-------------------------	----------------------



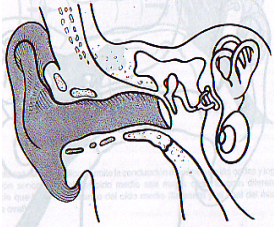
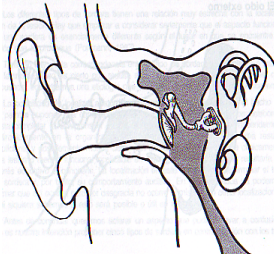
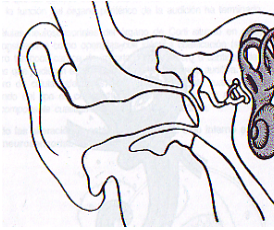
 <p>Oído Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Anomalías congénitas del pabellón o conducto.”</li> <li>• “Infecciones del conducto auditivo externo.”</li> <li>• “Presencia de tapones de cera o de otros objetos extraños en el conducto auditivo externo.”</li> </ul>
 <p>Oído Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Alteraciones de la membrana timpánica: perforación, ausencia, rigidez excesiva.”</li> <li>• “Dificultad de vibración de la membrana timpánica como resultado de la obstrucción de la trompa de Eustaquio.”</li> <li>• “Enfermedades diversas que afectan la movilidad de los huesecillos y alteran la conducción.”</li> <li>• “Alteraciones congénitas del oído medio.”</li> <li>• “Otitis del oído medio.”</li> </ul>
 <p>Oído interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Infecciones bacterianas (meningitis), infecciones virales.”</li> <li>• “Administración de fármacos ototóxicos (estreptomina, kanamicina).”</li> <li>• “Alteraciones Genéticas.”</li> <li>• “Exposición a ruidos intensos, traumatismos craneoencefálicos, envejecimiento, tumores.”</li> </ul>

Tabla 1: Oído externo, medio e interno

### 5.3. Prevalencia

“Alrededor del 15% de la población mundial, es decir mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, de este total estimado de personas con discapacidad, 110 millones (2,2%) tienen dificultades muy significativas de funcionamiento” (“Organización Mundial de la Salud”, 2011, pág. 8)

Respecto a la discapacidad auditiva la “Organización Mundial de la Salud (OMS)” 2015, manifiesta que “más del 5% de la población mundial (360 millones de personas) padece de pérdida de audición discapacitante”.

En el Ecuador, (Ullauri, A et al, 2011, pág. 27) realizan el primer estudio de prevalencia de patología y discapacidad auditiva con el protocolo de la OMS, determinando que “la prevalencia de discapacidad auditiva en la población general ecuatoriana es del 5%, correlacionando esta prevalencia con la encontrada en otros países que utilizaron el mismo protocolo”.

Y según datos del “Conadis”, “en el Ecuador existen 50 838 personas con discapacidad auditiva y en la provincia del Azuay 2 909” (Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades, 2015)

### 5.4. Clasificación

“Se establecen distintas clasificaciones de las dificultades auditivas, atendiendo a cuatro criterios: la parte del oído afectada, el grado de pérdida auditiva, el momento de aparición y la parte educativa.”

a) Según la sección del oído afectada

“Hipoacusia conductiva o de transmisión  (Daño en el oído externo y/o medio)”	“Existen problemas en la conducción o transmisión del sonido al órgano de Corti. Puede ser curada con medicamentos.”
---	--

<p>“Hipoacusia neuro-sensorial o de percepción  (Daño en el oído interno)”</p>	<p>“Se manifiesta con incapacidad total o parcial del oído interno para realizar su función de transducción del sonido y discriminación de frecuencias. No puede ser curada con medicamentos.”</p>
<p>“Hipoacusia mixta  (Daño en el oído externo, medio e interno)”</p>	<p>“El oído no puede transmitir el sonido ni convertirlo en impulsos eléctricos para llegar por el nervio auditivo.”</p>
<p>“Hipoacusia central  (Daño en el nervio auditivo)”</p>	<p>“El sonido no puede ser enviado por el nervio auditivo hasta la corteza cerebral.”</p>

b) Según el grado de pérdida de la audición:

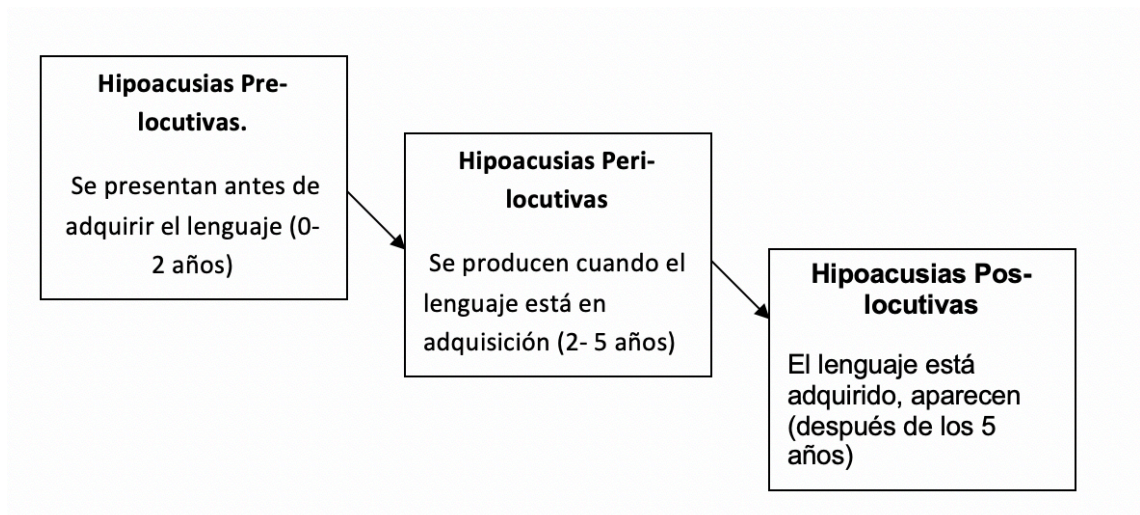
GRADO DE HIPOACUSIA	NIVEL EN dB
Audición normal	0 - 20 dB
Leve	20 - 40 dB
Moderada	40 - 70dB

Severa	70 - 90dB
Profunda	90 - 120dB

**dB:** “el decibelio es la principal unidad de medida utilizada para la

intensidad del sonido.”

c) Según el tiempo que apareció:



d) Desde una perspectiva educativa (Montiel, 2008, pág. 20):

HIPOACUSIA	SORDERA PROFUNDA
------------	------------------

“Personas con audición deficiente, pero que pueden adquirir el lenguaje oral (con audífonos o sin ellos), por vía auditiva aunque presente imperfecciones fonéticas, léxicas o morfosintácticas, pero con un lenguaje funcional.”	“Personas que no pueden adquirir el lenguaje oral por vía auditiva y recurren a otros sistemas de comunicación como el gestual.”
---	--

Existen otras clasificaciones que es importante mencionarlas:

SEGÚN LOS OÍDOS AFECTADOS	<p>“Unilateral: se afecta un solo oído.”</p> <p>“Bilateral: se encuentran afectados los dos oídos.”</p>
SEGÚN EL PARALELISMO DE LA PÉRDIDA	<p>“Simétrica: los dos oídos tienen la misma intensidad de pérdida auditiva.”</p> <p>“Asimétrica: existe mayor o menor pérdida auditiva en uno de los oídos.”</p>

### **5.5. Necesidades educativas de los niños con discapacidad auditiva.**

La pérdida auditiva incide en mayor o menor grado en el desarrollo comunicativo, cognitivo y afectivo-social del niño, ya que dificulta la entrada de una parte de la información y la comprensión de la misma, lo que podría implicar un déficit en el desarrollo global.

Este déficit en el desarrollo está directamente ligado al grado, tipo de pérdida auditiva y momento de aparición de la misma. Así a mayor grado de pérdida auditiva mayor será la dificultad para adquirir el lenguaje llegando a comprometer los aprendizajes escolares, la integración social y laboral de la persona.

Si la pérdida auditiva es leve, menor será la incidencia sobre el desarrollo del niño, produciendo pequeñas dificultades en el lenguaje, sin afectar el aprendizaje y la interacción social.

De igual manera si la pérdida es post-locutiva (luego de haber adquirido el lenguaje), el impacto sobre el desarrollo será menor.

Al respecto para (Claustre M y col, 2010, pág. 54), “las consecuencias de la discapacidad auditiva según el tipo de pérdida, el grado y el momento de aparición son”:

Grado de pérdida auditiva.	“A mayor pérdida auditiva mayor dificultad para captar la información sonora y el lenguaje oral.”
Tipo de pérdida auditiva.	“Mejor pronóstico si la pérdida auditiva es conductiva. Si la pérdida es neuro-sensorial o mixta el pronóstico empeora.”
Momento de aparición.	“Si la pérdida apareció en edades tempranas y no existió ayuda de los aparatos técnicos, mayores serán las repercusiones en el desarrollo cognitivo, auditivo y de lenguaje.”

### 5.5.1. Características lingüísticas

Una de las mayores dificultades que padecen los niños con discapacidad auditiva se da en el ámbito lingüístico y están directamente ligadas al grado de discapacidad auditiva, así:

- En los niños con discapacidad auditiva leve podemos encontrar dificultad para percibir la voz suave y la voz distante, para identificar todos los fonemas, limitaciones para escuchar en ambientes ruidosos, situaciones de grupo y dentro del aula, dificultades articulatorias poco significativas. No aparecen trastornos significativos en la adquisición del lenguaje.
- Los niños con discapacidad auditiva moderada pueden presentar articulación defectuosa, problemas morfosintácticos y de voz (volumen de voz más elevado que lo normal), no siempre responden a las órdenes que se les dan. No perciben la palabra hablada a no ser que se emita con gran intensidad. “En ocasiones la sordera puede pasar desapercibida por lo que se les puede considerar muy desobedientes o rebeldes con dificultades para el acceso a la lecto-escritura y a menudo con mal comportamiento.”

- Los niños con discapacidad auditiva severa solo escuchan la voz a intensidades muy elevadas y el lenguaje oral no puede desarrollarse de manera espontánea. Su lenguaje comprensivo- expresivo es muy pobre, presentan marcadas dificultades articulatorias, morfo-sintácticas y problemas de voz.
- En los niños con discapacidad auditiva profunda, “debido a la ausencia total de estimulación auditiva, pueden existir alteraciones importantes en el desarrollo global. Están afectadas las funciones de alerta y orientación, la estructuración espacio-temporal y el desarrollo social.” Si el niño no se ha adaptado equipos auditivos externos o un implante coclear, no puede adquirir lenguaje oral funcional, para eso suele utilizar lengua de señas.

De acuerdo a lo expuesto, el niño con discapacidad auditiva puede presentar “dificultades tanto en la expresión como en la comprensión del lenguaje”, en consecuencia se debe proporcionar una respuesta educativa que tenga en cuenta la necesidad más importante “*apropiarse tempranamente de un código comunicativo útil*”, no solo como instrumento de comunicación sino también como herramienta del pensamiento.

### **5.5.2. Características cognitivas**

El desarrollo cognitivo de un niño con discapacidad auditiva depende de múltiples factores: diagnóstico y adaptación temprana de los auxiliares auditivos o el implante coclear, intervención precoz y oportuna, ambientes estimulantes.

Al respecto (Muro, 1995) en su artículo desarrollo cognitivo del sordo menciona:

No resulta difícil suponer que la deficiencia auditiva, especialmente la profunda, influirá en el desarrollo global del individuo y en el cognitivo en particular, debido a la pérdida no solo de la capacidad de escuchar y de hablar, sino a la “pérdida de una vía de estimulación cerebral, lo cual conlleva un déficit de información que desequilibra todo el proceso cognitivo”.

Los estudios para determinar el nivel cognitivo de las personas con discapacidad auditiva se lo ha realizado con sordos profundos pre-locutivos, quienes reflejan menor desarrollo del juego simbólico, dificultad para realizar operaciones lógicas complejas,

menor habilidad en la representación mental de la realidad, en la abstracción, en el análisis, síntesis y en el nivel de comprensión lectora.

Pero estas características de los sordos profundos son diferentes en las personas con discapacidad auditiva leve y moderada, al respecto “los sordos rinden igual que los oyentes cuando se hallan en niveles superficiales de procesamiento, cuando existe suficiente referencia a los elementos físicos concretos. Por el contrario, se muestran menos eficaces, cuando se exige un alto nivel de procesamiento de la información, cuando la tarea consiste en descubrir conceptos o relaciones, manejo de material no significativo, y cuando se requiere mayor abstracción y formalización” (FIAPAS Jaùdenes,C.et al, 2013, pág. 193)

Las dificultades que experimentan las personas con discapacidad auditiva, en el ámbito cognitivo, quizás se deban a las escasas experiencias interactivas y sociales, a la incompleta información que recibe del medio lo que dificulta la comprensión e interiorización de conceptos nuevos, necesarios para el desarrollo cognitivo. Al respecto (FIAPAS Jaùdenes,C.et al, 2013, pág. 194) manifiesta que “la escasa calidad del código comunicativo-lingüístico que maneja el niño sordo, le impide comunicarse con precisión, le dificulta apropiarse del pensamiento de los demás, le entorpece la representación mental de la realidad, la formalización del pensamiento y el acceso al pensamiento hipotético”

### **5.5.3. Características psicológicas**

El desarrollo emocional de los niños tiene su cimiento en la comunicación, afecto, interacción que recibe el niño desde los primeros días de vida, situación que se ve limitada en el niño con discapacidad auditiva, quien por su déficit se encuentra asilado, sin contacto con el entorno, carente de estímulos; lo que desencadena efectos negativos en su personalidad como la frustración, inseguridad, baja autoestima, irritabilidad, agresividad, egocentrismo.

Debido a las dificultades auditivas y comunicativas, el niño puede presentar también problemas para interiorizar normas y reglas, para asumir límites de su conducta, para desarrollar su autonomía.



Pero una pérdida auditiva no solo provoca alteraciones en el desarrollo emocional, cognitivo y lingüístico del niño, también puede ocasionar un impacto en la interacción social que estará condicionado al grado de pérdida auditiva:

- “En los niños con discapacidad auditiva leve, empiezan a construirse barreras que causan un impacto negativo en la autoestima, se acusa al niño o niña de oír cuando quiere, se lo considera desatento. Tiene dificultad para escuchar en ambientes ruidosos, lo que provoca ansiedad en el aprendizaje. Se fatiga fácilmente, por el esfuerzo que hace al escuchar.”
- “En los niños con discapacidad auditiva moderada, la autoestima va deteriorándose, la comunicación y socialización con compañeros oyentes se vuelve más difícil. Suelen sentirse rechazados y menos competentes por el hecho de usar un audífono y/o sistema FM.”
- “Los niños con discapacidad auditiva severa, prefieren relacionarse con niños que tienen igual dificultad. Autoestima y autoimagen deterioradas.”
- “Los niños con discapacidad auditiva profunda, si no ha adquirido lenguaje desde las edades iniciales, el niño/a puede preferir la asociación con la cultura sorda y evitar la relación con personas oyentes.”

Es importante señalar que “las implicaciones del déficit auditivo sobre el desarrollo comunicativo, cognitivo, afectivo y social, dependen de muchas variables: grado, tipo, tiempo de aparición de la deficiencia auditiva, diagnóstico temprano o tardío, adaptación de auxiliares auditivos o implante coclear, ambiente socio-cultural en el que se desarrolla el niño/a, etc.”

## **6. TRABAJO RELACIONADO: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE SOPORTE A LA EVALUACIÓN DEL LENGUAJE Y LA AUDICIÓN**

En el campo de las tecnologías de inclusión existe una gran cantidad de trabajos desarrollados que tienen relación con el objetivo principal de este proyecto de tesis. Estos trabajos son explicados a continuación.

### **6.1. “An Intelligent System to Automatically Generate Video-Summaries for Accessible Learning Objects for People with Hearing Loss”**

Este trabajo está orientado hacia personas que presentan un grado de discapacidad auditiva avanzado que les impide escuchar claramente, por lo que necesitan de un apoyo visual para comunicarse. El proyecto consiste en desarrollar un sistema inteligente que genere resúmenes y subtítulos en lenguaje de señas. Como menciona el artículo, “se ha experimentado con 7 videos de historia, ciencias naturales y matemáticas para niños y jóvenes sordos entre los 8 y 12 años de edad. Un grupo de 6 expertos han evaluado algunos aspectos de la propuesta”. (Ingavelez, et al.)

Como conclusiones del trabajo, los autores indican que los videos de aprendizaje son de gran utilidad para permitir un fortalecimiento del conocimiento. Así mismo recomiendan realizar un análisis semántico de la comunicación de las personas con sordera, para poder mejorar la herramienta considerando expresiones faciales, movimiento corporal y el signo como tal.

### **6.2. “Data repository of mobile applications for people with disabilities in the area of communication and language using data mining techniques”**

Este artículo consiste en la clasificación y organización de un grupo grande de aplicaciones móviles que apoyan en el área de los trastornos relacionados con el lenguaje. Esto permite que los terapeutas tengan un punto de comparación con las aplicaciones escogidas por ellos que consideren que son las mejores. La validación, según comentan los autores, se ha realizado con aproximadamente 6700 aplicaciones móviles entre las tiendas de Android e iOS. (Robles, Saquicela, Bernal, Suquilanda, & López)

A pesar que existe una gran cantidad de aplicaciones orientadas hacia los desórdenes de comunicación y lenguaje, los autores han considerado importante que se realice un análisis con técnicas de minería de datos para poder reducir el área de búsqueda basándose en las características de cada tipo de discapacidad y así también poder recomendar aplicaciones similares.

### **6.3. “ISLanD: An Informatics Intelligent System to Support the Language Development of Children from 4 to 5 years”**

Este sistema, orientado hacia el área fonológica del lenguaje, consiste en dar apoyo a la terapia del lenguaje a través de una “aplicación lúdica y en varios módulos basados en

minería de datos que permiten analizar dinámicamente los perfiles de los niños, así como su progreso durante el proceso de intervención”. (Bernal, et al.)

En la experimentación y puesta en práctica de esta herramienta, se ha concluido que es de gran ayuda para el apoyo a la docencia y terapia de lenguaje en niños con discapacidad que mejora la concentración y aumenta el interés de los pacientes en asistir y recibir terapia.

#### **6.4. “Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities”**

Este proyecto consiste en la construcción de un robot de asistencia a la terapia y una aplicación que trabajen conjuntamente para poder crear grupos de pacientes que presenten perfiles y necesidades similares, de tal manera que se aplique en un sistema de apoyo a las decisiones para mejorar la planeación de las terapias. (Robles V. , Guamán, Quisi, López , & Pazos)

Los autores indican que, según los resultados de sus experimentos con este proyecto, se ha visto una mejora en los procesos terapéuticos y una buena respuesta por parte de los niños evaluados con respecto a las indicaciones del aplicativo.

#### **6.5. “Un sistema híbrido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación”**

Este proyecto tiene como objetivo brindar una herramienta que pueda ser utilizada por los padres de familia en casa, como refuerzo de la terapia recibida en los centros especializados, así como también servir de apoyo a las sesiones de terapia. El proyecto se basa en un asistente robótico y una aplicación móvil orientados hacia la rehabilitación a través de la terapia del habla y lenguaje. (Ochoa, et al., 2017)

Esta herramienta, la cual es de bajo costo, permite realizar cambios de vestimenta del asistente robótico y una amplia generación de informes y seguimiento que apoyará a los terapeutas a mejorar sus prácticas en cada una de sus sesiones.

## **7. MARCO METODOLÓGICO**

La tecnología está en constante avance, al alcance de cualquier persona y se ha convertido en un pilar fundamental en el apoyo a funciones comunes que hacen los seres humanos en su vida diaria. Es por esto que se ha pensado: ¿Porqué no usarla para mejorar los análisis de las personas con algún tipo de discapacidad y poder obtener mejores y mas rápidos resultados para tomar acciones que les ayuden a mejorar su calidad de vida? Como respuesta a esta pregunta nace EFA (Evaluación de la Función Auditiva), una aplicación que permitirá realizar un test (Basado en el análisis de expertos de la materia) para determinar el grado de discapacidad y poder identificar las falencias específicas que presenta un paciente en el ámbito auditivo.

### **7.1. Análisis de requerimientos**

Se necesita diseñar y desarrollar un sistema con plataformas web y móvil que permita realizar la evaluación de habilidades auditivas de niños comprendidos entre los 3 y 6 años de edad que permita obtener como resultado un panorama completo de la realidad de cada uno de los pacientes.

El sistema deberá permitir crear terapeutas con datos básicos como nombres, apellidos, dirección, teléfono, tipo instrucción, áreas de especialización terapéutica, etc.

Una vez creado un terapeuta, se podrá crear uno o varios pacientes que permanecerán relacionados con el terapeuta.

Cada uno de los pacientes podrá ejecutar un test a la vez.

El test puede responderse en varias sesiones, para lo cual será necesario completar cada una de las secciones para guardar el progreso. Aquellas secciones que no se hayan completado se tendrán que repetir desde el principio.

Una vez que se ha completado el test, el mismo deberá bloquearse para que no pueda ser modificado.

Los datos se cargarán a una base de datos en la nube que permitirá realizar el análisis de las respuestas usando minería de datos.

En la plataforma web, se podrá acceder con las credenciales del terapeuta, a cada uno de los pacientes relacionados y los datos para realizar comparaciones y análisis estadísticos basados en minería de datos.

Para el análisis se deben realizar diagramas de casos de uso y diagramas de secuencia que permitirán evidenciar de mejor manera las necesidades del aplicativo móvil.

### **7.1.1. Diagrama de casos de uso**

En los diagramas de casos de uso se indicará los roles de cada uno de los perfiles que interactúan con la aplicación móvil y con el sistema web.

#### *7.1.1.1. Diagrama de casos de uso del Terapeuta*

En la imagen presentada a continuación se puede observar las funciones que cumplirá el terapeuta en el desarrollo de un test con la aplicación móvil EFA y con el sistema web. En el primer caso, con la aplicación móvil, el terapeuta estará en la capacidad de registrarse a sí mismo, haciendo el ingreso de todos sus datos, registrar a un nuevo paciente que estará a su cargo para el desarrollo del test, donde incluirá datos como, si presenta algún tipo de discapacidad y los tipos y niveles de discapacidad o trastornos, etc. Además, el terapeuta podrá sincronizar los datos locales con el servidor y será el encargado de apoyar al paciente en el desarrollo de todo el test, dándole las indicaciones y activando los módulos según sea necesario.

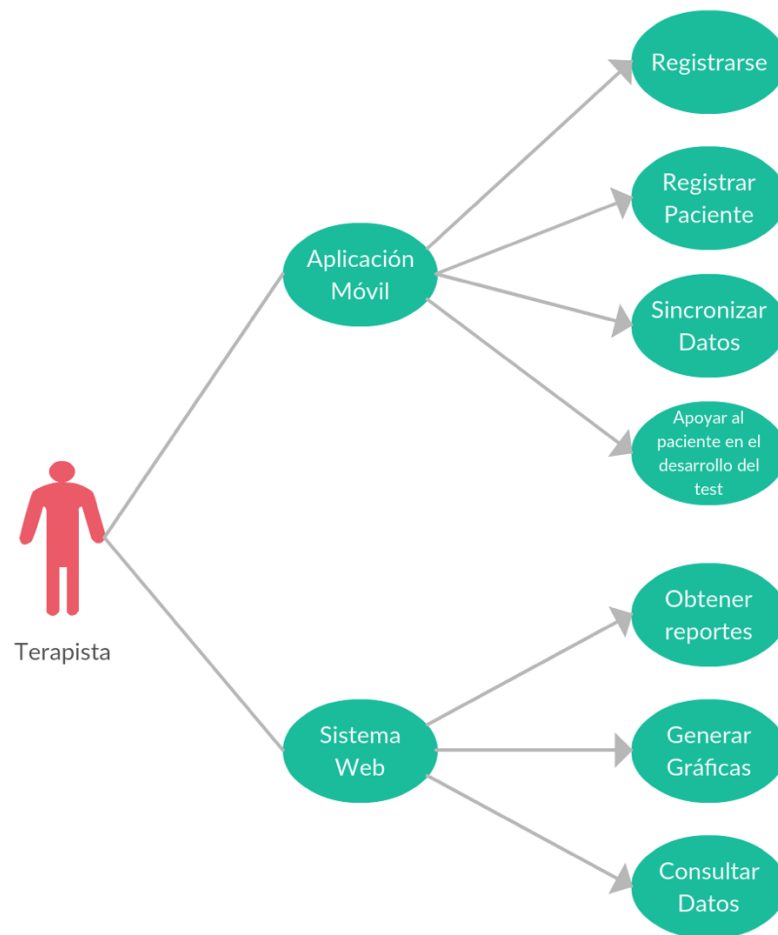


Imagen 1: DCU-Terapista

<b>NOMBRE</b>	Aplicación móvil
<b>ACTOR</b>	Terapista
<b>PRECONDICIONES</b>	--
<b>FLUJO NORMAL</b>	<p>Actor se registra en la aplicación ingresando sus datos y experiencia profesional.</p> <p>Actor inicia sesión con las credenciales creadas en el registro.</p> <p>Actor registra paciente llenando todos los campos.</p> <p>Actor sincroniza datos con el servidor en la nube.</p> <p>Actor dirige la realización del test del paciente acompañándolo en todas las sesiones necesarias.</p>
<b>POSTCONDICIÓN</b>	<p>Test terminado.</p> <p>Datos subidos a la nube para Data Mining</p>

Tabla 2: Casos de Uso - Aplicación Móvil - Terapista

<b>NOMBRE</b>	Sistema Web
<b>ACTOR</b>	Terapista
<b>PRECONDICIONES</b>	Completar el test en la aplicación móvil
<b>FLUJO NORMAL</b>	Actor inicia sesión con las credenciales creadas en la aplicación móvil. Actor genera reportes definidos. Actor genera gráficas comparativas generadas usando Data Mining. Actor consulta datos de los pacientes registrados en la aplicación móvil.
<b>POSTCONDICIÓN</b>	Información relevante para el terapeuta

Tabla 3: Casos de Uso - Sistema Web - Terapista

#### 7.1.1.2. Diagrama de Casos de Uso del Paciente

En la imagen a continuación se indica las áreas en las que el paciente será evaluado, de tal manera que se pueda determinar una condición inicial o el avance del paciente en su función auditiva. El paciente deberá aplicar a uno o mas de los módulos para poder validarse los resultados obtenidos.

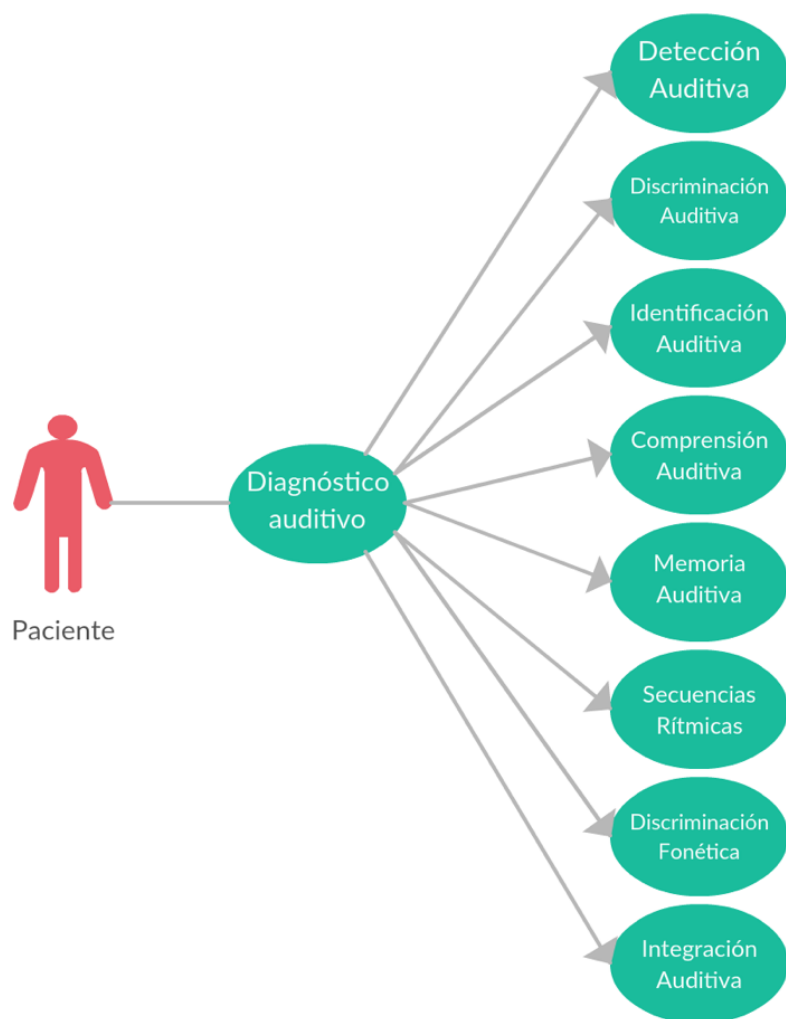


Imagen 2: DCU-Paciente

<b>NOMBRE</b>	Diagnóstico Auditivo
<b>ACTOR</b>	Paciente
<b>PRECONDICIONES</b>	Registro del paciente por parte del terapeuta
<b>FLUJO NORMAL</b>	<p>Actor realiza el módulo de Detección Auditiva.</p> <p>Actor realiza el módulo de Discriminación Auditiva.</p> <p>Actor realiza el módulo de Identificación Auditiva.</p> <p>Actor realiza el módulo de Comprensión Auditiva.</p> <p>Actor realiza el módulo de Memoria Auditiva.</p>



	Actor realiza el módulo de Secuencias Rítmicas. Actor realiza el módulo de Discriminación Fonética. Actor realiza el módulo de Integración Auditiva.
<b>POSTCONDICIÓN</b>	Test terminado. Reporte de resultados obtenidos.

Tabla 4: Casos de Uso - Paciente

### 7.1.2. Diagramas de secuencia

Con los diagramas de secuencia se puede modelar la relación entre objetos a través del tiempo apeandose a los formatos UML

En la Imagen 3 se puede apreciar el diagrama de secuencia de la aplicación móvil en cuanto al Inicio de Sesión por parte del terapeuta se refiere. En este caso específico, el terapeuta abre la aplicación, e ingresa los datos de inicio de sesión previamente registrados. La aplicación consulta esos datos en la Base de Datos del servidor y si existe solicita confirmación para sincronizar la información en la nube con la base de datos Sqlite local. Si al consultar los datos ingresados, no encuentra coincidencias, entonces un mensaje indica al terapeuta que dicho usuario no existe y que debe ser creado, para lo cual se hace uso del siguiente diagrama de secuencias.

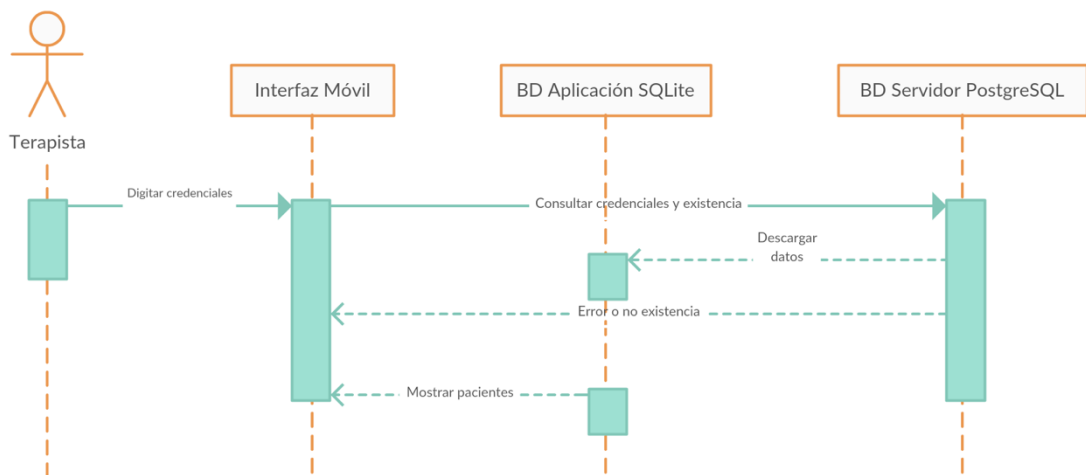


Imagen 3: Inicio de sesión

En la Imagen 4 se indica como se desarrollan las secuencias para el registro de un nuevo terapeuta o de un nuevo paciente. En el módulo indicado, se ingresan los datos del

terapeuta o del paciente y, al hacer clic en el botón “Guardar”, se realiza una comprobación de conexión al Web Service de guardado de datos; si la conexión es satisfactoria, se realiza un INSERT en la base de datos Sqlite con un campo llamado “upload” en 1, indicando que la información también será cargada al servidor. Así mismo, se consume el Web Service insertando la información en la base de datos PostgreSQL. Si no existe conexión con el Web Service, entonces el campo “upload”, de la tabla, se guarda como 0, indicando que esos datos están pendientes de sincronización con el servidor en la nube.

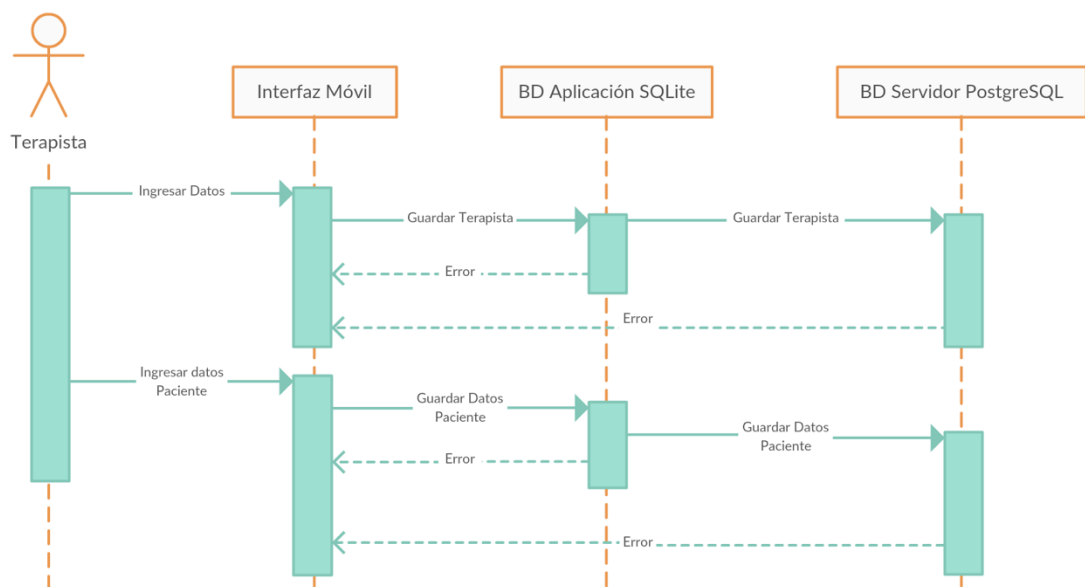


Imagen 4: Registro de terapeuta y paciente

En la Imagen 5 se muestra la secuencia de como se realiza un test por parte del paciente, en la cual, él o ella responde cada una de las preguntas, al terminar la sección del test y hacer clic en el botón guardar, se guardan los datos en la base de datos Sqlite y se consume el Web Service para guardar los datos en el servidor. Así mismo, como el resto de datos, si no se logra consumir el Web Service, en la base de datos Sqlite, el campo “upload” se guardará como 0, indicando que esa información está pendiente de sincronizar.

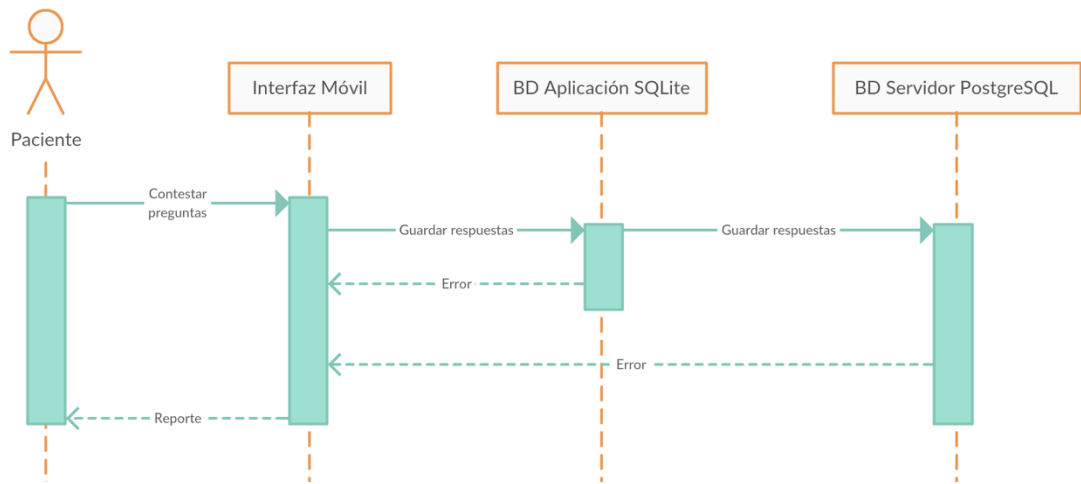


Imagen 5: Desarrollo del test

## 7.2. Diseño y desarrollo de la app móvil

La propuesta de nuestra aplicación está enfocada a los niños desde los 3 hasta los 6 años de edad, que no necesariamente presenten algún tipo de discapacidad auditiva.

Profesionales de área de lenguaje y audición diseñaron el test para implementarlo de forma interactiva en una aplicación móvil y que permita obtener resultados mas cercanos a la realidad para poder diseñar acciones correctivas a tiempo y mejorar la calidad de vida de los niños.

La aplicación móvil se ha desarrollado usando tecnologías multiplataforma como Angular 5 y HTML5 con estilos CSS. Esto permitirá desplegar la aplicación en dispositivos Android y, en un futuro, también en dispositivos iOS.

### 7.2.1. Planteamiento de la Base de Datos

Para esta aplicación se han ocupado dos motores de base de datos diferentes: Por un lado, se encuentra PostgreSQL para el servidor y, por otro lado, Sqlite para la aplicación móvil.

El objetivo de hacer uso de los dos motores de base de datos es debido a que la aplicación se puede usar tanto online como offline, es decir, por defecto, los datos se guardarán en la base de datos PostgreSQL alojada en el servidor en la nube; si el

dispositivo móvil no cuenta con conexión a internet, entonces los datos se guardarán localmente hasta recuperar conexión.

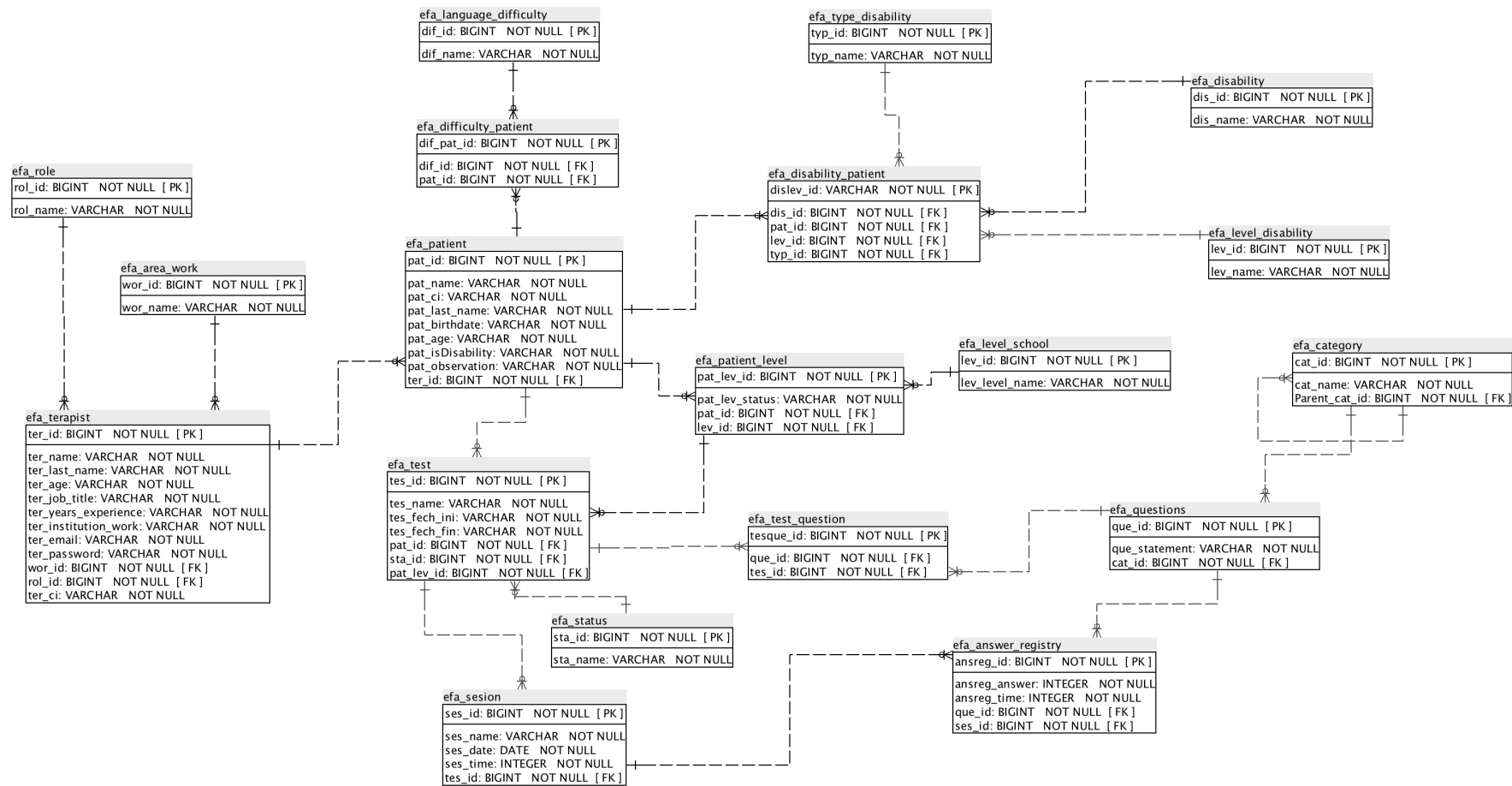


Imagen 6: Diagrama de BD del servidor

### Tabla EFA\_PATIENT

Contiene los datos generales de los pacientes a quienes se les aplicará el test. Cada paciente esta bajo la responsabilidad de un terapeuta en específico. Esto se explicará mas adelante.

### Tabla EFA\_LANGUAGE\_DIFFICULTY

Registra las dificultades o trastornos de lenguaje que pueda tener un paciente, lo cual permitirá realizar un análisis mas seccionado entre los pacientes. Los tipos de trastornos disponibles son:

- Trastorno del lenguaje
- Trastorno Fonológico
- Trastorno de la fluidez (Tartamudeo)
- Trastorno de la comunicación social
- Trastorno de la comunicación no especificado

### Tabla EFA\_DIFFICULTY\_PATIENT

Únicamente separa la relación “muchos a muchos” entre las 2 tablas EFA\_PATIENT y EFA\_LANGUAGE\_DIFFICULTY.

### Tabla EFA\_DISABILITY

Contiene las discapacidades que podría poseer un paciente, por ejemplo:

- Física
- Intelectual
- Auditiva
- Visual

### Tabla EFA\_TYPE\_DISABILITY

Registra el tipo de discapacidad auditiva que podría presentar un paciente. El objetivo de esto es mejorar el análisis de la minería de datos. Los tipos de discapacidad disponibles son:

- Conductual
- Neurosensorial
- Mixta
- Central

#### Tabla EFA\_LEVEL\_DISABILITY

Contiene los datos de los niveles de discapacidad en cada uno de los tipos establecidos (física, intelectual, auditiva o visual). Los niveles disponibles son:

- Leve
- Moderada
- Severa
- Profunda

Y en el caso de la discapacidad visual, los niveles son:

- Baja Visión
- Ceguera

#### Tabla EFA\_DISABILITY\_PATIENT

Agrupar los datos de las tablas EFA\_DISABILITY, EFA\_TYPE\_DISABILITY y EFA\_LEVEL\_DISABILITY para poder recuperarlos desde la tabla EFA\_PATIENT.

#### Tabla EFA\_LEVEL\_SCHOOL

Se refiere a los niveles de escolarización con los que se registrará el paciente. Los niveles están establecidos según el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC):

- Inicial (Menor a 1ero de Básica)
- Preparatoria (1ero de Básica)
- Básica Elemental (2do de Básica a 4to de Básica)
- Básica Media (5to de Básica a 7mo de Básica)
- Básica Superior (8vo de Básica a 10mo de Básica)
- Bachillerato (1ero de Bachillerato a 3ero de Bachillerato)

#### Tabla EFA\_PATIENT\_LEVEL

Es una tabla que rompe la relación “muchos a muchos” entre EFA\_LEVEL\_SCHOOL y EFA\_PATIENT.

#### Tabla EFA\_THERAPIST

Contiene los datos generales del terapeuta que usará la aplicación, así como la contraseña que usará para iniciar sesión en la misma. Los terapeutas podrán acceder a sus datos desde cualquier dispositivo móvil.

#### Tabla EFA\_ROLE

Indica que rol está desempeñando el terapeuta.

#### Tabla EFA\_AREA\_WORK

Registra en qué área de trabajo se desempeña el terapeuta. Las opciones pueden ser:

- Lenguaje
- Psicológica
- Pedagógica
- Estimulación

#### Tabla EFA\_TEST

Contiene la información relacionada con cada test que realizarán los pacientes.

#### Tabla EFA\_STATUS

Indica si el test se encuentra “en progreso” o “completado”, con lo cual se validará si la aplicación permitirá continuar accediendo a los módulos o generar el reporte PDF.

#### Tabla EFA\_SESSION

Registra cada una de las sesiones que componen un test. Esto permite que un test se pueda completar en varias etapas.



### Tabla EFA\_QUESTIONS

Contiene la información de cada una de las 127 preguntas disponibles en el test, de tal manera que se pueda registrar las respuestas en otra tabla.

### Tabla EFA\_CATEGORY

Contiene las categorías de las preguntas, según lo establecido por los expertos fonaudiólogos que hicieron el análisis inicial para esta tesis. Las categorías son:

- Detección de sonidos
- Discriminación de sonidos
- Identificación de palabras
- Comprensión auditiva
- Memoria auditiva
- Secuencias rítmicas
- Discriminación fonética
- Integración Auditiva

### Tabla EFA\_TEST\_QUESTION

Rompe la relación “muchos a muchos” entre la tabla EFA\_QUESTIONS y EFA\_TEST.

### Tabla EFA\_ANSWER\_REGISTRY

En esta tabla se registra la respuesta guardada para cada una de las 127 preguntas del test. El registro de las respuestas se lo hace por sesión y por pregunta predefinida.

#### **7.2.2. Interfaz Gráfica Aplicación Móvil**

Una vez analizados los diagramas de secuencia y diagramas de casos de uso, así como todos los requerimientos iniciales para poder desarrollar la aplicación, se desarrolla la interfaz gráfica de cada uno de los módulos, para lo cual se usó *IONIC 3* que, según lo investigado, y nuestra experiencia, ha encajado muy bien con *Angular 5* que nos permite un binding de datos eficaz y sencillo y una comunicación con el motor de base de datos igual de productivo.

La primera pantalla que se mostrará al iniciar la aplicación es un “splash” con la información de los autores de la aplicación:



*Imagen 7: Splash inicial de la app EFA*

Luego de esa pantalla, se mostrará el inicio de sesión, donde se ingresan los datos del terapeuta para obtener acceso a sus pacientes y cada uno de los test realizados. Si el terapeuta no tiene credenciales de acceso puede registrarse en EFA llenando los datos mostrados en la siguiente imagen.

datosTerapista

Datos Generales de/la Terapista

Número de Cédula  
Ej. 0102030405

Nombres Completos  
Ej. Pedro Xavier

Apellidos Completos  
Ej. Sanmartín Palacios

Edad  
Ej. 30

Título Profesional  
Ej. Ps. Clínico

Años de Experiencia  
Ej. 10

Área de Trabajo

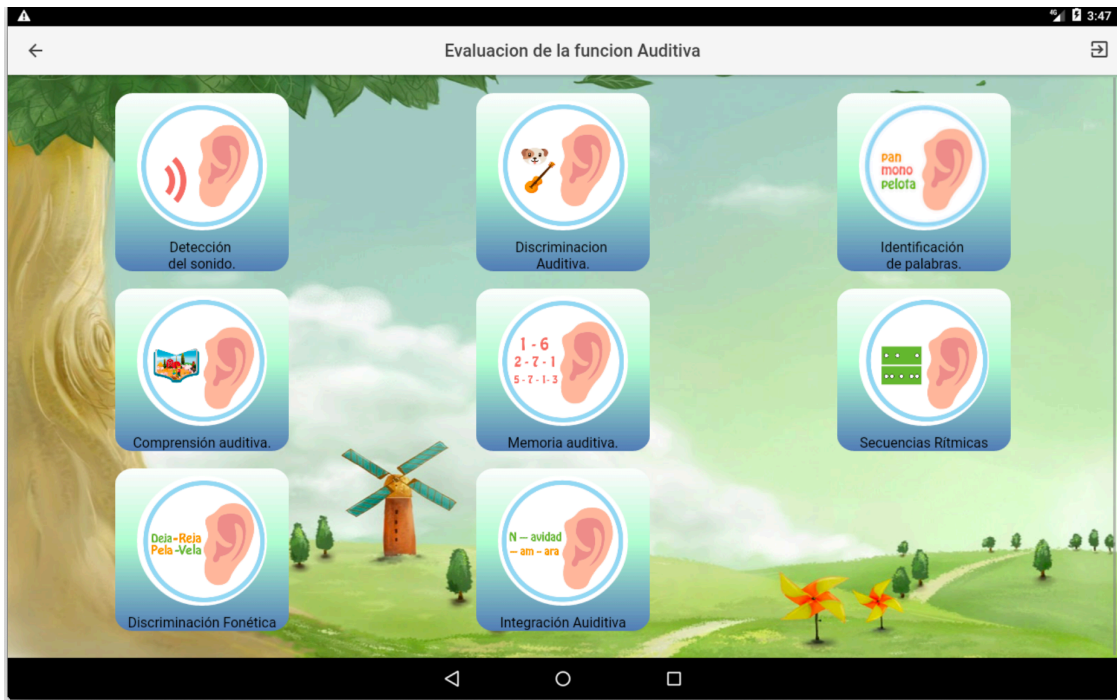
Institución en la que trabaja  
Ej. CEIAP

Ciudad  
Ej. Cuenca

Provincia  
Ej. Azuay

*Imagen 8: Registro de terapeuta EFA*

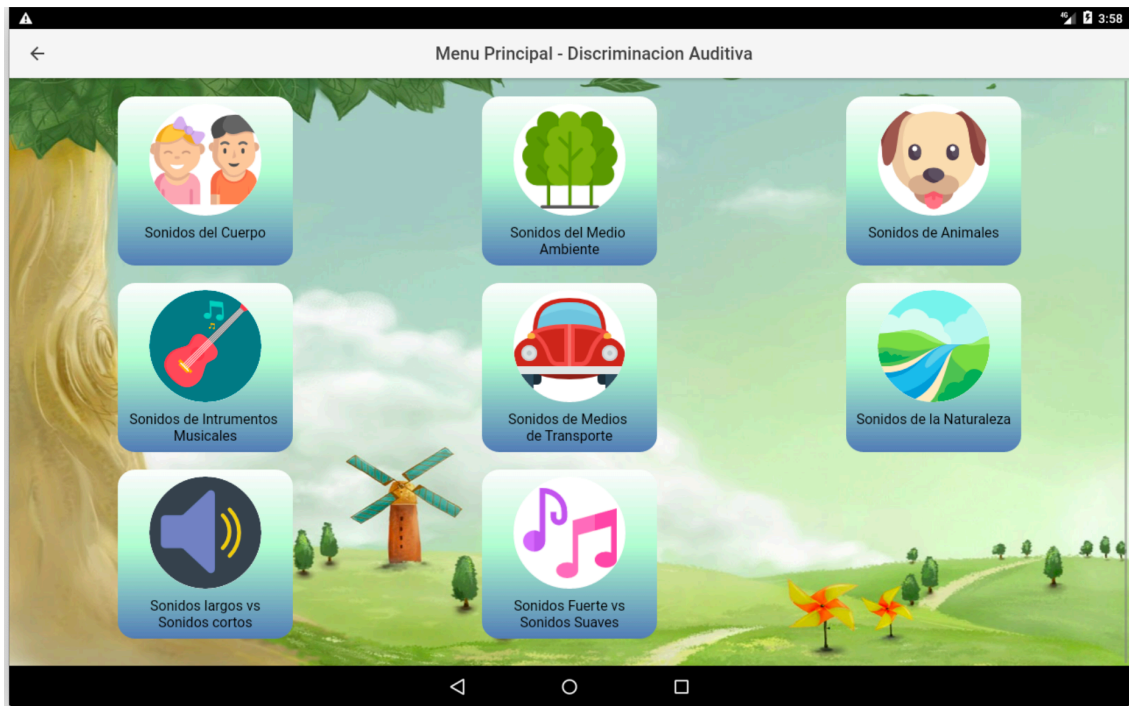
Una vez que el terapeuta esté registrado, podrá registrar también a cada uno de sus pacientes, haciendo uso de un formulario parecido donde se registran datos relevantes como, por ejemplo: Nombres, apellidos, cedula, fecha de nacimiento, edad, nivel de escolarización, listado de posibles dificultades del lenguaje, listado de discapacidades con niveles y tipos (si aplica) y una observación en caso de ser necesario.



*Imagen 9: Menú principal*

En la Imagen 9 se puede observar un menú que contiene todos los módulos a evaluar de manera independiente. Cada uno de estos módulos corresponde a las secciones del test especificado en los requerimientos por los expertos fonoaudiólogos.

Así mismo, cada uno de los módulos podrá tener un submenú (como en la Imagen 10) con sus clasificaciones para poder realizar un análisis mas profundo con la minería de datos.



*Imagen 10: Submenú Discriminación Auditiva*

### **7.2.3. Módulos del Test EFA**

#### *7.2.3.1. Detección del Sonido*

El módulo permite verificar si el paciente logra detectar sonidos desde diferentes distancias y/u orientaciones, por ejemplo:

- 50 cm., 1 m., más de 1 m.
- Derecha, izquierda.
- Cerca, lejos
- Verbales, no verbales.

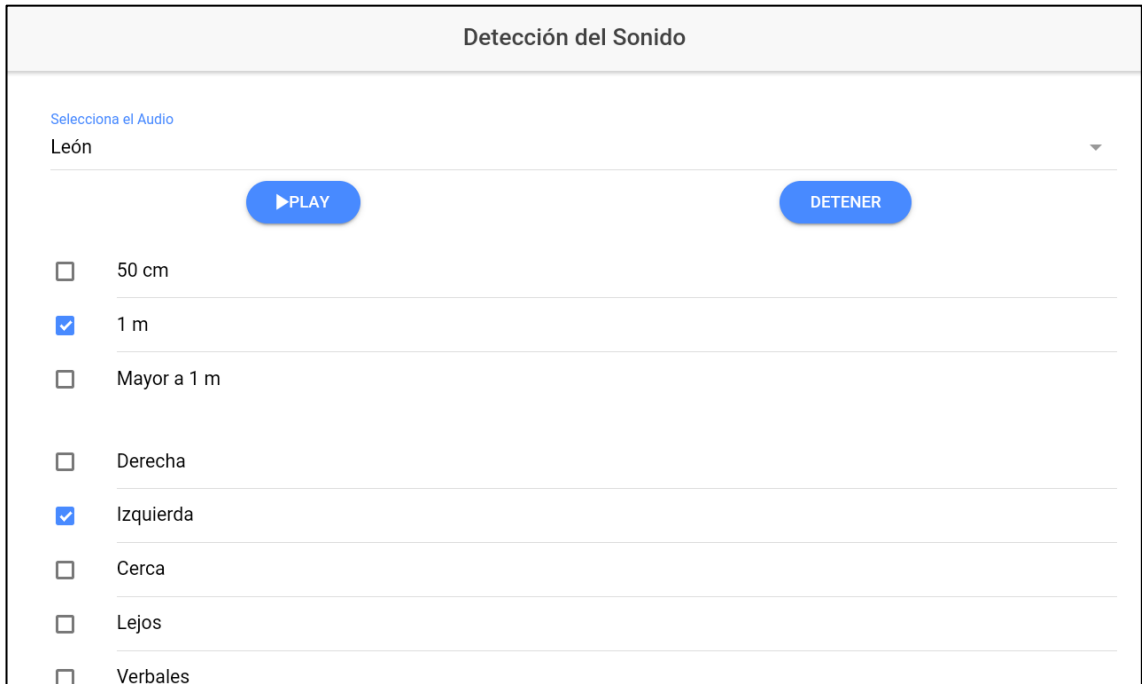


Imagen 11: Módulo de Detección del sonido

### 7.2.3.2. Discriminación Auditiva

#### 7.2.3.2.1. Sonidos del cuerpo

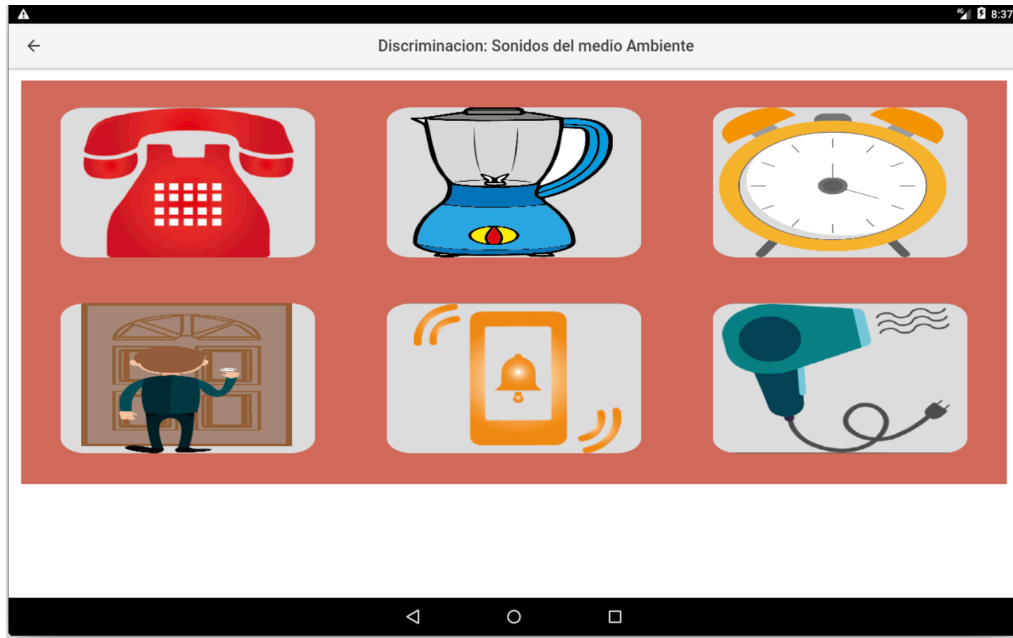
Presenta varias imágenes y sonidos correspondientes al cuerpo humano para que el paciente intente discriminar y seleccionar la opción correcta.



Imagen 12: Sonidos del cuerpo

### 7.2.3.2.2. *Sonidos del Medio Ambiente*

Presenta imágenes y sonidos relacionados con el medio ambiente y elementos comunes para que el paciente intente discriminar y seleccionar la opción correcta.



*Imagen 13: Sonidos del Medio Ambiente*

### 7.2.3.2.3. *Sonidos de animales*

Presenta imágenes y sonidos relacionados con animales para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

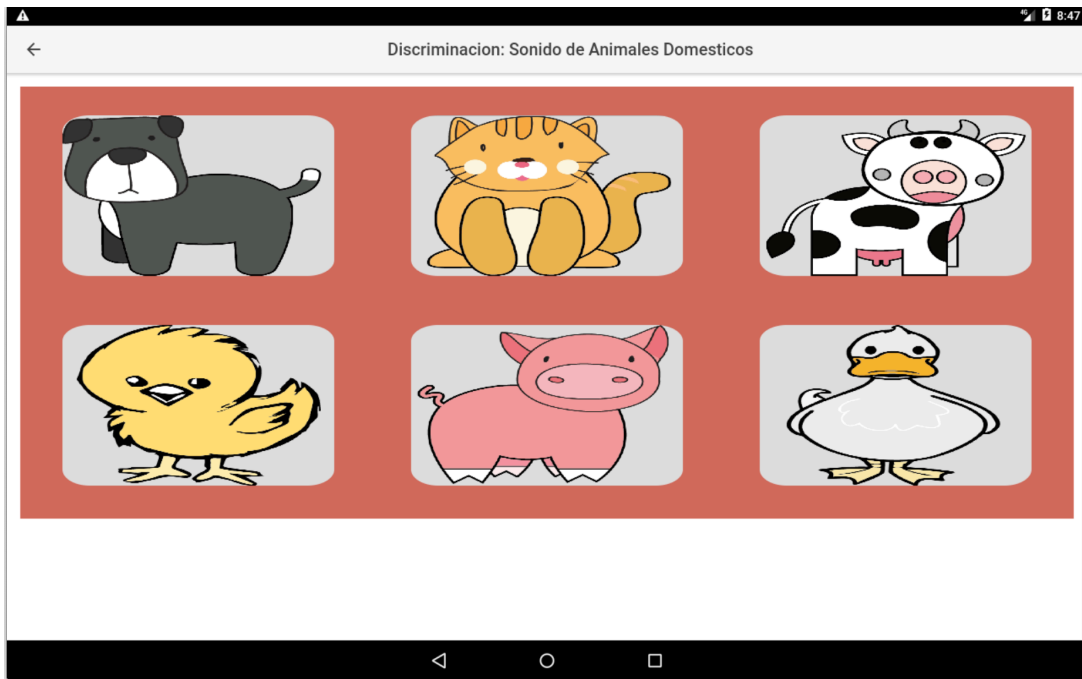


Imagen 14: Sonidos de Animales

#### 7.2.3.2.4. Sonidos de instrumentos musicales

Presenta imágenes y sonidos de instrumentos musicales para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

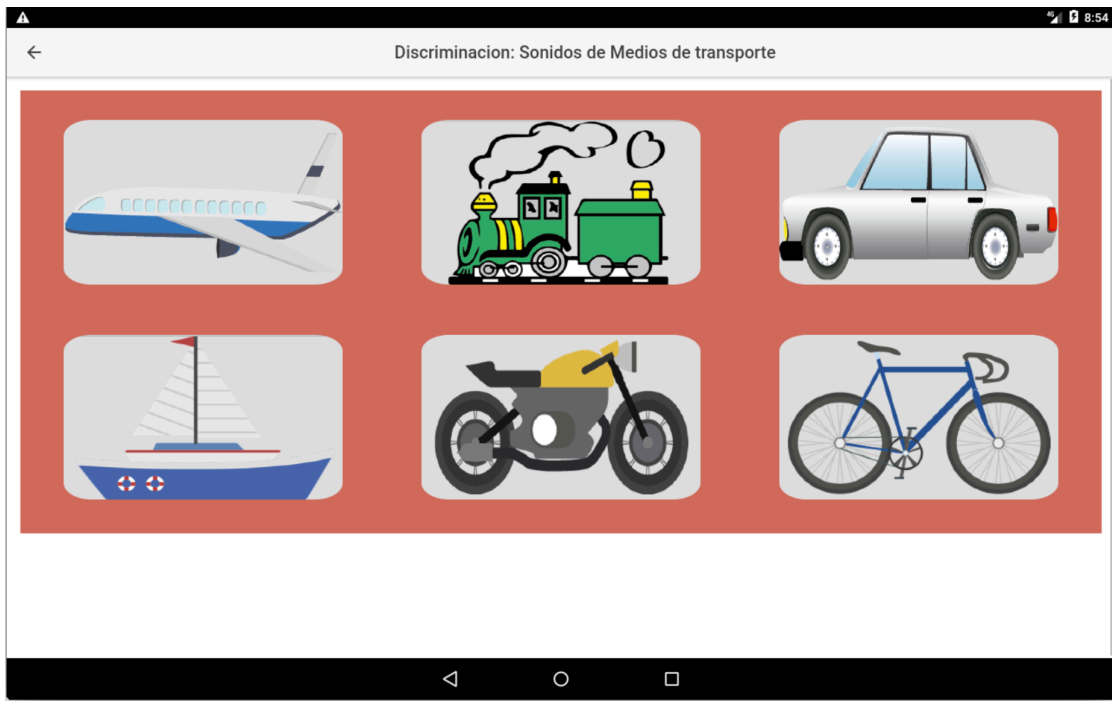


Imagen 15: Sonidos de Instrumentos Musicales



#### 7.2.3.2.5. *Sonidos de Medios de Transporte*

Muestra imágenes y sonidos de medios de transporte para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.



*Imagen 16: Sonidos de Medios de Transporte*

#### 7.2.3.2.6. *Sonidos de la Naturaleza*

Muestra imágenes y sonidos de medios de la naturaleza para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

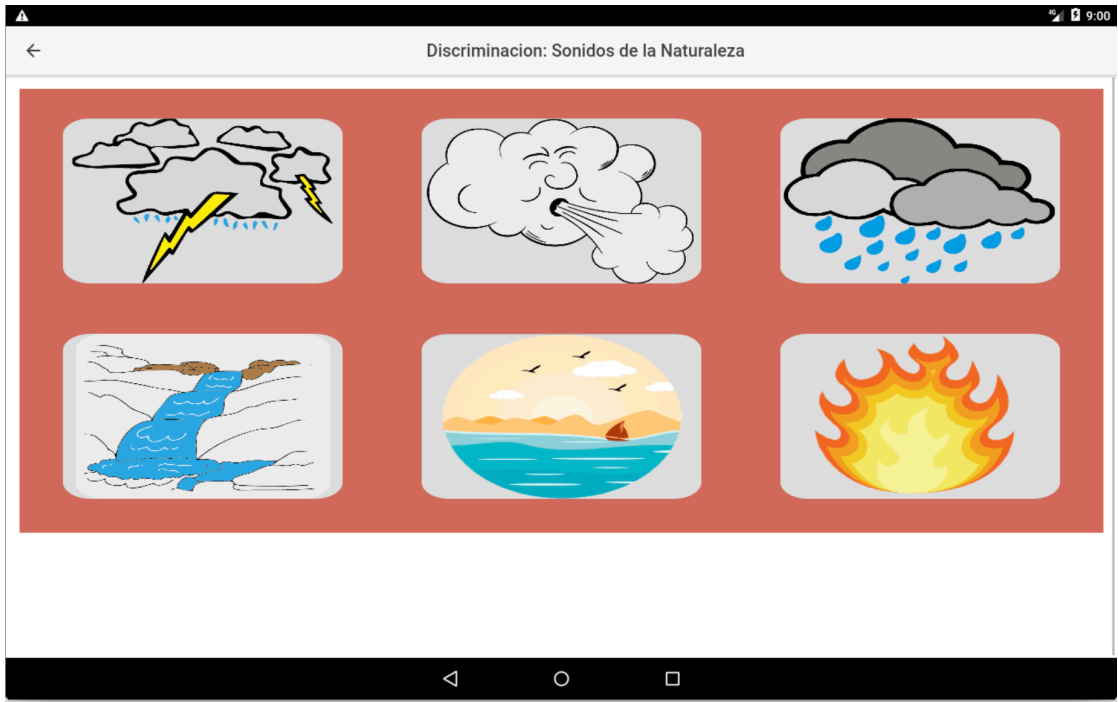


Imagen 17: Sonidos de la Naturaleza

#### 7.2.3.2.7. Sonidos Largos vs Sonidos Cortos

Presenta y reproduce sonidos largos y sonidos cortos y solicita al paciente, de forma aleatoria, que seleccione uno de esos.

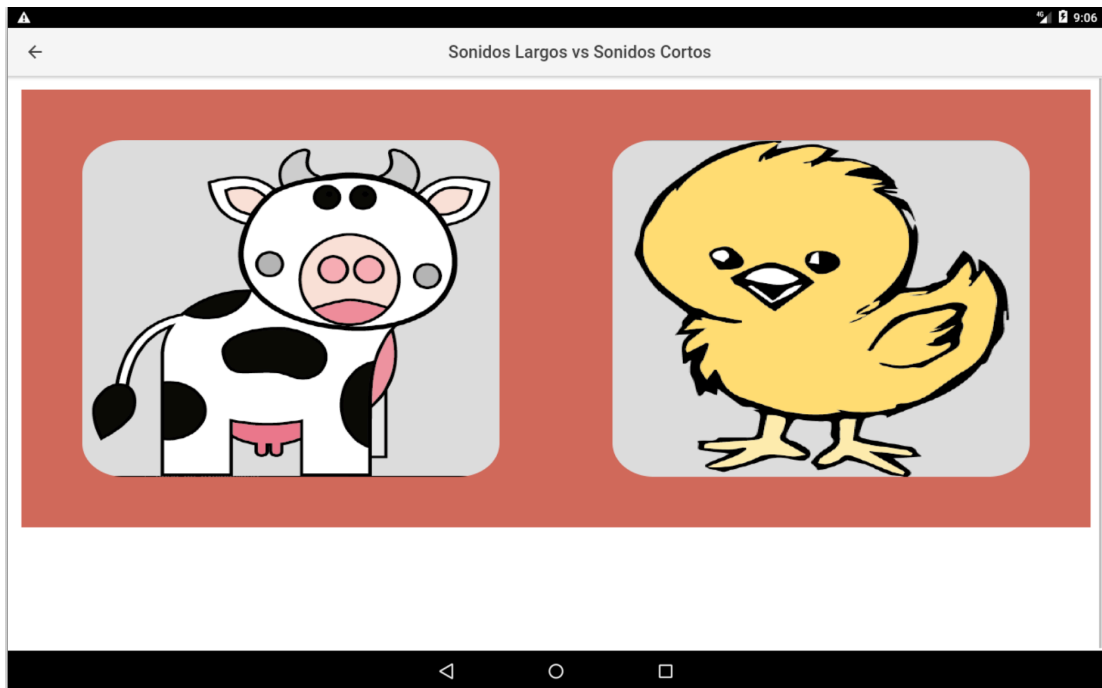
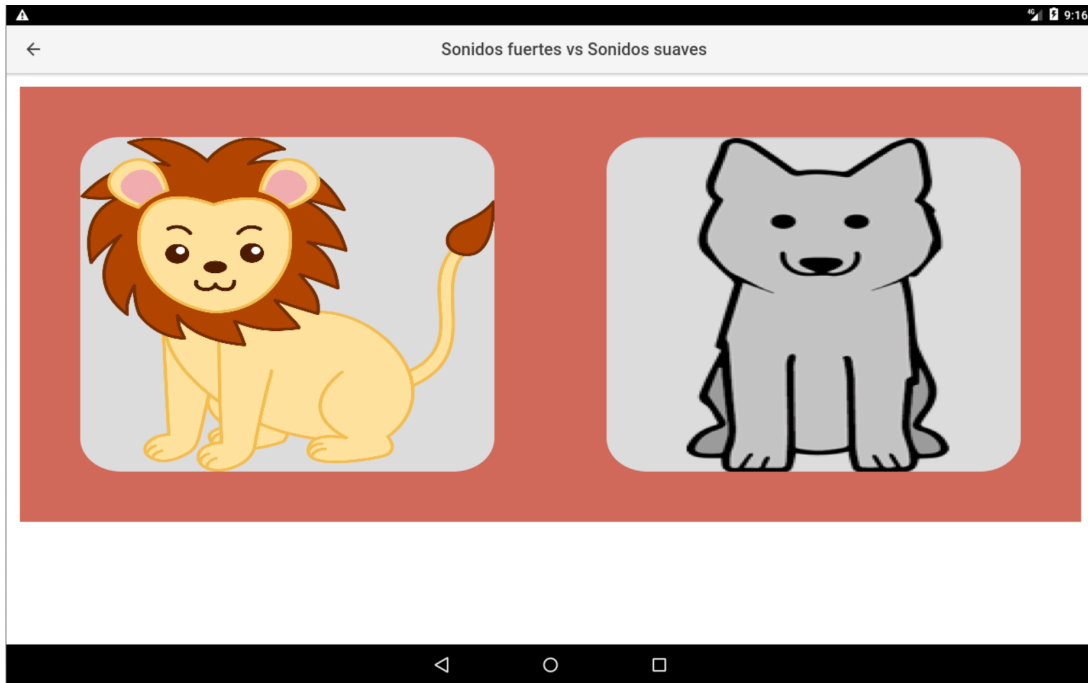


Imagen 18: Sonidos Largos vs Sonidos Cortos

### 7.2.3.2.8. *Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves*

Presenta y reproduce sonidos fuertes y sonidos suaves y solicita al paciente, de forma aleatoria, que seleccione uno de esos.



*Imagen 19: Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves*

### 7.2.3.3. *Identificación de palabras*

El módulo solicita que el paciente identifique las imágenes relacionadas con la palabra mencionada.



*Imagen 20: Identificación de Palabras*

**7.2.3.4. Comprensión Auditiva**


**7.2.3.4.1. Narración del Cuento**

Presenta una por una las 4 láminas mientras una voz narra el cuento de manera secuencial para que luego el paciente pueda responder a un grupo de preguntas.

Comprensión Auditiva




Llegada la noche y cansados de tanto jugar con los animales, los niños regresan a casa. Se acuestan en sus camas y mientras mamá les lee un cuento se quedan profundamente dormidos.



Reproducir Cuento



Reproducir Preguntas

*Imagen 21: Comprensión Auditiva - Narración del Cuento*

#### 7.2.3.4.2. Preguntas del Cuento

Presentando lámina por lámina, realiza preguntas relacionadas con los elementos de la misma, de tal manera que el paciente pueda identificar y responder a dichas preguntas. Para lograr esto, el paciente deberá tocar con su dedo en la sección de la imagen correspondiente a la respuesta correcta.



Imagen 22: Ejemplo de lámina sobre la que se realizan preguntas

#### 7.2.3.5. Memoria Auditiva

Reproduce secuencias de 2 a 5 números de manera progresiva lo que va aumentando la complejidad, y luego solicita al paciente que repita los números en el mismo orden, para lo cual se usa el reconocimiento de voz. En caso que el ruido ambiente no permita realizar un reconocimiento satisfactorio, entonces para eso están los checkbox que guardarán las respuestas correctas.

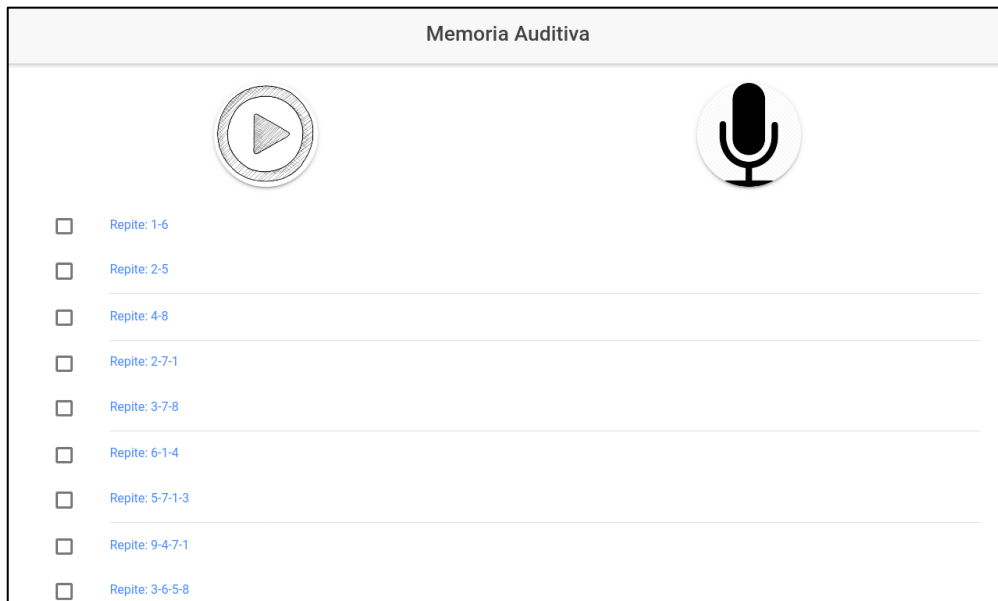


Imagen 23: Módulo de Memoria Auditiva

### 7.2.3.6. Secuencias Rítmicas

Reproduce un conjunto de secuencias rítmicas, las cuales van aumentando su complejidad progresivamente y el paciente deberá reproducir la misma secuencia dando golpes sobre una superficie que el terapeuta decida. Las respuestas serán seleccionadas por el terapeuta, ya que este módulo no realiza un reconocimiento automático.

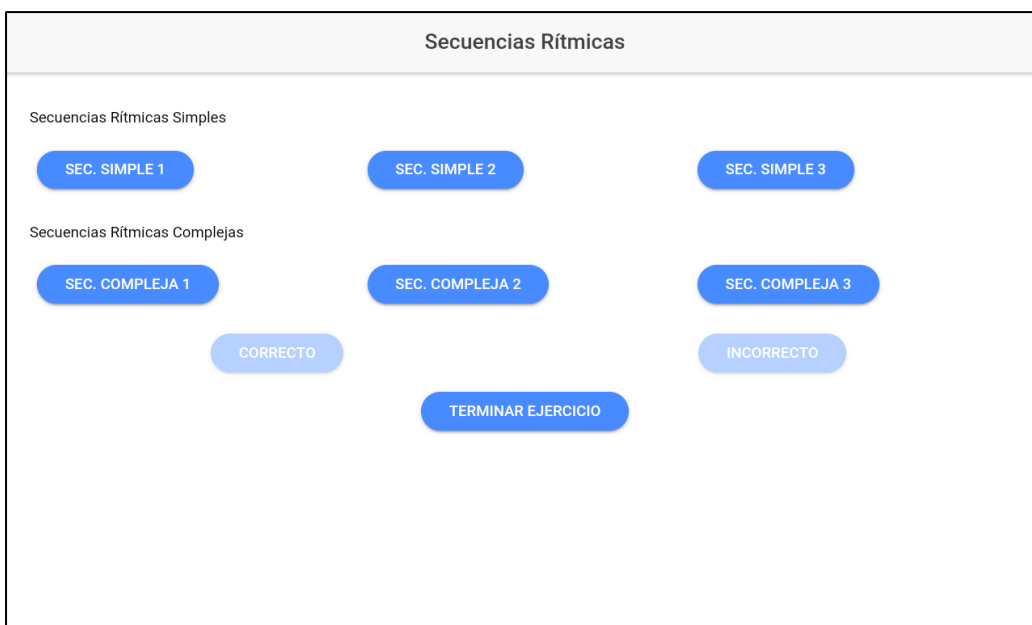


Imagen 24: Módulo Secuencias Rítmicas

### 7.2.3.7. Discriminación Fonética

En este módulo, la aplicación muestra al paciente dos imágenes que representan palabras con una fonética parecida y, de manera aleatoria, solicita que seleccione una palabra.

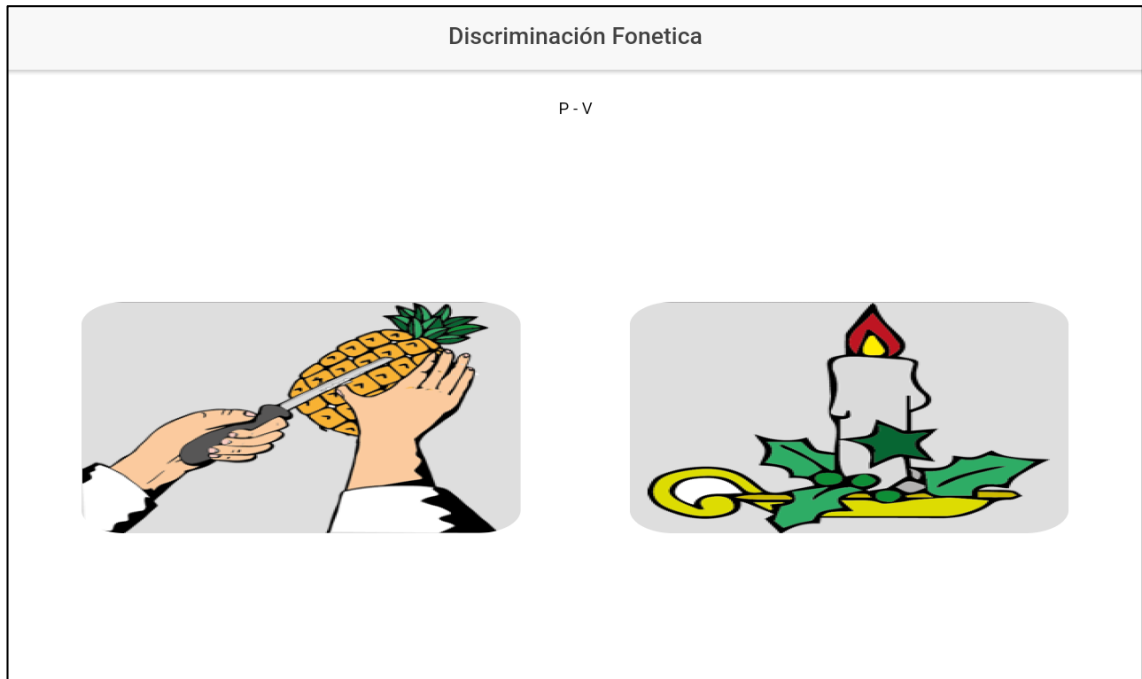


Imagen 25: Módulo Discriminación Fonética (Pela - Vela)

### 7.2.3.8. Integración Auditiva

En este módulo, la aplicación contiene un listado de palabras a las cuales, al momento de reproducirlas, les hace falta una letra. El paciente deberá pronunciar la palabra correcta, completando la letra faltante.

Integración Auditiva		
<input checked="" type="checkbox"/>	Botella	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Caballo	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Camisa	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	Caracol	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Chupete	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input checked="" type="checkbox"/>	Cocodrilo	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Dinosaurio	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Espada	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Fósforo	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Jirafa	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>
<input type="checkbox"/>	Lámpara	<a href="#">▶ REPRODUCIR</a> <a href="#">⬇</a>

*Imagen 26: Módulo Integración Auditiva*

### 7.3. Interfaz Gráfica Sistema Web

El sistema web permite al terapeuta acceder a los resultados de cada uno de los test de sus pacientes con la posibilidad de obtener reportes gráficos y estadísticos, así como también una variedad de análisis comparativos que permitirán que el terapeuta obtenga mejores conclusiones y aplique mejores y más eficaces terapias en sus sesiones. Todas las gráficas son basadas en minería de datos.



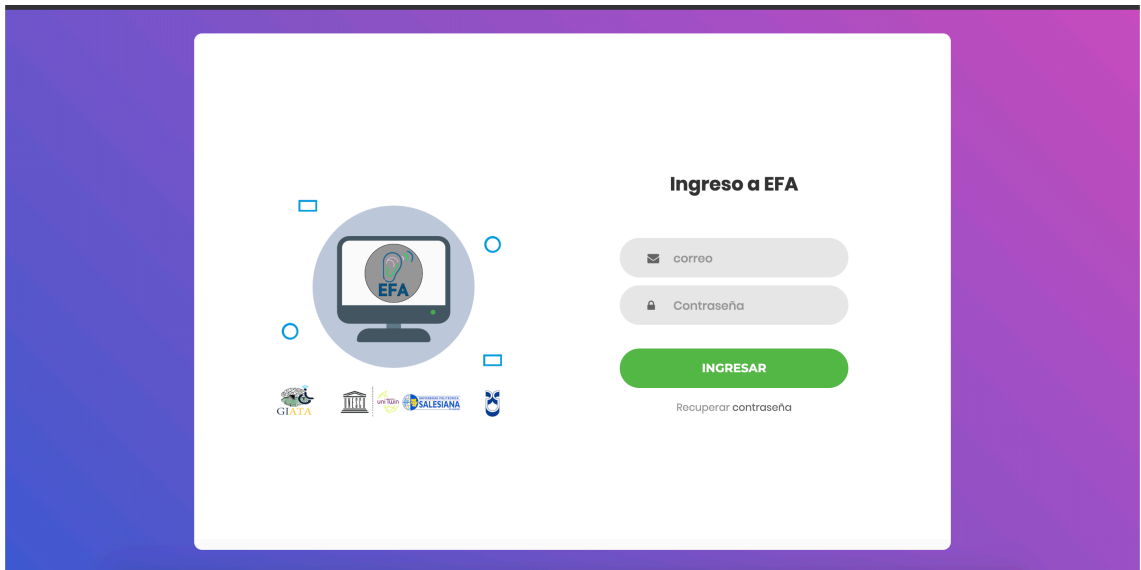


Imagen 27: Sistema web - Inicio de sesión

### 7.3.1. Módulos del sistema web

#### 7.3.1.1. Pantalla principal

En la pantalla principal se puede observar un listado de los pacientes registrados por el terapeuta, así como el menú al lado izquierdo con los módulos disponibles para los reportes y/o análisis.

Editar	Nombre	Apellido	Fecha de nacimiento	Edad	Observación	Dificultades de lenguaje	Discapacidad	Test	Descargar información
	Pedro	Abad	2014-10-24	4		- Trastorno fonológico	<input type="radio"/>		
	Sebastian		2014-10-19	4		No registra	<input type="radio"/>		
	Martin		2014-06-17	4		No registra	<input type="radio"/>		
	David		2018-10-23	4		- Trastorno de la comunicación no especificado	<input type="radio"/>		
	Joaquina		2014-08-29	4	tiene implante coclear	- Trastorno del lenguaje	<input type="radio"/>		
	Isabela		2014-12-09	4		No registra	<input type="radio"/>		
	Juan		2014-08-09	4		No registra	<input type="radio"/>		
	Emilio		2014-07-16	4		- Trastorno fonológico	<input type="radio"/>		
	Martina		2014-12-30	4		No registra	<input type="radio"/>		
	Juan		2014-06-09	4		No registra	<input type="radio"/>		

Imagen 28: Sistema web - Pantalla principal (Se ocultan los datos por seguridad de los pacientes)

#### 7.3.1.2. Perfil

En la pantalla de perfil se pueden modificar los datos relacionados con el terapeuta que ha iniciado sesión.

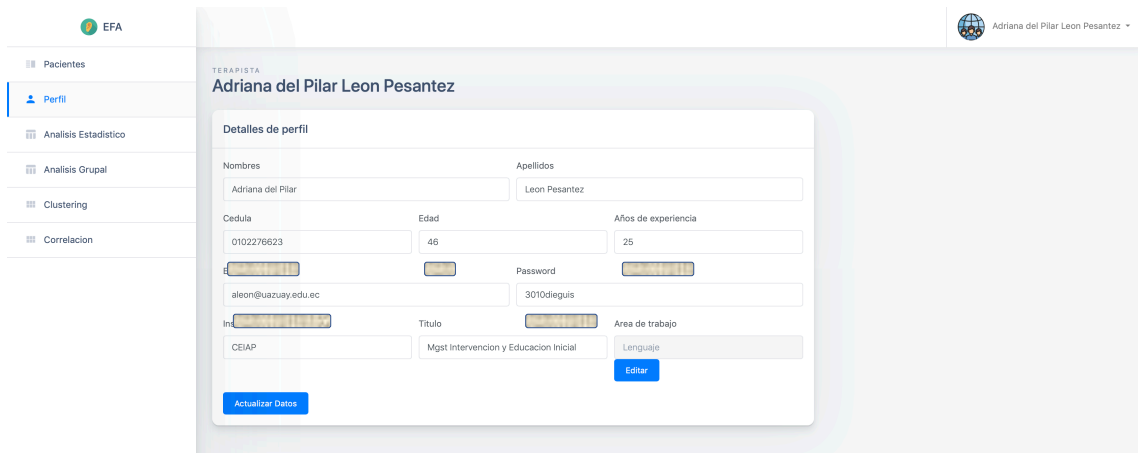


Imagen 29: Sistema web - Perfil

### 7.3.1.3. Análisis estadístico

En este módulo se puede obtener gráficas estadísticas de los resultados por test y por módulo de evaluación auditiva de cada uno de los pacientes.

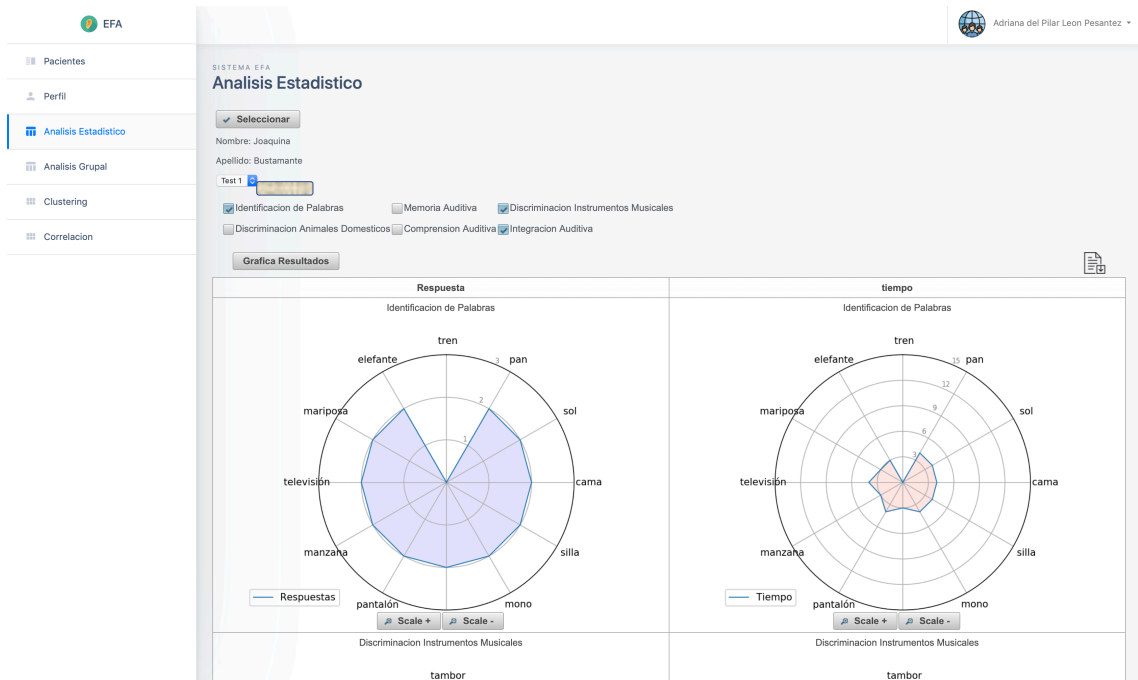


Imagen 30: Sistema web - Análisis estadístico

### 7.3.1.4. Análisis Grupal

Este módulo permite generar gráficas comparativas por módulos entre 2 o más pacientes. Cada color corresponde a un paciente en específico. En este caso, las gráficas son obtenidas por respuesta y por tiempo ocupado para responder.

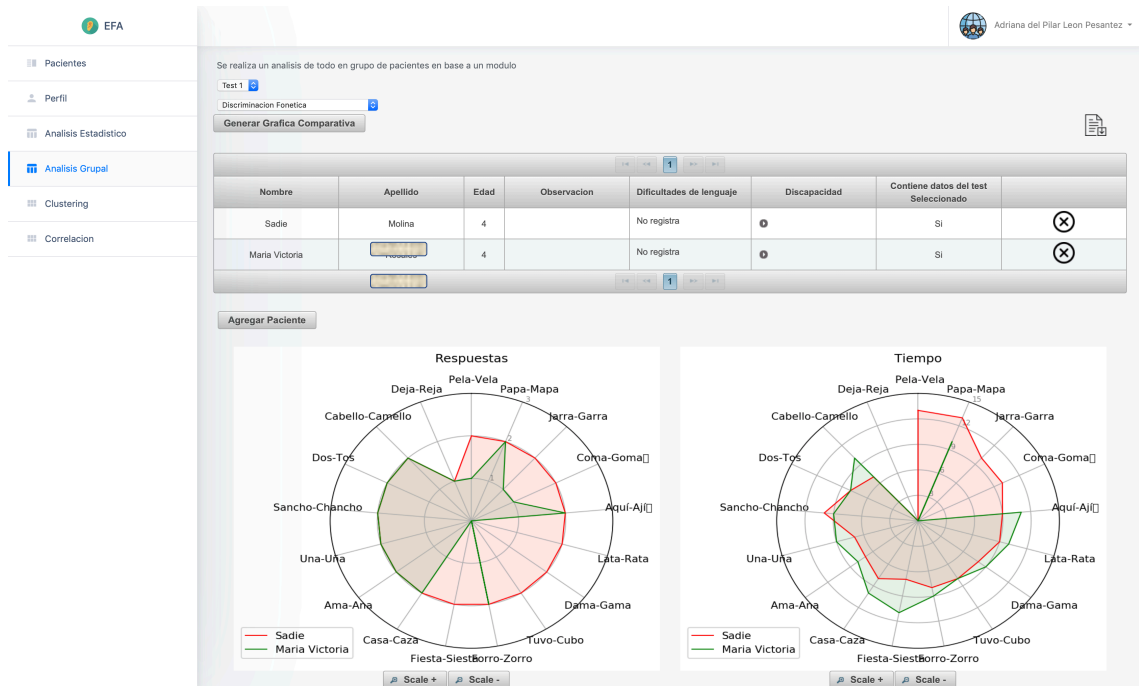


Imagen 31: Sistema web - Análisis grupal comparativo

### 7.3.1.5. Clustering

El clustering es un método que agrupa resultados a través del análisis de variables que tienen una relación relevante y significativa para el usuario. Para obtener este tipo de gráficas se puede hacer uso de un método de agrupación llamado K-means.

#### 7.3.1.5.1. Algoritmo K-Means

Es un algoritmo de clasificación no supervisado de un número de K clústeres determinado. Representa a cada uno de los clusters por la media de sus puntos. Cada cluster se caracteriza por su centroide, ubicado en el centro de los elementos del cluster general. (Garcia & Gomez)

Este algoritmo clasifica la información en base a la cantidad  $k$  de grupos definidos por el usuario cuya distancia entre sus elementos sea mas cercana a 0. Esto indica que los grupos son asignados con los resultados mas parecidos.

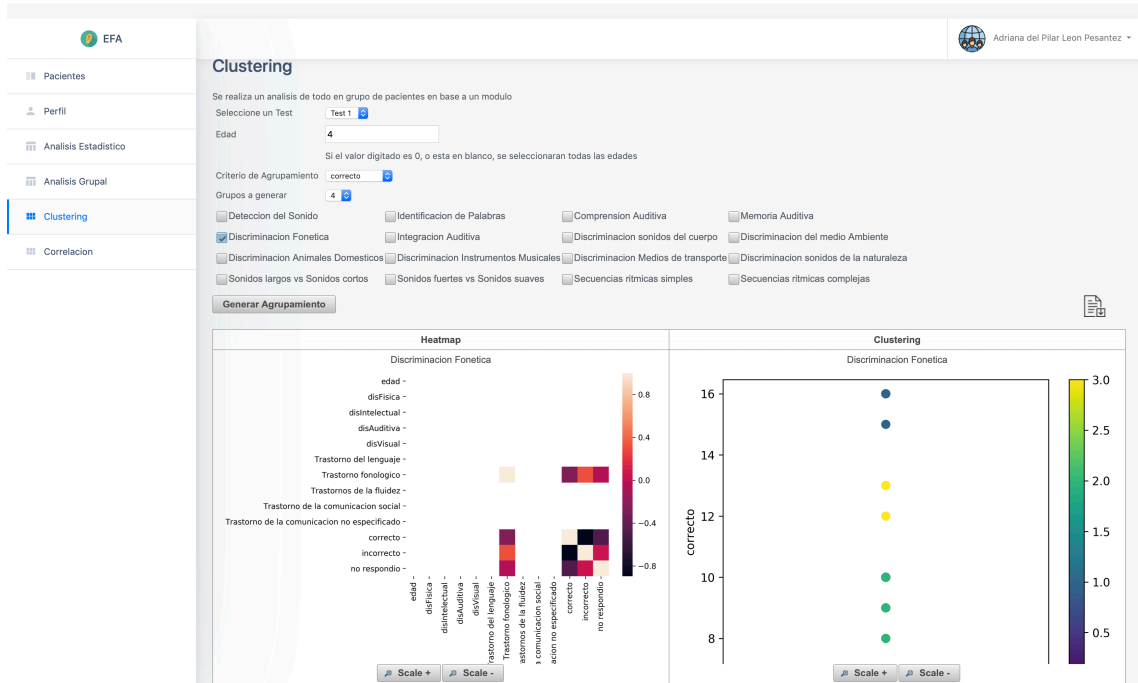


Imagen 32: Sistema web – Clustering

En la Imagen 32 se pueden apreciar 2 gráficas generadas sobre el módulo de discriminación fonética.

### 7.3.1.5.2. Gráfica Heatmap

Indica como está la correlación entre 2 variables (eje X y eje Y). El mapa de calor “pinta” de tonos cercanos al blanco cuando la variable en X es directamente proporcional a la variable en Y, es decir, cuando los cambios en la variable A afecta de la misma manera a la variable B; así mismo, pinta en tonos cercanos al negro cuando la variable X es inversamente proporcional a la variable en Y, es decir, cuando los cambios en la variable A afecta de forma inversa en la variable B. Así mismo, los colores se acercarán al valor 0 cuando las variables no tengan relación alguna.

### 7.3.1.5.3. Gráfica Clustering

Esta gráfica muestra, por colores, la agrupación de las respuestas usando el algoritmo de los k-means. La cantidad de grupos fueron establecidos en los parámetros de entrada, usando un criterio de agrupamiento como *correcto*.

### 7.3.1.6. Correlación

#### 7.3.1.6.1. Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de Pearson permite realizar una medición de la probabilidad de que se establezca una ecuación lineal entre 2 variables en la cual, si un valor cambia en una de ellas, entonces la otra variable también experimentará un cambio correlativo. (Cortez, Rubio, & Gaitan, 2010)

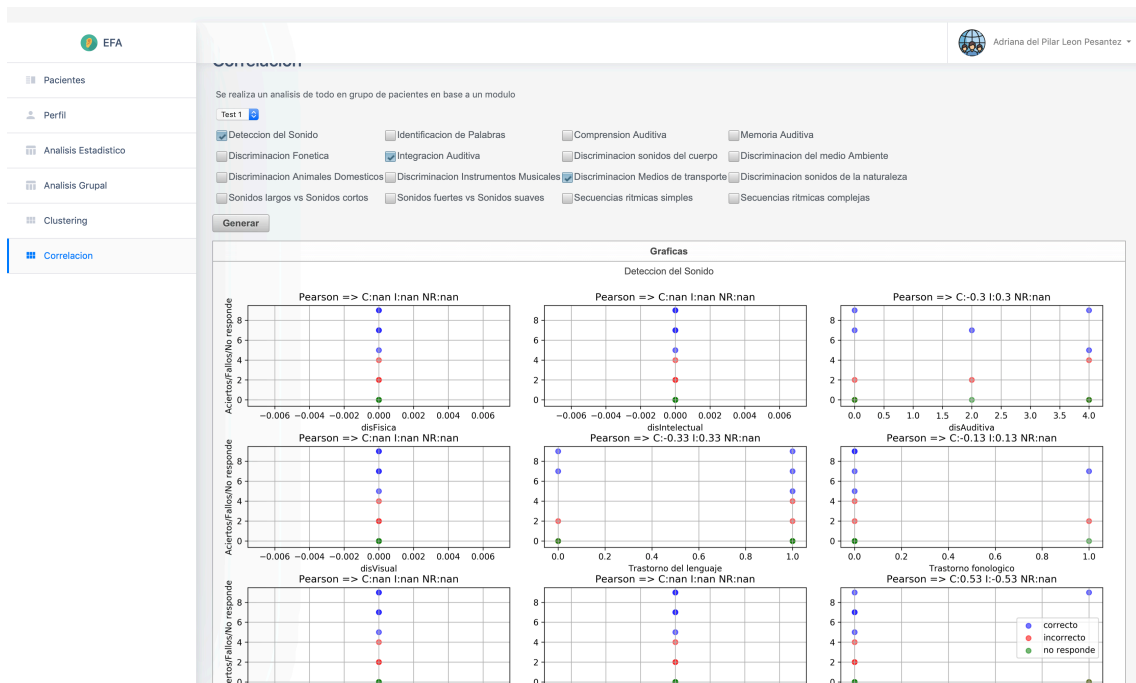


Imagen 33: Sistema web – Correlación

En la Imagen 33 se puede observar la correlación entre las respuestas guardadas y los diferentes trastornos y/o discapacidades que puede tener el niño evaluado. En el eje X se indica los valores de discapacidad auditiva de los niños y en el eje Y se indica la cantidad de respuestas con relación a las respuestas correctas, incorrectas y no respondidas. Así mismo, en la parte superior de cada gráfica se indica el valor de la correlación de Pearson en cada una de las clasificaciones de las respuestas.

### 7.3.1.7. Dendrograma

El dendograma es una representación gráfica en forma de árbol que organiza los datos en subcategorías por niveles hasta llegar a la subcategoría deseada. Con este tipo de gráfica se representan las relaciones de agrupación entre los datos del sistema EFA. Así, se puede agrupar los datos por aquellos que no tienen similitud alguna entre las categorías existentes.

En las siguientes gráficas se puede apreciar como el algoritmo de la agrupación jerárquica es capaz de agrupar a todos los niños que han sido evaluados dentro de un modulo que ha sido previamente seleccionado, para este metodo se ha usado el criterio de “average”, el cual nos permite agrupar a los niños mediante el calculo de la distancia media no ponderada.

The screenshot shows the 'SISTEMA EFA Dendrograma' interface. On the left is a navigation menu with options like 'Pacientes', 'Perfil', 'Análisis Estadístico', 'Análisis Grupal', 'Clustering', 'Correlación', and 'Dendrograma'. The main area contains a 'Generar' button and a table of patient data. Below the table is a section for 'Gráficas' with a sub-section for 'Identificación de Palabras'.

Código	Nombre	Apellido	Dificultades de lenguaje	Discapacidad
N1	Pedro	Abad	- Trastorno fonológico	0
N2	Sebastian	Astudillo	No registra	0
N3	Martin	Baculima	No registra	0
N4	David	Barros	- Trastorno de la comunicación no especificado	0
N5	Joaquina	Bustamante	- Trastorno del lenguaje	0
N6	Isabela	Cevallos	No registra	0
N7	Juan	Chocho	No registra	0
N8	Emilio	Cordero	- Trastorno fonológico	0
N9	Martina	Fajardo	No registra	0
N10	Juan	Gulierrez	No registra	0

Imagen 34: Sistema web - Dendrograma 1

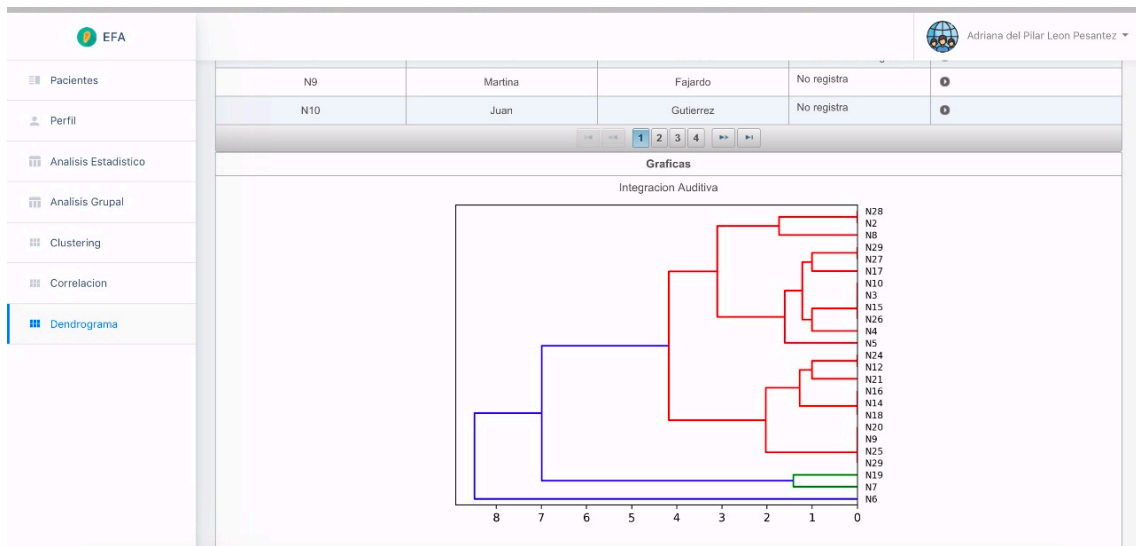


Imagen 35: Sistema web - Dendograma 2

### 7.3.2. Interfaz Gráfica Sistema Web

El sistema web permite al terapeuta acceder a los resultados de cada uno de los test de sus pacientes con la posibilidad de obtener reportes gráficos y estadísticos, así como también una variedad de análisis comparativos que permitirán que el terapeuta obtenga mejores conclusiones y aplique mejores y más eficaces terapias en sus sesiones. Todas las gráficas son basadas en minería de datos.

La interfaz completa del sistema web se muestra en el anexo 2 como Manual de Usuario del Aplicativo Web.

### 7.3.3. Comunicación entre la aplicación móvil y el servidor en la nube

Para la comunicación entre la aplicación móvil y el servidor en la nube se programaron web services REST de tipo GET que contienen parámetros que permiten enviar y recibir únicamente la información necesaria.

```

107   downloadDataTerapist(ciTer:string){
108     let wsAnswer=this.ipEfaServer+':8080/efaServer/efaRest/wsterapist/downloadData?ciTerapist='+ciTer;
109     console.log("Web Service session: "+wsAnswer);
110     return new Promise<boolean>((resolve, reject)=>{
111       this.http.get(wsAnswer).subscribe((res:any) =>{
112         resolve(res);
113       }, (err)=>{
114         reject(err);
115         console.log("No se ejecutó DownloadDataTerapist: "+err);
116       })
117     })
118   }
119 }
120   downloadInfoTerapist(ciTer:string){
121     let wserv=this.ipEfaServer+':8080/efaServer/efaRest/wsterapist/downloadTerapist?ciTer='+ciTer;
122     console.log("Ruta del Ws: "+wserv);
123     return new Promise((resolve,reject) =>{
124       this.http.get(wserv)
125         .subscribe(res =>{
126           console.log("Respuesta: "+res);
127           resolve(res);
128         }, (err) =>{
129           reject(err);
130         });
131     });
132   }

```

Imagen 36: Ejemplos de Web Services usados

En la Imagen 36 se puede observar 2 Web Services encargados de descargar los datos relacionados con un terapeuta, sus pacientes y sus test para sincronizar la aplicación.

```

insertAnswerOff(respuesta: string, tiempo: string, idQuestion: string, status: number) {
  return new Promise<boolean>((resolve, reject) => {
    let sql = "INSERT INTO offAnswer (respuesta, tiempo, idSession, idQuestion,uploadServer) VALUES (?, ?, ?, ?, ?)";
    this.db.executeSql(sql, [respuesta, tiempo, this.sesionSelected.idSession, idQuestion, status]).then((data) => {
      //this.db.executeSql(sql, [respuesta, tiempo, 36, idQuestion]).then((data)=>{
      resolve(true);
      console.log("Se ha ingresado datos en answer");
    }, (error) => {
      reject(error);
      console.log("Error en el insert answer");
    })
  })
}

```

Imagen 37: INSERT en la Base de Datos SQLite

En la Imagen 37 se puede observar un “query” realizado directamente a la base de datos local SQLite para realizar la inserción de datos de una respuesta grabada del test.

## 7.4. Pruebas

Las pruebas permiten evidenciar que el desarrollo ha sido correcto y cumple con la funcionalidad necesaria para que, al finalizar, la aplicación se envíe a producción. En el caso de la aplicación EFA, las pruebas se ejecutaron de forma iterativa conforme se fue



avanzando en el desarrollo, validando así que la funcionalidad cumple con los requisitos especificados en los objetivos.

Una vez que se finalizó la fase de desarrollo, se realizaron pruebas con 30 niños del Centro de Estimulación Integral y Apoyo Terapéutico (CEIAP) donde se pudo validar que la herramienta cumple las especificaciones iniciales, siendo amigable para los niños e interactivo, con imágenes que permiten que los niños respondan mejor a los ejercicios.

## 7.5. Implementación

### 7.5.1. Carga de aplicativo móvil a la Google Play Store

Como parte final del desarrollo, es necesario cargar la app a la tienda de aplicaciones de Android para que esté al alcance de todas las personas. Esto permitirá que se pueda alimentar de datos al servidor (que también será cargado a la nube) para que el análisis de minería de datos genere resultados mas valiosos que sean de utilidad para mejorar los procesos terapéuticos y realizar una validación completa de la aplicación.

La aplicación se ha cargado en la cuenta de la Cátedra UNESCO de la Google Play Store.

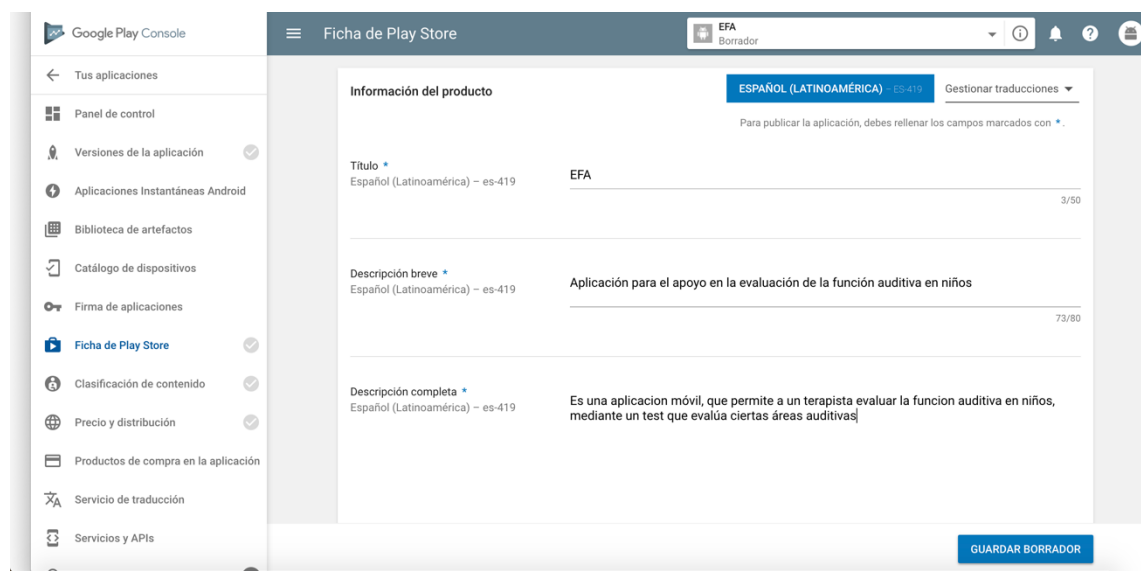


Imagen 38: Carga de aplicación en la Google Play Store

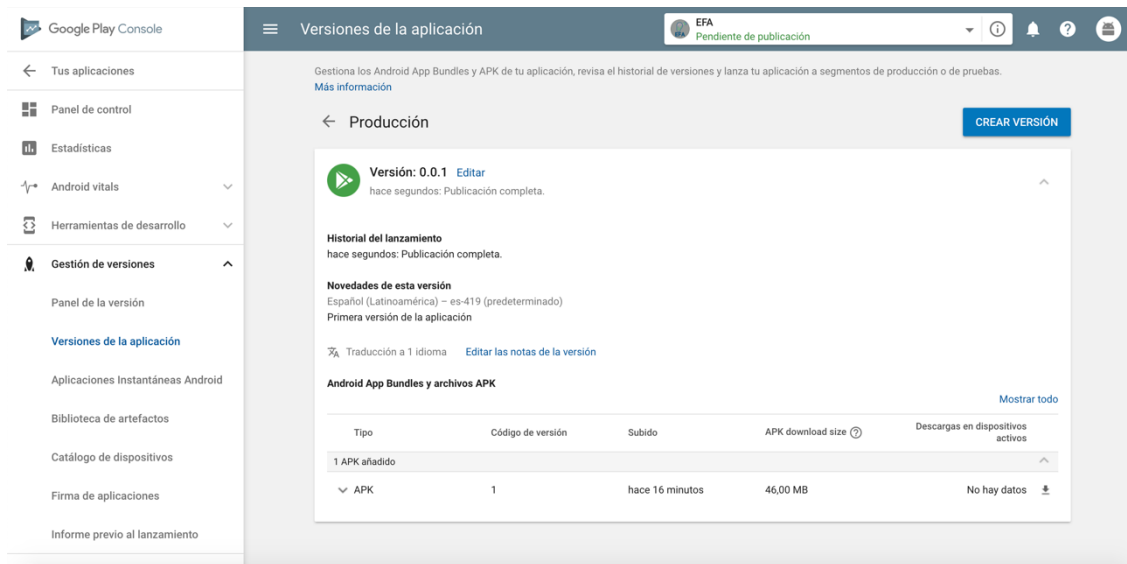


Imagen 39: Carga de la App completa en la Google Play Store

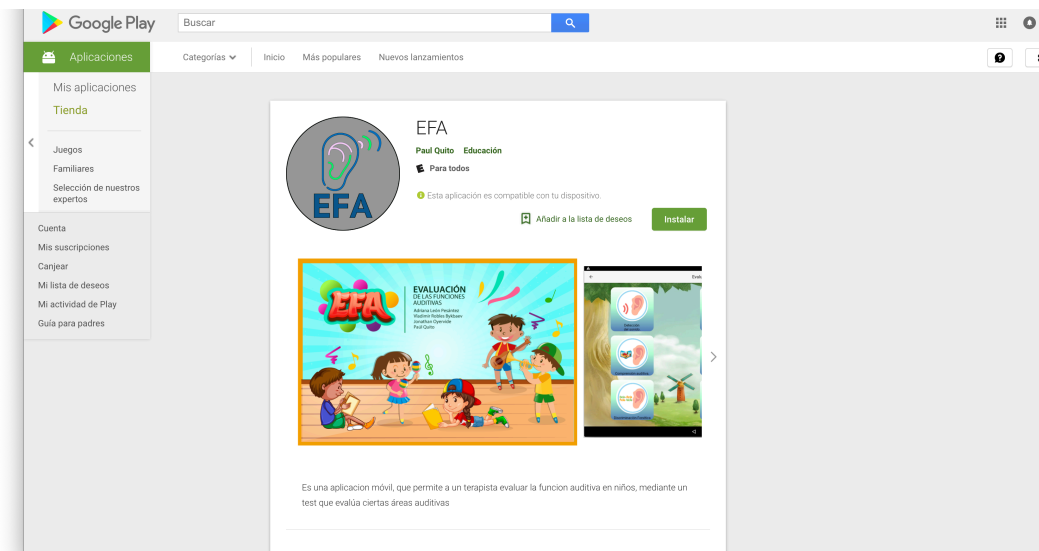


Imagen 40: Aplicación disponible en la Google Play Store

## 8. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

### 8.1. Población de estudio

“En función de determinar la factibilidad real de nuestra propuesta, hemos realizado un experimento con 30 expertos que usaron el sistema durante sesiones de evaluación real con niños con y sin trastornos auditivos.” (Leon, et al., 2018)

PROFESIONALES	PARTICIPANTES
Psicólogo/a	1

Profesional de la audición	1
Terapeuta del habla y lenguaje	1
Master en psicología	1
Grado en estimulación temprana	3
Profesional de la educación temprana	3
Educador/a parvulario	4
Master en educación temprana	7
Fonoaudiólogo/a	9

Tabla 5: Número de participantes en el experimento, agrupados según su profesión (Leon, et al., 2018)

En la Tabla 5 se indica, de forma agrupada, cada una de los tipos de profesionales que fueron encuestados para determinar la factibilidad de la aplicación móvil EFA.

“El objetivo principal del experimento fue determinar la percepción de los profesionales que usualmente realizan evaluaciones en el área de la función auditiva. La encuesta usada fue validada con el coeficiente alfa de Cronbach y alcanzó un valor de 0.8599532, lo cual indica que la encuesta tiene coherencia entre los ítems.” (Leon, et al., 2018)

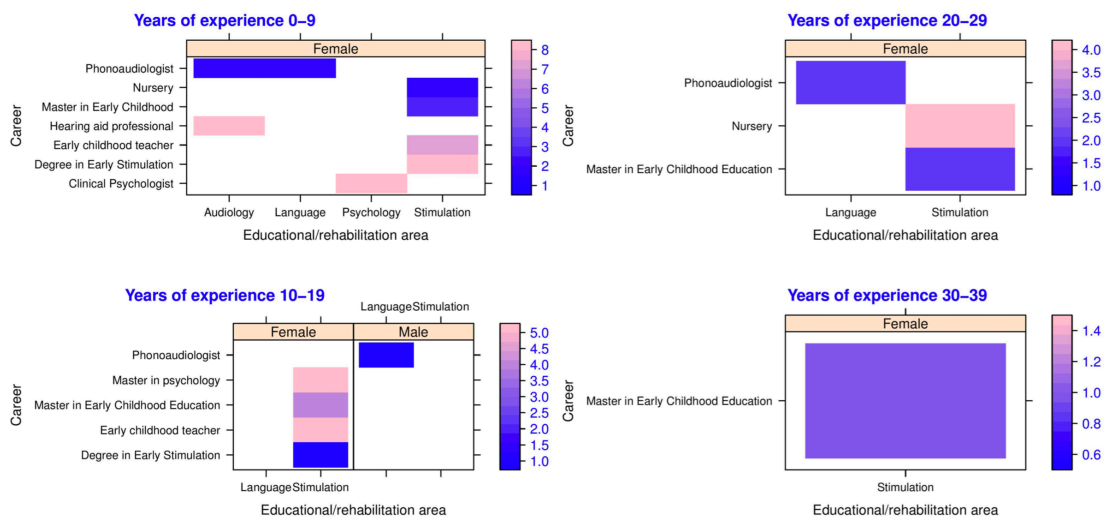


Imagen 41: Análisis de los años de experiencia de los profesionales en las áreas relacionadas con educación/rehabilitación (Leon, et al., 2018)

En la Imagen 41 se indica, de forma gráfica, el agrupamiento de los profesionales encuestados y el área específica en la que se desempeñan (Audiología, lenguaje, psicología y estimulación).

La mayoría de profesionales encuestados fueron de sexo femenino entre 0 y 9 años de experiencia, siguiendo con profesionales entre 10 y 19 años de experiencia.

## 8.2.Elaboración del instrumento de evaluación

Para poder validar que la aplicación móvil EFA se apegue a las necesidades de los terapistas en el área de la audición. La encuesta, que en este caso funciona como instrumento de validación, consiste en 12 preguntas, aplicados a 30 expertos de diferentes áreas relacionadas con la evaluación de la función auditiva. Con esta herramienta se pretendieron evaluar los siguientes aspectos de la aplicación EFA:

<b>PREGUNTAS</b>	<b>OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN</b>
<i>Pregunta 1</i>	Evaluación de los contenidos de la aplicación a nivel general.
<i>Pregunta 2</i>	Evaluación global por cada uno de los módulos que contiene la aplicación.
<i>Pregunta 3</i>	Evaluación acerca de los tipos de ejercicios usados en cada uno de los módulos y sub módulos para la realización del test.
<i>Pregunta 4</i>	Evaluación sobre el orden secuencial de la aplicación.
<i>Pregunta 5</i>	Evaluación sobre las imágenes usadas para la aplicación del test en los pacientes.
<i>Pregunta 6</i>	Evaluación sobre los audios usados para la aplicación del test en los pacientes.
<i>Pregunta 7</i>	Evaluación de la concordancia de los medios referentes a la cultura local.
<i>Pregunta 8</i>	Evaluación del correcto uso del léxico de los ejercicios de la aplicación EFA
<i>Pregunta 9</i>	Evaluación del correcto uso del léxico en las instrucciones de cada ejercicio de la aplicación EFA.
<i>Pregunta 10</i>	Evaluación de la aplicación como un medio tecnológico útil para la evaluación de la función auditiva en niños de 3 a 6 años.
<i>Pregunta 11</i>	Evaluación de la posibilidad de implementar trabajos futuros relacionados con la evaluación de la función auditiva.
<i>Pregunta 12</i>	Evaluación de la facilidad de los ejercicios aplicados en el test EFA.

Tabla 6: Aspectos considerados del instrumento de evaluación.

### 8.3. Análisis Estadístico de los resultados

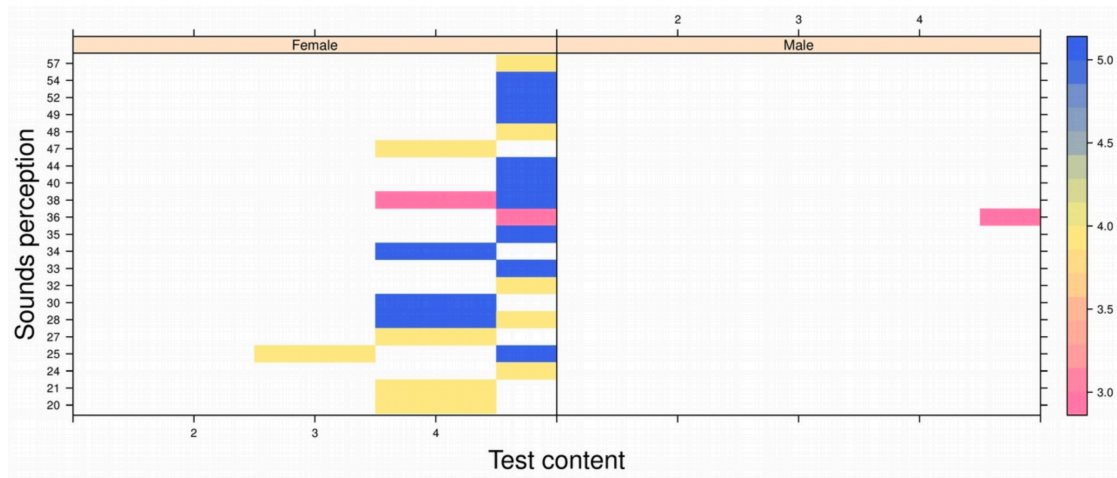


Imagen 42: Percepción de los profesionales acerca de los contenidos de la herramienta EFA (Leon, et al., 2018)

La Imagen 42 muestra gran cantidad de las respuestas de los profesionales encuestados fueron satisfactorias agrupándose entre una calificación general de 3 y 5 puntos, siendo 5 la máxima calificación posible. Esto nos hace prever que la aplicación será de gran utilidad para los procesos terapéuticos de la función auditiva.

Para lograr establecer una medición, se usó la escala de Likert, con las clasificaciones:

- (5) Totalmente Adecuada
- (4) Muy Adecuada
- (3) Adecuada
- (2) Inadecuada
- (1) No del todo Adecuada

### 8.4. Resultados por objetivos

Los resultados mostrados en los puntos anteriores se basan en el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados al inicio del presente trabajo de titulación, apreciados, por ejemplo, en el desarrollo del marco teórico, donde se explica de manera resumida los diferentes tipos y causas de la discapacidad auditiva, así como datos estadísticos y necesidades de los niños que presentan esta discapacidad. Para establecer

las variables y la secuencia lógica de la evaluación de la función auditiva se realizó un amplio análisis con los expertos en el área terapéutica de la audición y se usó un test físico realizado por ellos el cual es el mismo que cuenta como núcleo de la aplicación EFA. Este test fue desarrollado basándose en los ejercicios comúnmente usados en las terapias auditivas y con los cuales se obtuvieron los mejores resultados.

En cuanto al diseño y desarrollo de la herramienta web, se explica en el Anexo 2 como Manual de Usuario de la Aplicación Web donde se podrá apreciar los resultados de los test aplicados en la fase de pruebas de la aplicación móvil.

Así mismo, el diseño y desarrollo de la aplicación móvil se explica en el Manual de Usuario de la Aplicación Móvil donde se indica paso a paso el procedimiento que se debe seguir para ejecutar un test de manera correcta, cumpliendo cada uno de los puntos del objetivo.

En el Manual de Usuario del Sistema Web se indican los tipos de análisis basados en minería de datos que se implementaron para cumplir con las especificaciones detalladas en el análisis de requerimientos y objetivos.

El plan de experimentación se basó en la encuesta realizada a los terapeutas que usaron el aplicativo móvil y que permitieron validar que la herramienta es útil y que cumple con las necesidades de los expertos en el área para evaluar la función auditiva. Esta encuesta se puede apreciar en la sección de Experimentación y Resultados.

Esta aplicación permitirá validar la herramienta ante los organismos de salud correspondientes a través del uso y la recolección de información de cada uno de los test realizados a los pacientes que se puede apreciar en el anexo 2 como Manual de Usuario de la aplicación Web donde se encuentran gráficas estadísticas creadas a partir de los resultados guardados de cada una de las preguntas respondidas. La ventaja de esta aplicación es que está desarrollada en tecnologías nativas multiplataforma lo que permitirá, en un futuro, desplegar la misma también para dispositivos iOS y Windows Phone.

## 9. CONCLUSIONES

El presente proyecto fue de gran apoyo en el área de la fonoaudiología ya que, como se ha podido evidenciar, son pocas las herramientas, a diferencia de la terapia del lenguaje, que se centran en esta área. La aplicación EFA ayuda a generar más interés en los niños que usan la aplicación mientras se evalúa su función auditiva con ayuda de un profesional en el área, logrando así mejores resultados para poder realizar un análisis estadístico más preciso y poder tomar decisiones mucho más rápidas y efectivas para mejorar los procesos terapéuticos.

Donde se muestra el mapa de calor (heatmap) de los resultados de los test aplicados a los niños del CEIAP, se puede evidenciar la relación entre las respuestas grabadas de cada test, indicando, la más clara que las respuestas grabadas como “correcta” son inversamente proporcionales a las respuestas grabadas como “incorrecta”, validando, de una manera simple, que existe lógica en las preguntas del test.

Durante el proceso de diseño y construcción del sistema se mantuvo reuniones frecuentes con los terapeutas involucrados en el proyecto, dando a conocer que aspectos se pueden mejorar o que correcciones se pueden dar al momento de realizar el sistema, de esta manera el desarrollo se realizaría de una forma satisfactoria y cumpliendo los requerimientos planteados en el inicio del proyecto.

Hay que recalcar la importancia de la minería de datos ya que en trabajos relacionados no hay ninguno que apliquen técnicas similares, por lo tanto, esta herramienta es importante para los terapeutas, que proporcionan un análisis estadístico que son presentadas a través de imágenes y pueden ser muy útiles para análisis posteriores, incluso se pueden generar grupos similares en base a las respuestas que tiene cada niño.

Hoy en día, los avances tecnológicos resultan de gran ayuda para los educadores, siempre y cuando se utilice de una forma adecuada, esto se puede observar al momento de la experimentación de la aplicación por parte de terapeutas en el centro ya mencionado, obteniendo un interés positivo con ciertas observaciones y recomendaciones que han sido tomadas conforme se desarrollaba el software.

El uso de sonidos e imágenes que conforma la aplicación, están dirigidos a los niños, estableciendo una interfaz amigable, puesto que todo esto está implementado en un

dispositivo móvil y esto tiene como ventaja, mejorar ciertas capacidades de los niños tales como la capacidad visual, el manejo de las manos y los dedos en las funciones táctiles del dispositivo móvil.

## **10. TRABAJOS FUTUROS**

Aumentar nuevos módulos de análisis de la función Auditiva: En esta sección se podría implementar más módulos que puedan brindar un mejor soporte para la evaluación de la función auditiva del niño, cabe resaltar que las nuevas actividades que se pueden crear tienen que ser previamente planificadas con los expertos en el área del lenguaje.

Realizar un nuevo análisis de datos inteligente: Actualmente el sistema genera reportes en la web, basados en la minería de datos, la información se ha obtenido como muestra de niños que asisten al Centro de Estimulación Integral y Apoyo Terapéutico (CEIAP), ahora se podría obtener una muestra de datos de niños que asistan a centros infantiles públicos, de esta forma se podría analizar, si existe un comportamiento diferente de los niños que asisten a estas instituciones privadas con los niños que asisten a instituciones públicas.

Manejar la parte administrativa del terapeuta a través de una aplicación móvil: La parte administrativa de la información del terapeuta y de los niños, actualmente se maneja desde el portal web, en una nueva actualización del sistema, se puede integrar un módulo que permita realizar el manejo de la información del terapeuta y de los niños desde el aplicativo móvil.

Realizar un dispositivo Electrónico para la evaluación en el módulo de secuencias rítmicas: En el módulo de secuencias rítmicas, se puede implementar un dispositivo electrónico capaz de captar golpes sobre una superficie y compararlo con una secuencia rítmica ya establecida, de esta forma se mejora la funcionalidad de este módulo.

Realizar un sistema experto: En esta sección se podría implementar un sistema experto que sea capaz de recomendar planes de terapias en base al resultado de la evaluación de la función auditiva.



## **11. RECOMENDACIONES**

Se recomienda ejecutar la aplicación móvil de la evaluación de la función auditiva (EFA) en dispositivos de gama media, de preferencia tabletas de 10” con sistema operativo Android 5.0 o superior para aprovechar las funciones de reconocimiento de voz y las mejoras en funcionalidades que brinda este S.O.

Es importante considerar que el niño debe estar acompañado del terapeuta, el cual se encargara de guiar y reforzar su función auditiva y así desarrollar cada una de las actividades dentro de las diferentes áreas, esta recomendación se da para que el terapeuta vaya teniendo el control de la utilización que le da el niño a la aplicación.

En cuanto a las tecnologías usadas para el desarrollo del sistema se recomienda tener conocimientos previos en AngularJS e Ionic, que fue utilizado para el desarrollo de la aplicación móvil, Java EE que se utilizo para el desarrollo del sistema web y Python que se utilizo para la parte de la minería de datos, de esta manera si se desea dar un soporte al proyecto, se podrá cambiar únicamente las partes que sean necesarias, de esta manera se optimiza el tiempo y se facilita su desarrollo.

En la parte del diseño de las interfaces graficas del aplicativo móvil se recomienda la ayuda de un diseñador grafico, de forma que toda a parte visual del aplicativo móvil sea mas atractivo para los niños y terapeutas.

## 12. ANEXOS

### 12.1. Manual de Usuario Aplicación Movil.

#### 12.1.1. Introducción

La aplicación móvil Android, permite a los terapeutas ejecutar la evaluación de la función auditiva EFA en los pacientes a través de ejercicios didácticos creados para captar la atención de los niños y obtener mejores resultados.

##### *12.1.1.1. Propósito*

El manual permitirá al usuario (comúnmente terapeutas) seguir el procedimiento correcto para aplicar un test a, el o los pacientes que requirieran.

##### *12.1.1.2. Alcance*

Orientado a terapeutas de la función auditiva y usuarios en general que tengan conocimiento del proceso común en la evaluación de la función auditiva en niños.

#### 12.1.2. Manual de funcionamiento

##### *12.1.2.1. Requerimientos*

Los requerimientos para el correcto funcionamiento de la aplicación son los siguientes:

##### *12.1.2.2. Hardware*

- Tableta de 10” con sistema operativo Android 5.0 o superior.

##### *12.1.2.3. Software*

- Acceso a internet (opcional)

##### *12.1.2.4. Funcionamiento*

El sistema permite el registro de información de los terapeutas y pacientes a través de la aplicación móvil, en EFA, se guardan todos los datos y avances de un test que el terapeuta vaya tomando a sus pacientes.

La aplicación guardará los datos de forma local y en la nube para poder acceder a ellos tanto desde cualquier otro dispositivo como desde el servidor Web.

En caso de el terapeuta use un nuevo dispositivo móvil, el sistema será capaz de enviar toda la información y avances, para que el usuario continúe con trabajo.<sup>1</sup>

#### ***12.1.2.5. Descarga de la aplicación / descripción de módulos del prototipo***

Para poder hacer uso de la aplicación, se debe descargar la App EFA desde el Google Play Store.<sup>2</sup>

#### ***12.1.2.6. Inicio del Sistema / Conexión de prototipo / modo de uso***

Para el uso del sistema se debe ingresar a la App EFA en el dispositivo móvil (tablet) instalado.

##### ***12.1.2.6.1. Splash***

Lo primero que se podrá apreciar al iniciar la aplicación es una imagen en Splash con la información general de la aplicación. Esta imagen estará visible por 5 segundos.

---

<sup>1</sup> Solo disponible con acceso a internet.

<sup>2</sup> Sujeto a requisitos del dispositivo móvil.



Imagen 43: Splash

#### 12.1.2.6.2. Inicio de *Sesión*

Una vez iniciada la aplicación, se muestra una pantalla de inicio de sesión donde se deben ingresar las credenciales del usuario (correo y contraseña) en caso de ya haberse registrado con anterioridad.

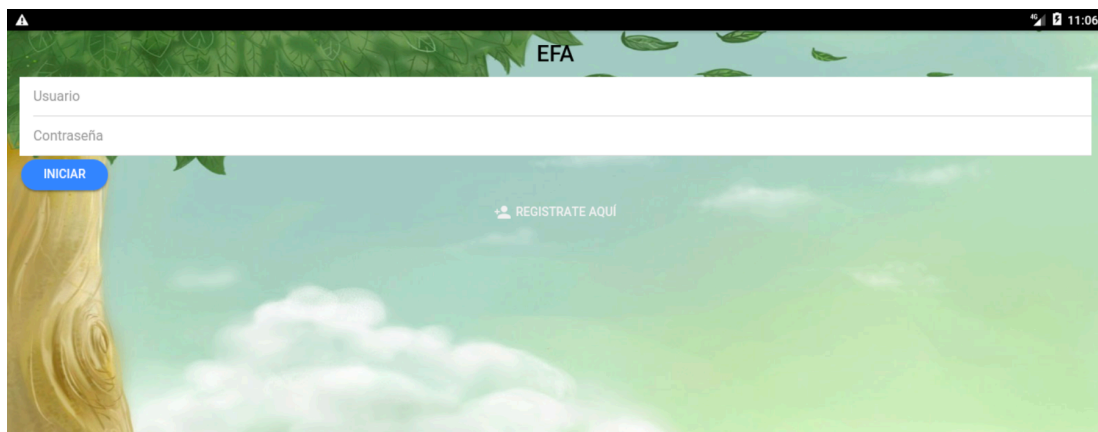


Imagen 44: Inicio de sesión

#### 12.1.2.6.3. Registro de un nuevo terapeuta

En caso que no se haya creado un usuario anteriormente, se puede hacer clic en el botón **Regístrate aquí** para llenar los datos correspondientes al terapeuta.



Imagen 45: Registro de terapeuta

Una vez llenados los datos, al hacer clic en *Guardar* se intentará subir los datos al servidor en la nube, caso contrario, solo se guardará localmente hasta recuperar conexión.

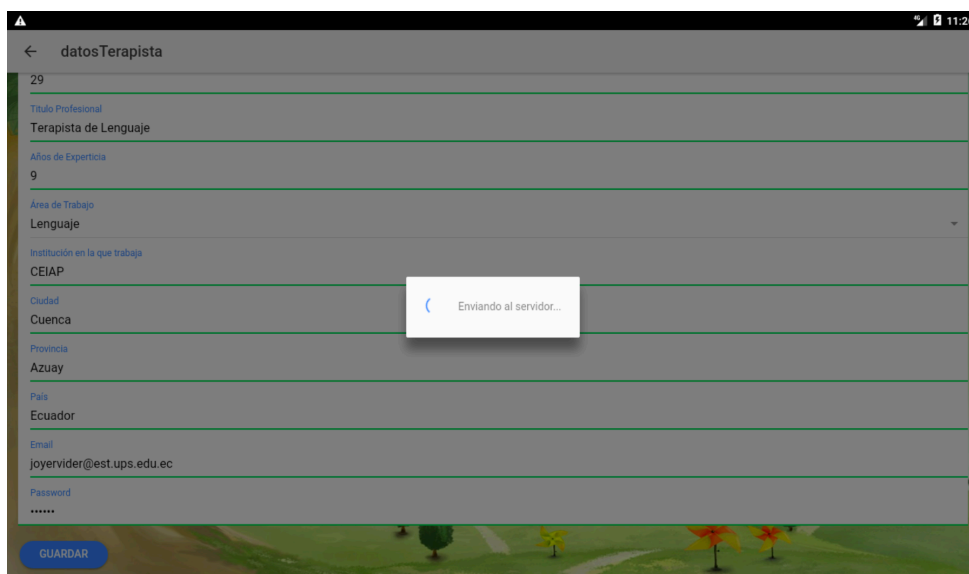


Imagen 46: Carga de datos al servidor

#### 12.1.2.6.4. Listado de pacientes

Cuando el terapeuta inicia sesión, aparecerá un listado de los pacientes que tiene el terapeuta para poder acceder a cada uno de los test realizados a ellos. Además, desde esta

misma pantalla, se puede agregar mas pacientes relacionados al terapeuta haciendo clic en el botón + ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

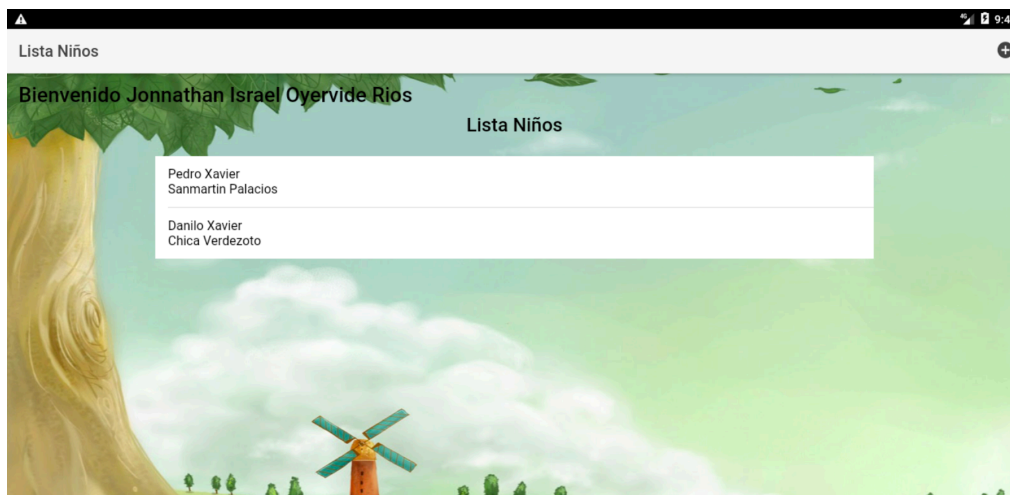


Imagen 47: Listado de pacientes por terapeuta

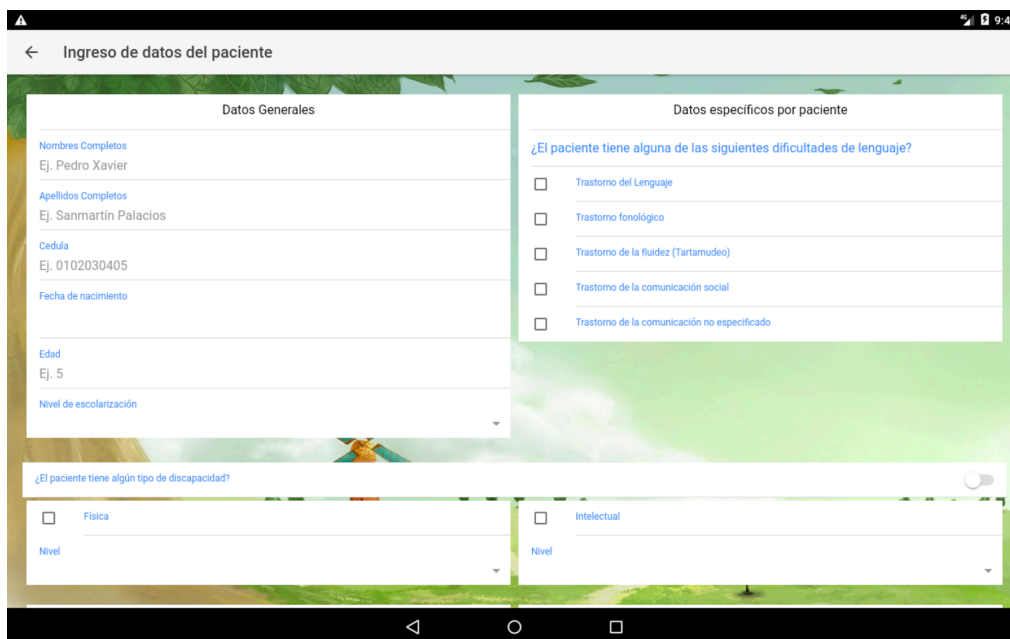


Imagen 48: Agregar nuevo paciente

#### 12.1.2.6.5. Listado y creación de test

Una vez creados los pacientes, se puede empezar un test al hacer clic en el nombre del paciente.

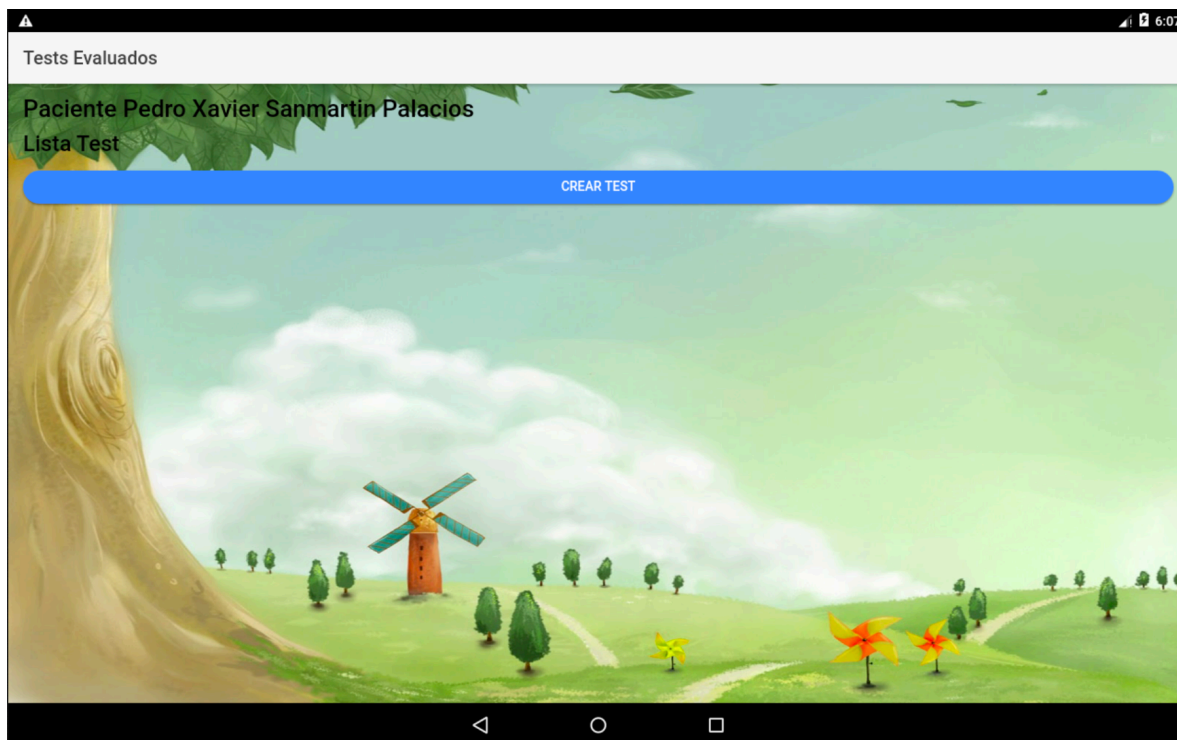


Imagen 49: Listado de test por paciente

#### 12.1.2.6.6. Nuevo Test

Cuando se hace clic en el botón *Crear Test*, inmediatamente se accede al test donde se comienzan a responder cada uno de los módulos en el orden que el terapeuta desee.

Si se ha creado un test y este no ha finalizado aún, la aplicación no permitirá crear otro test, por lo que el botón *Crear Test* estará deshabilitado.

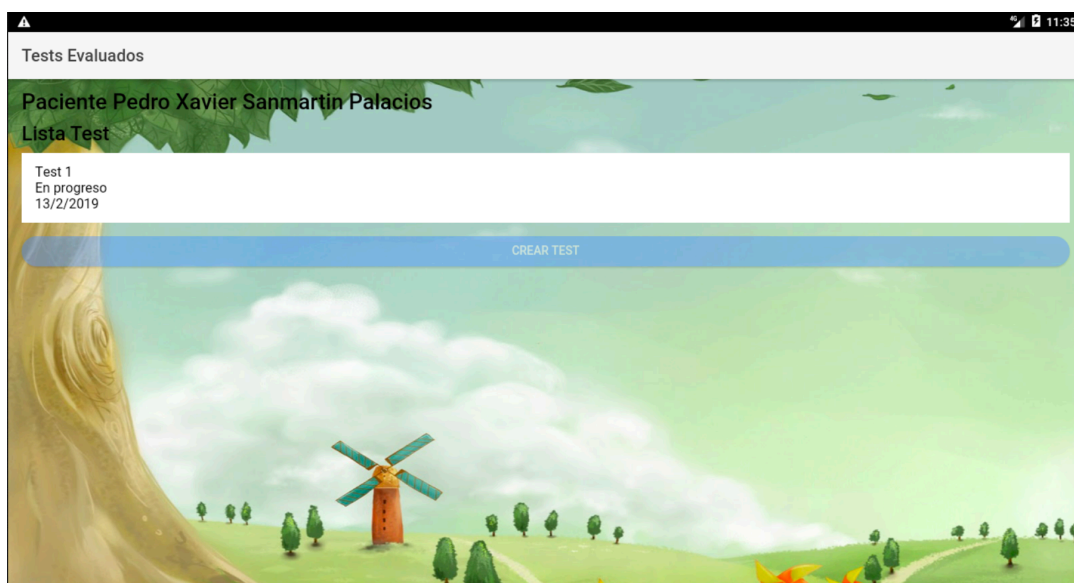


Imagen 50: Nuevo Test

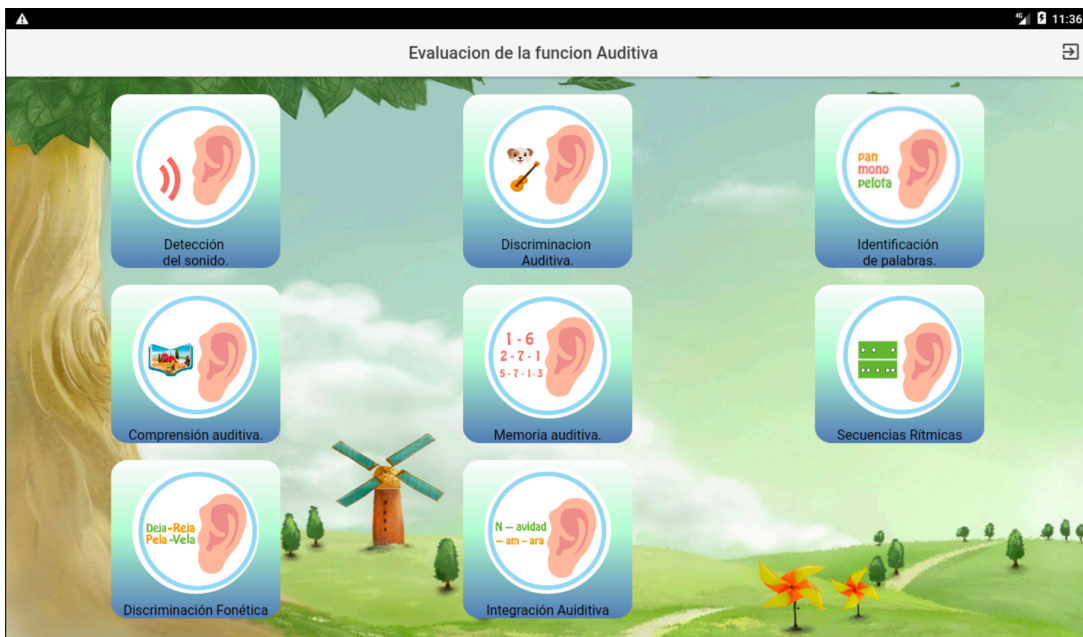


Imagen 51: Módulos del test EFA

#### 12.1.2.6.7. Módulos de test EFA

Cada uno de los módulos se responde de manera diferente, con los cuales se evalúa diferentes aspectos de la función auditiva. Los módulos son:

- Detección del sonido
- Discriminación auditiva
- Identificación de palabras
- Comprensión auditiva
- Memoria auditiva
- Secuencias rítmicas
- Discriminación fonética
- Integración auditiva

##### 12.1.2.6.7.1. Detección del Sonido

El módulo permite verificar si el paciente logra detectar sonidos desde diferentes distancias y/u orientaciones, por ejemplo:

- 50 cm., 1 m., más de 1 m.
- Derecha, izquierda.
- Cerca, lejos



- Verbales, no verbales.

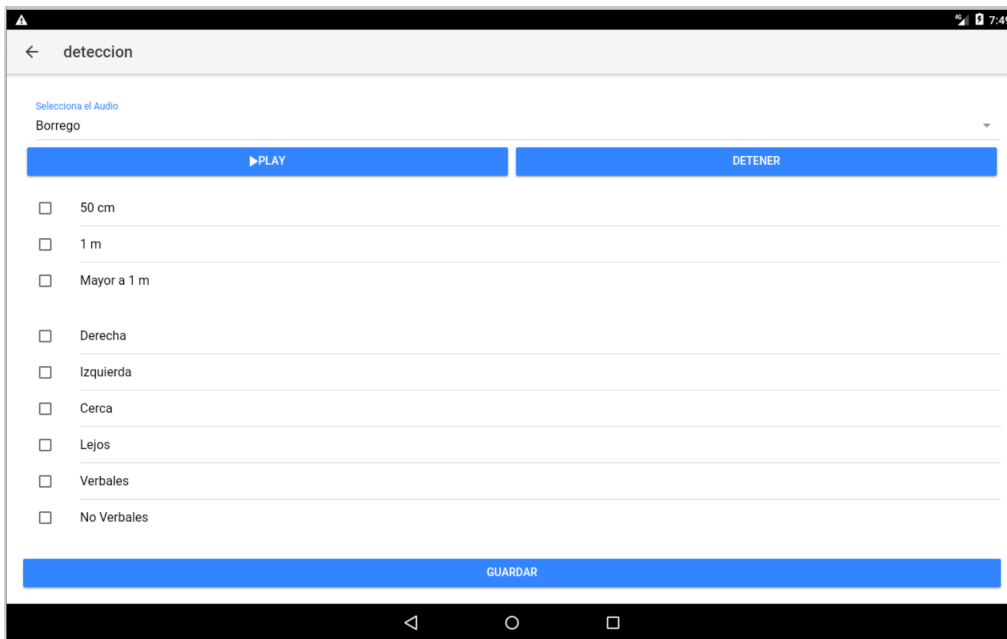


Imagen 52: Módulo de Detección del sonido

El terapeuta debe seleccionar un audio entre la lista existente y luego de eso hacer clic en el botón *Play* para comenzar el ejercicio. Luego que el paciente indique señales de reconocer desde diferentes distancias u orientaciones, el terapeuta tendrá que seleccionar las opciones correspondientes:

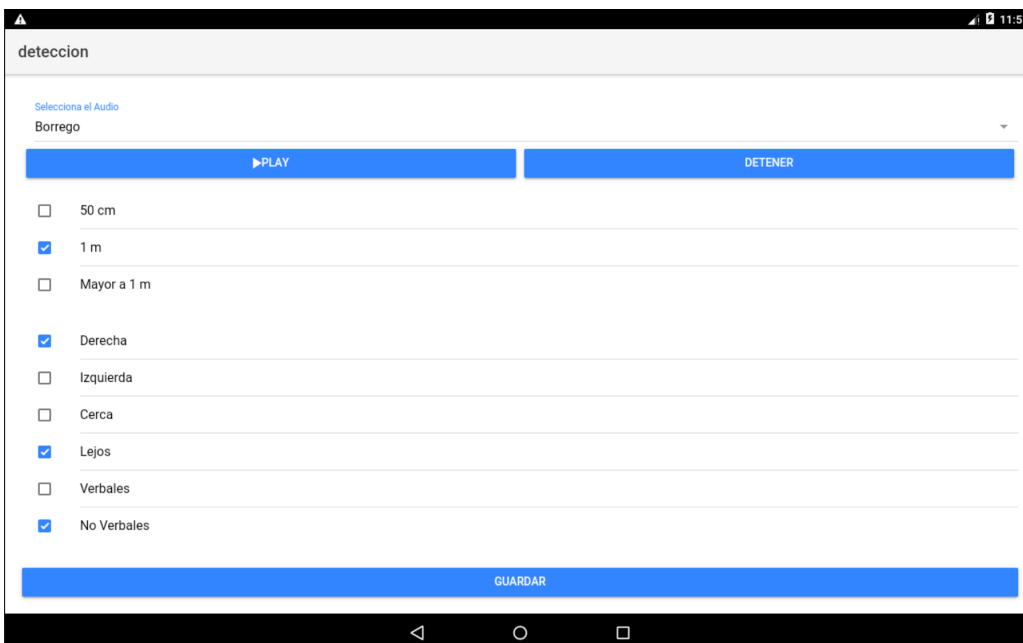


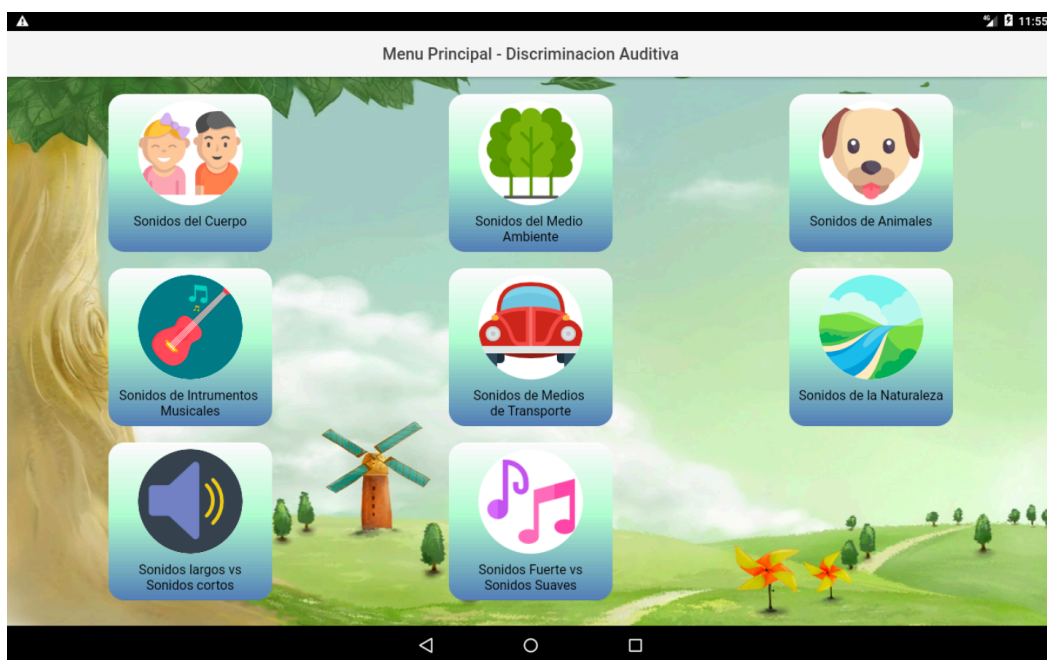
Imagen 53: Selección de opciones realizadas

Al finalizar, hacer clic en el botón *Guardar*.

#### 12.1.2.6.7.2. Discriminación Auditiva

Este módulo tiene varios sub módulos que se deben realizar uno a uno. Estos módulos son:

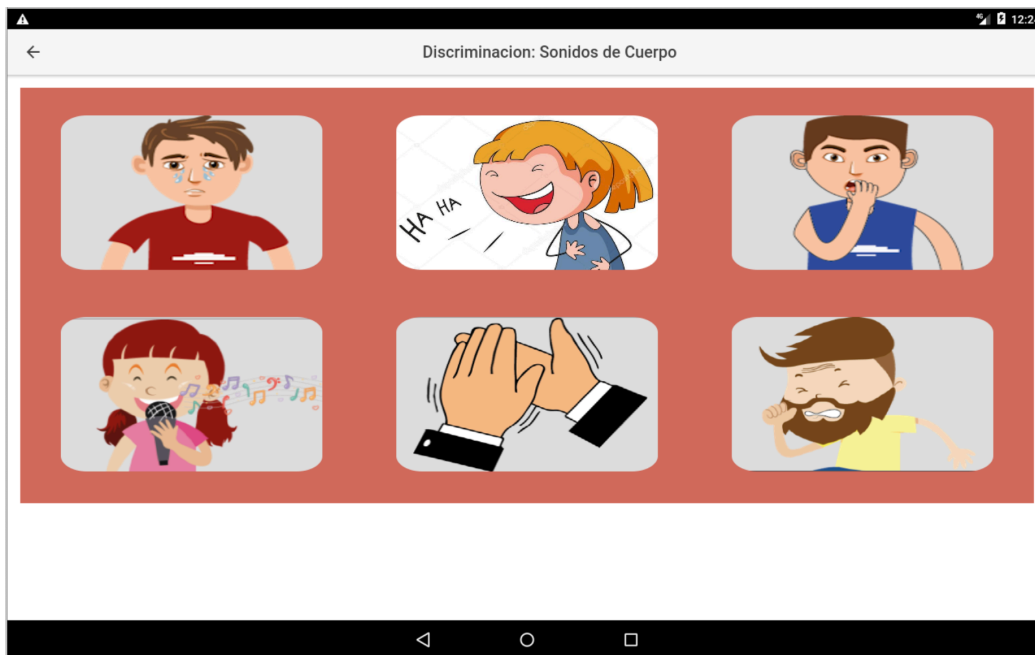
- Sonidos del cuerpo
- Sonidos del medio ambiente
- Sonidos de animales
- Sonidos de instrumentos musicales
- Sonidos de medios de transporte
- Sonidos de la naturaleza
- Sonidos largos vs sonidos cortos
- Sonidos fuertes vs sonidos suaves



*Imagen 54: Submenús Discriminación Auditiva*

#### 12.1.2.6.7.3. Sonidos del cuerpo

Presenta varias imágenes y sonidos correspondientes al cuerpo humano para que el paciente intente discriminar y seleccionar la opción correcta.

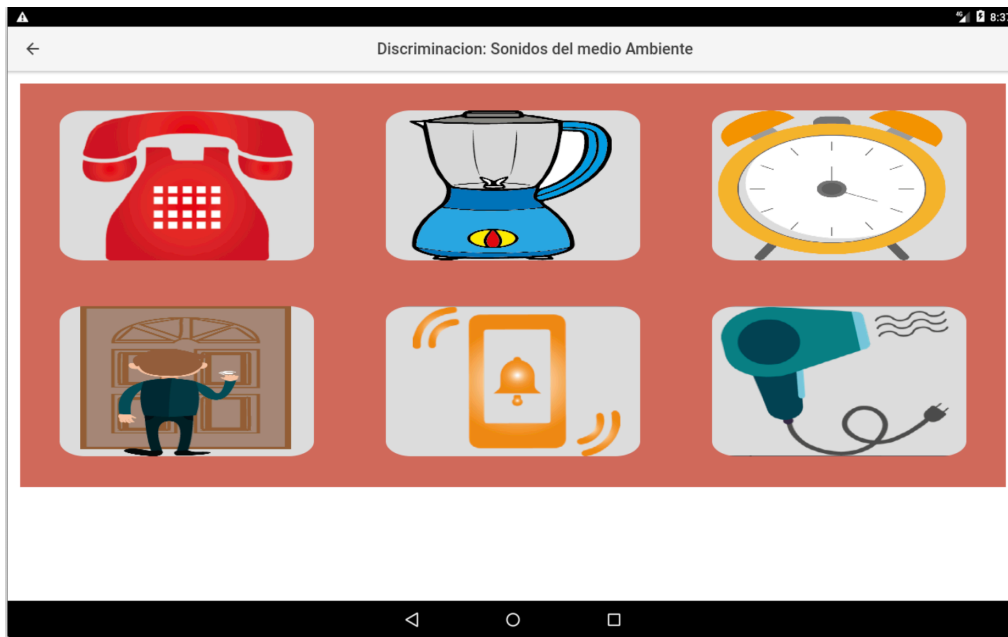


*Imagen 55: Sonidos del cuerpo*

Una vez iniciado el ejercicio se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.4. Sonidos del Medio Ambiente

Presenta imágenes y sonidos relacionados con el medio ambiente y elementos comunes para que el paciente intente discriminar y seleccionar la opción correcta.

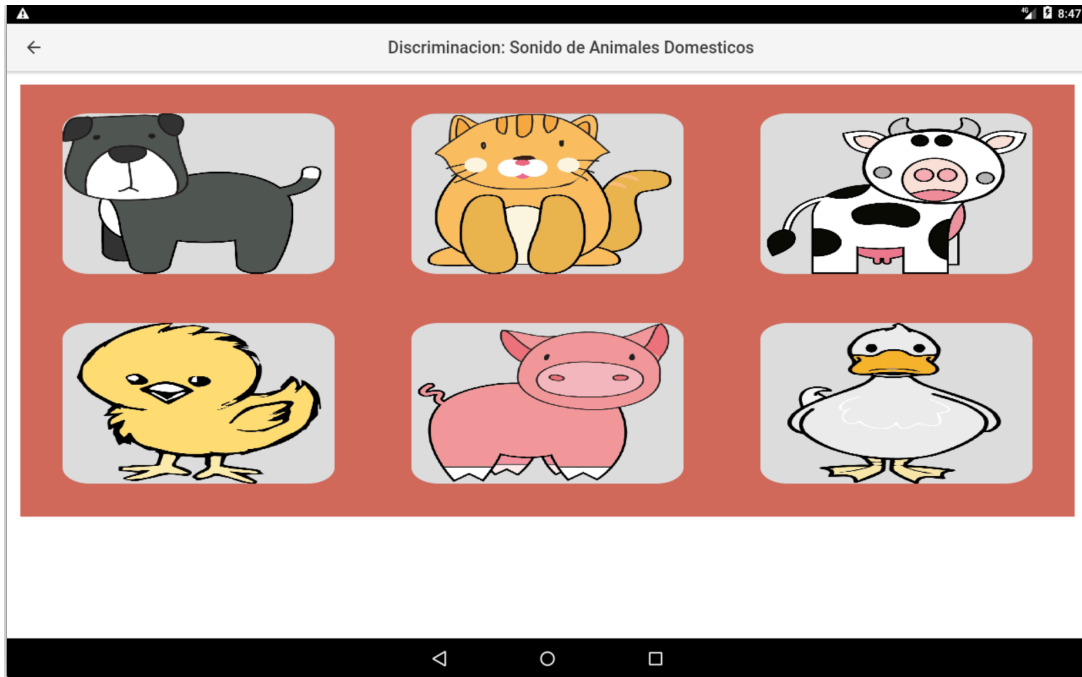


*Imagen 56: Sonidos del Medio Ambiente*

De la misma manera que el ejercicio anterior, se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.5. Sonidos de animales

Presenta imágenes y sonidos relacionados con animales para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

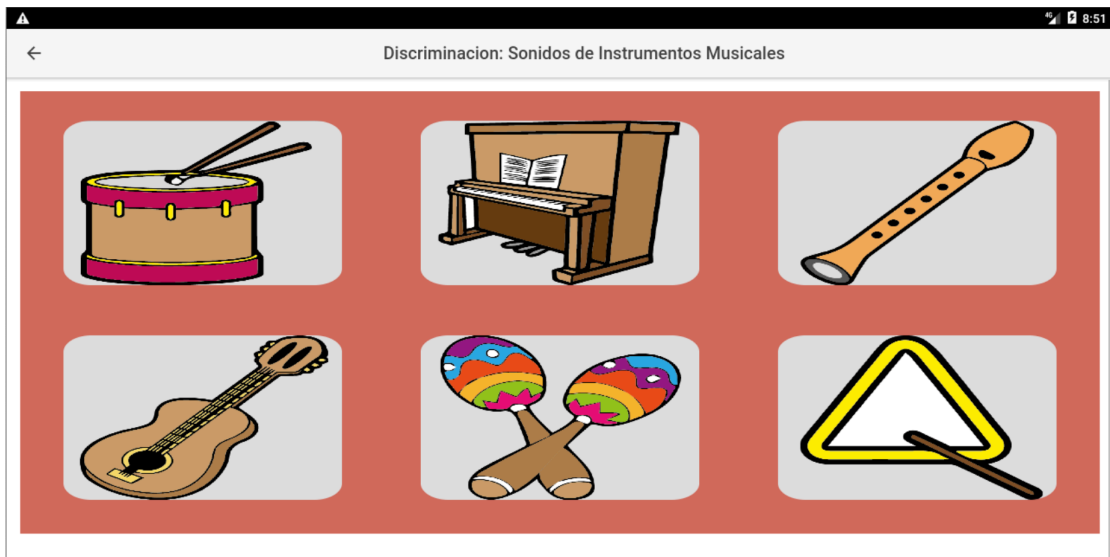


*Imagen 57: Sonidos de Animales*

De la misma manera que el ejercicio anterior, se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.6. Sonidos de instrumentos musicales

Presenta imágenes y sonidos de instrumentos musicales para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.



*Imagen 58: Sonidos de Instrumentos Musicales*

De la misma manera que el ejercicio anterior, se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.7. Sonidos de Medios de Transporte

Muestra imágenes y sonidos de medios de transporte para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

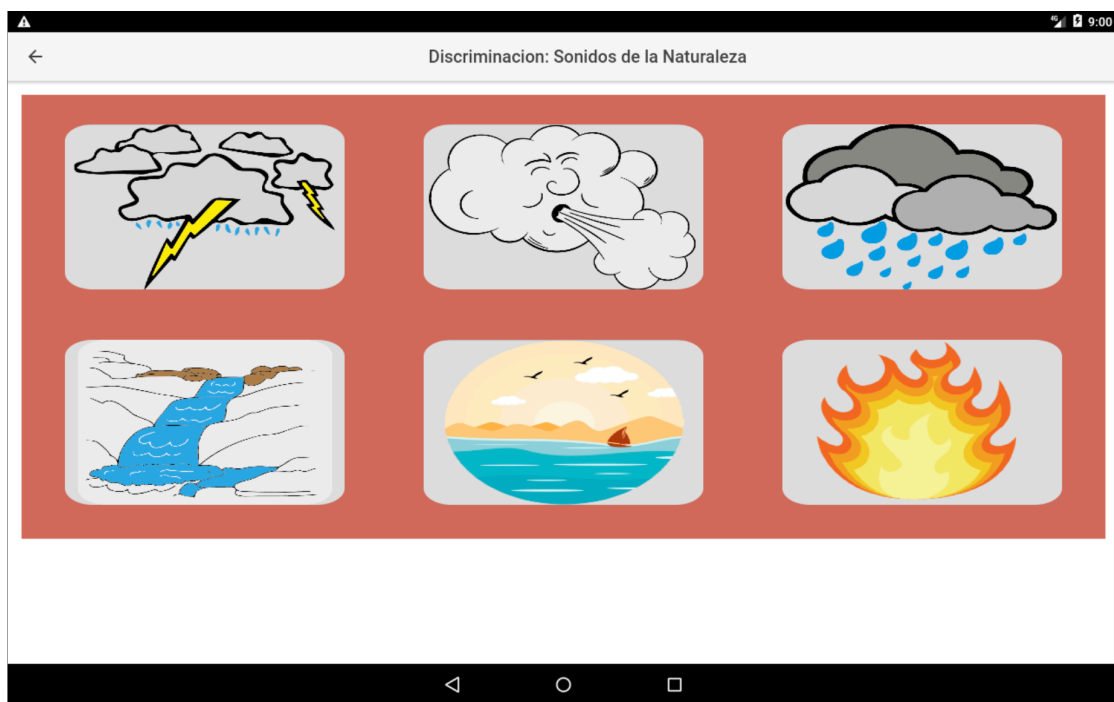


*Imagen 59: Sonidos de Medios de Transporte*

De la misma manera que el ejercicio anterior, se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.8. Sonidos de la Naturaleza

Muestra imágenes y sonidos de medios de la naturaleza para que el paciente intente discriminarlos y seleccionar la opción correcta.

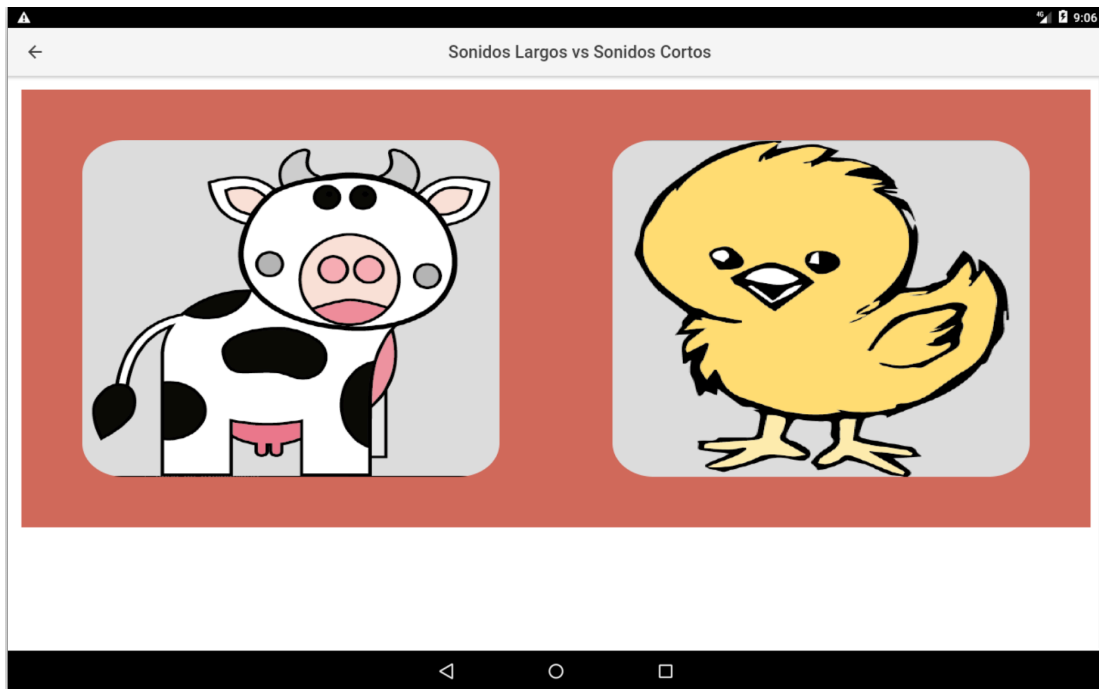


*Imagen 60: Sonidos de la Naturaleza*

De la misma manera que el ejercicio anterior, se reproducirán algunos sonidos, de tal manera que el paciente deberá seleccionar con su dedo la imagen que corresponda con el sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce el siguiente sonido. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.9. Sonidos Largos vs Sonidos Cortos

Presenta y reproduce sonidos largos y sonidos cortos y solicita al paciente, de forma aleatoria, que seleccione uno de esos.



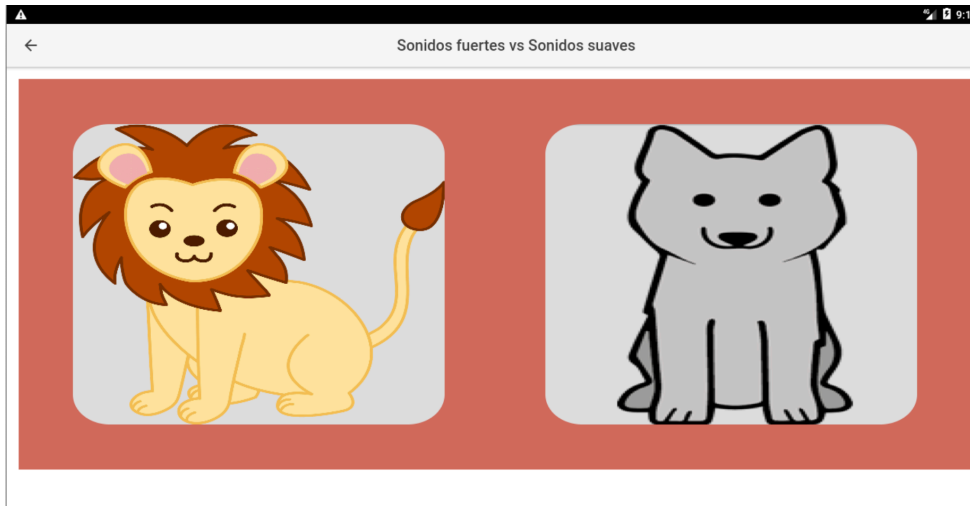
*Imagen 61: Sonidos Largos vs Sonidos Cortos*

En este caso se reproducirá, ya sea un sonido largo o un sonido corto de manera aleatoria y el paciente deberá seleccionar la imagen que represente dicho sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido. Una vez seleccionada una imagen, ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.7.10. Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves

Presenta y reproduce sonidos fuertes y sonidos suaves y solicita al paciente, de forma aleatoria, que seleccione uno de esos.



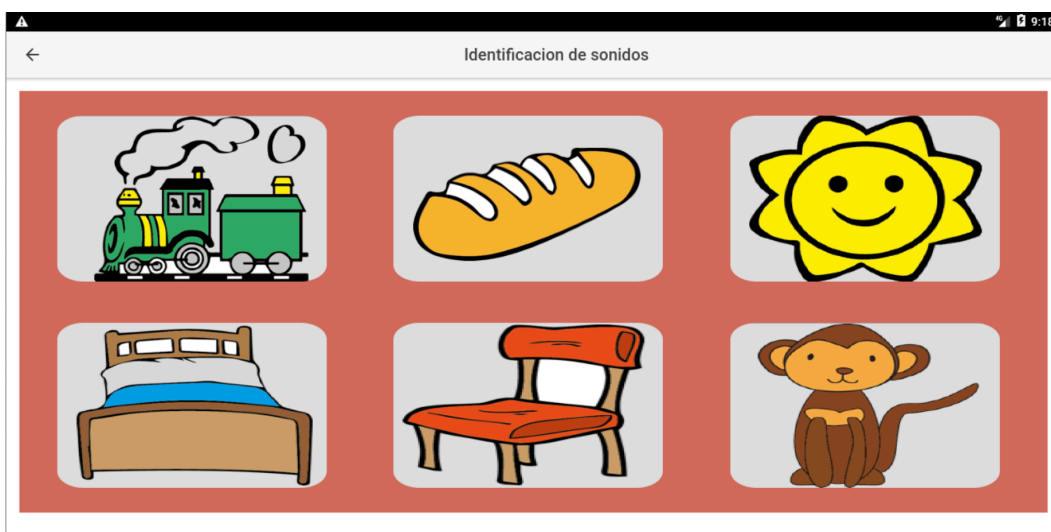


*Imagen 62: Sonidos Fuertes vs Sonidos Suaves*

En este caso se reproducirá, ya sea un sonido fuerte o un sonido suave de manera aleatoria y el paciente deberá seleccionar la imagen que represente dicho sonido escuchado. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido. Una vez seleccionada una imagen, ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### *12.1.2.6.8. Identificación de palabras*

El módulo solicita que el paciente identifique las imágenes relacionadas con la palabra mencionada.



*Imagen 63: Identificación de Palabras*

Se reproducirá una palabra y el paciente deberá seleccionar la imagen que corresponda a la palabra escuchada. Si el paciente no selecciona nada, luego de 5 segundos marca como no respondido y reproduce la siguiente palabra. Una vez completados todos los sonidos, el ejercicio terminará automáticamente y regresará a la pantalla anterior.

#### 12.1.2.6.9. *Comprensión Auditiva*

##### 12.1.2.6.9.1. *Narración del Cuento*

Presenta una por una las 4 laminas mientras una voz narra el cuento de manera secuencial para que luego el paciente pueda responder a un grupo de preguntas.

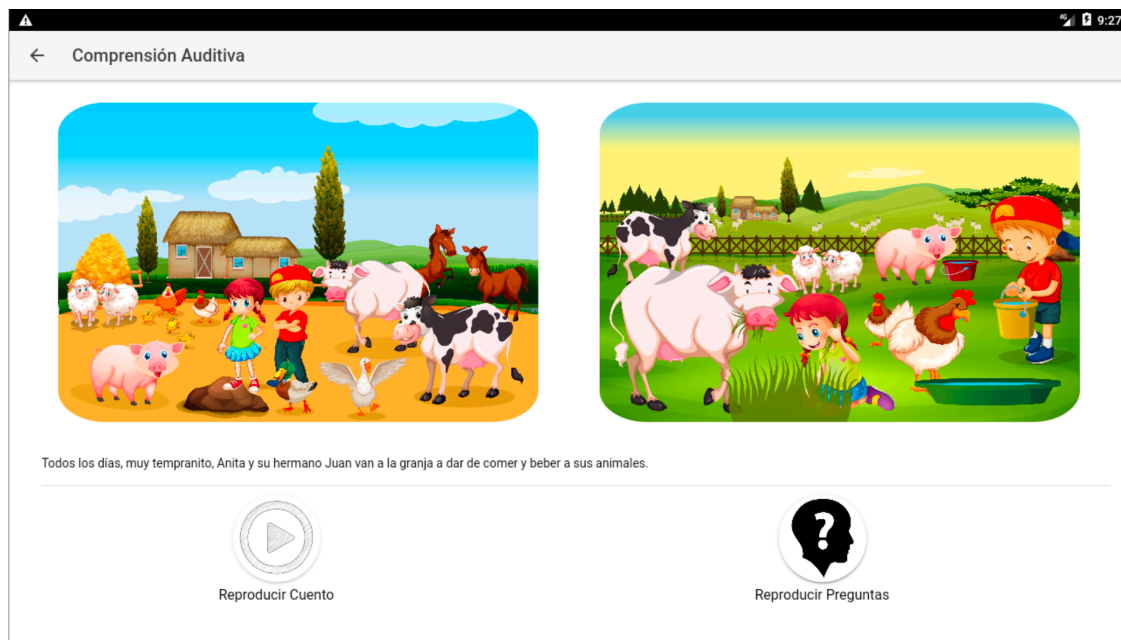


Imagen 64: *Comprensión Auditiva - Narración del Cuento*

En esta pantalla, lo primero que se debe hacer es hacer clic en el botón *Reproducir Cuento* para que la aplicación comience a leer el cuento e ir mostrando las imágenes conforme vaya avanzando el mismo. En total son 4 imágenes. Al finalizar la reproducción se debe hacer clic en el botón *Reproducir Preguntas*.

##### 12.1.2.6.9.2. *Preguntas del Cuento*

Presentando lámina por lámina, realiza preguntas relacionadas con los elementos de la misma, de tal manera que el paciente pueda identificar y responder a dichas preguntas.

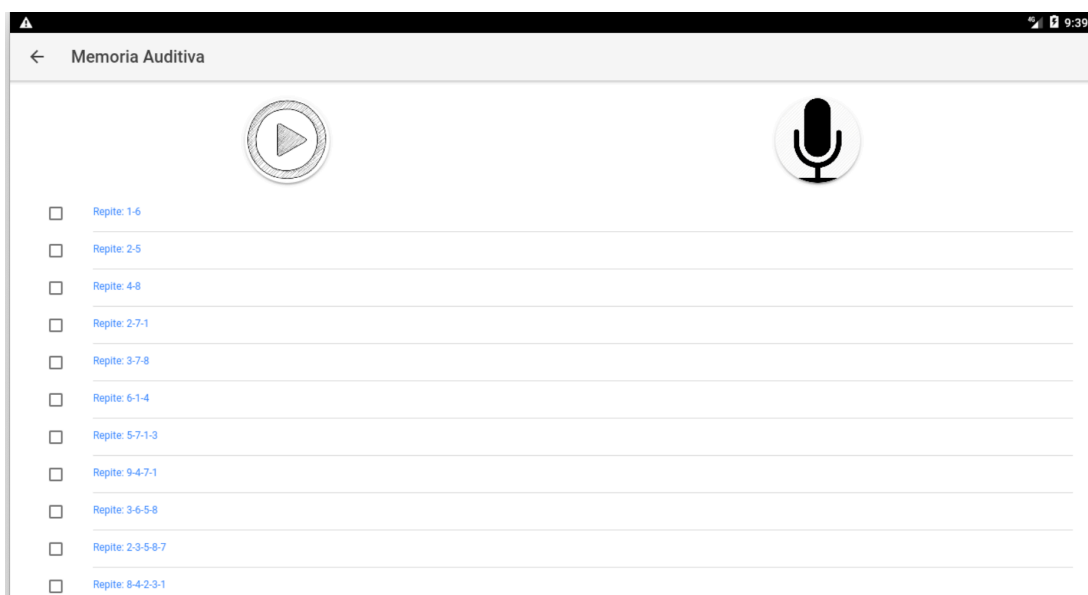
Para lograr esto, el paciente deberá tocar con su dedo en la sección de la imagen correspondiente a la respuesta correcta.





*Imagen 65: Ejemplo de lámina sobre la que se realizan preguntas*

#### 12.1.2.6.10. Memoria Auditiva

Reproduce secuencias de 2 a 5 números de manera progresiva lo que va aumentando la complejidad, y luego solicita al paciente que repita los números en el mismo orden, para lo cual se usa el reconocimiento de voz.



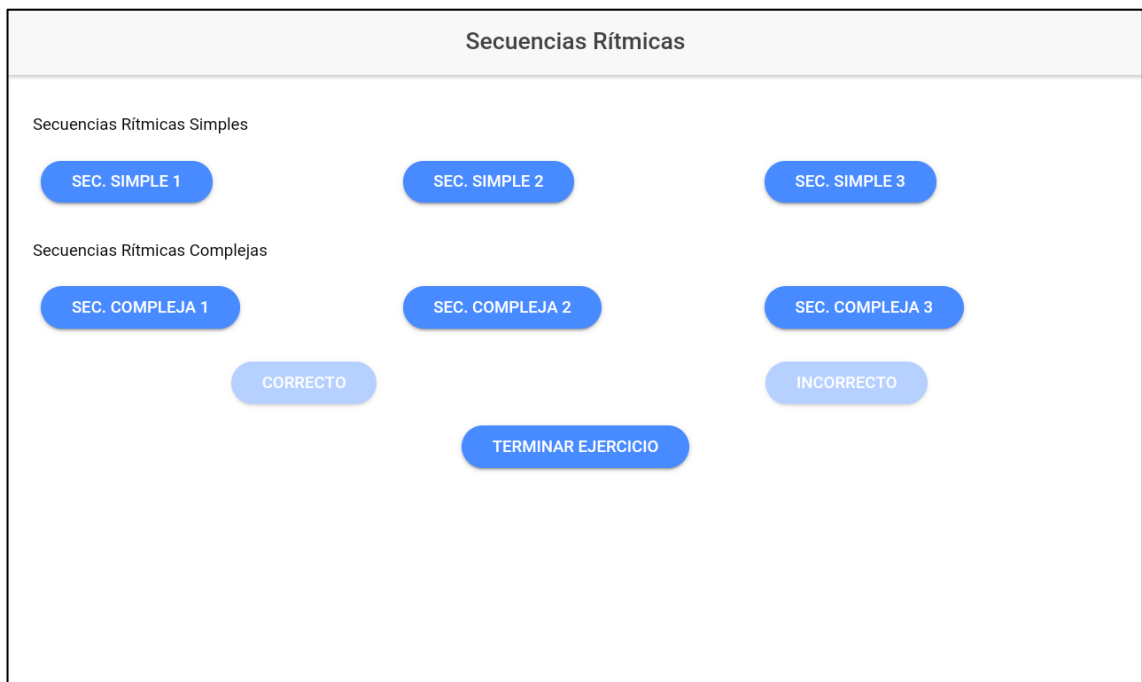
*Imagen 66: Módulo de Memoria Auditiva*

Para comenzar el ejercicio se debe hacer clic en el botón  de tal manera que se reproduzca cada una de las secuencias pregrabadas. Para hacer el reconocimiento se usa el botón  para iniciar con el reconocimiento de voz. En caso que el ruido ambiente no permita realizar un reconocimiento satisfactorio, entonces para eso están los checkbox que guardarán las respuestas correctas.

Al finalizar, hacer clic en el botón *Guardar*.

#### 12.1.2.6.11. *Secuencias Rítmicas*

Reproduce un conjunto de secuencias rítmicas, las cuales van aumentando su complejidad progresivamente y el paciente deberá reproducir la misma secuencia dando golpes sobre una superficie que el terapeuta decida. Las respuestas serán seleccionadas por el terapeuta, ya que este módulo no realiza un reconocimiento automático.



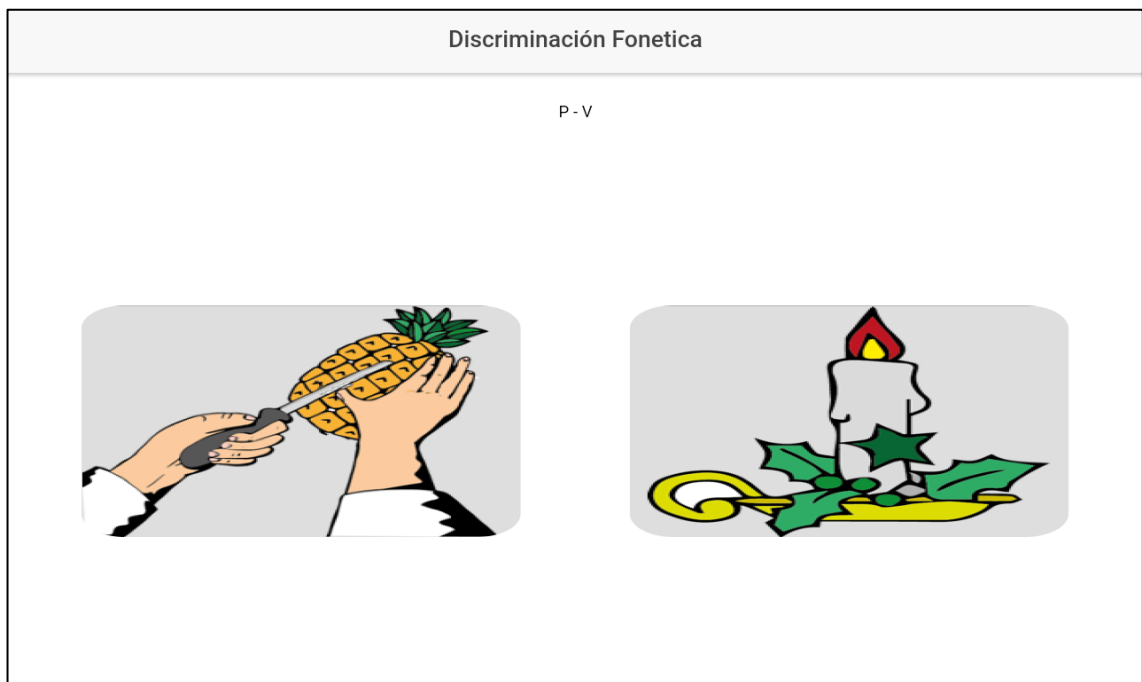
*Imagen 67: Módulo Secuencias Rítmicas*

En este ejercicio, existen 6 botones que reproducen una secuencia de sonidos de “golpes” diferentes, los cuales deben ser imitados por el paciente en una superficie externa al dispositivo móvil. Si el paciente responde correctamente deberá seleccionar el botón *Correcto*, caso contrario el botón *Incorrecto* para poder reproducir la siguiente secuencia.

Al finalizar, hacer clic en el botón *Terminar Ejercicio*.

#### 12.1.2.6.12. *Discriminación Fonética*

En este módulo, la aplicación muestra al paciente dos imágenes que representan palabras con una fonética parecida y, de manera aleatoria, solicita que seleccione una palabra.



*Imagen 68: Módulo Discriminación Fonética (Pela - Vela)*

El paciente tiene 5 segundos para seleccionar la imagen, caso contrario se marcará la respuesta como no respondida y avanzará al siguiente grupo de palabras. Al finalizar todos los grupos, el ejercicio terminará.

#### 12.1.2.6.13. *Integración Auditiva*

En este módulo, la aplicación contiene un listado de palabras a las cuales, al momento de reproducirlas, les hace falta una letra. El paciente deberá pronunciar la palabra correcta, completando la letra faltante.


Integración Auditiva		
<input checked="" type="checkbox"/>	Botella	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Caballo	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Camisa	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Caracol	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Chupete	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Cocodrilo	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Dinosaurio	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Espada	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Fósforo	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Jirafa	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>
<input type="checkbox"/>	Lámpara	<input type="button" value="▶ REPRODUCIR"/> <input type="button" value="⬇"/>

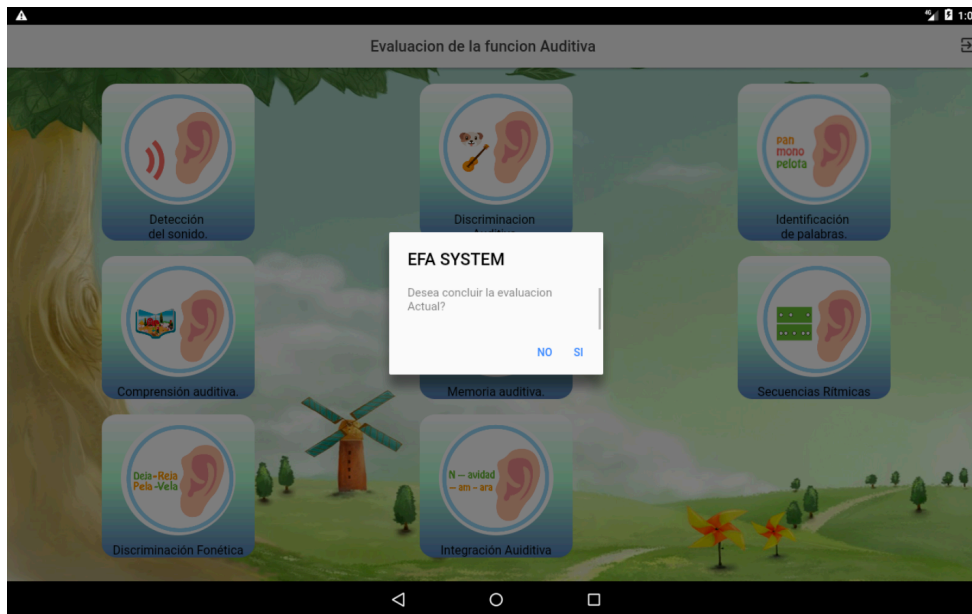
Imagen 69: Módulo Integración Auditiva

El terapeuta deberá señalar todas aquellas respuestas respondidas correctamente por el paciente.

Al finalizar hacer clic en el botón *Guardar*.

#### 12.1.2.6.14. Finalizar Test

Una vez que se hayan respondido todos los módulos necesarios, se debe hacer clic en el botón  ubicado en la parte superior derecha de la pantalla para completar el test.



*Imagen 70: Finalizar Test*

### **12.1.3. Consideraciones / Recomendaciones**

Para obtener mejores resultados con la aplicación del test se recomienda que se haga uso de audífonos (o parlantes) y micrófono (sobre todo para el módulo de comprensión auditiva). Es importante que el ambiente en el que se realicen las pruebas sea silencioso para maximizar la precisión del test.

## **12.2. Manual de Usuario Portal Web.**

### **12.2.1. Introducción**

El portal web está orientada para facilitar el acceso a los usuarios del sistema EFA, en el cual pueden gestionar toda la información de sus pacientes, también pueden realizar análisis estadísticos con las herramientas del sistema, permitiéndole descargar la información en formato PDF.

#### *12.2.1.1. Propósito*

El objetivo de este manual es proporcionar al usuario la información necesaria para poder utilizar el portal web del sistema EFA.

#### *12.2.1.2. Alcance*

El proyecto tiene como alcance el apoyo a los terapeutas, en la evaluación de la función auditiva en niños.

### **12.2.2. Manual de funcionamiento**

#### *12.2.2.1. Requerimientos*

El usuario debe tener en consideración los siguientes requisitos para que el sistema funcione correctamente.

##### *12.2.2.1.1. Hardware*

- Cualquier computadora de escritorio o portátil con acceso a internet.

##### *12.2.2.1.2. Software*

- Navegador web



#### 12.2.2.2. Funcionamiento

El sistema permite el registro de información de los terapeutas y pacientes a través de la aplicación móvil, en el sistema web de EFA, se guardan todos los datos y avances de un test que el terapeuta vaya tomando a sus pacientes.

##### 12.2.2.2.1. Descripción de módulos

El sistema realiza análisis estadísticos basados en minería de datos, entre ellos tenemos:

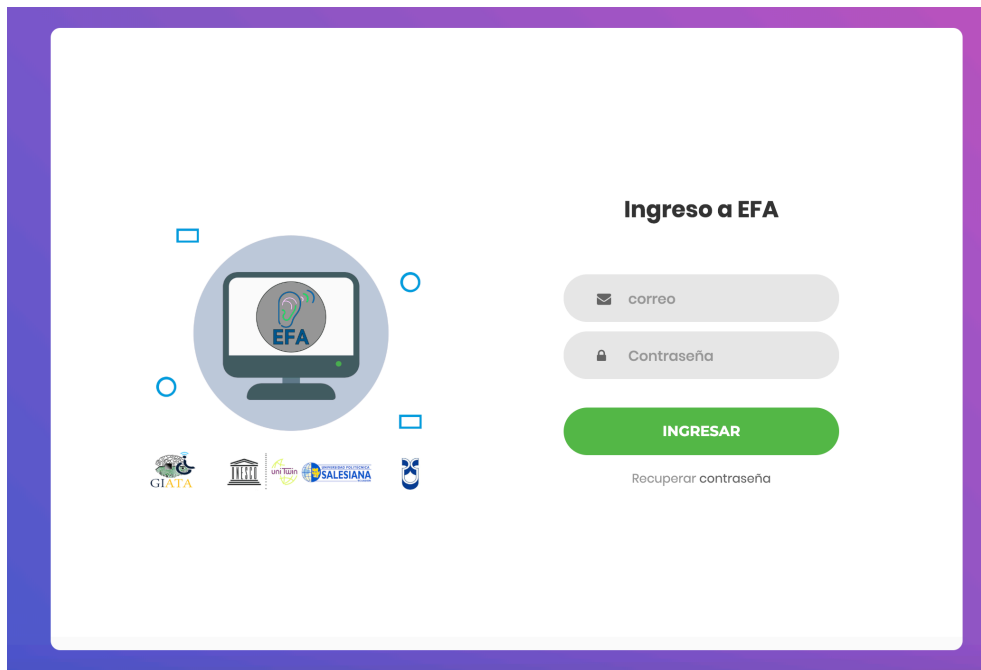
- Análisis estadístico: Análisis de las respuestas en base a un módulo.
- Análisis Grupal: Análisis de un grupo de pacientes de sus respuestas en base a un o más módulos.
- Clustering: Agrupación de pacientes, en grupos, en base a sus respuestas, edad y uno o más módulos.
- Correlación: Análisis de la relación respuesta y dificultades de lenguaje o discapacidades
- Dendrograma: Agrupación de los pacientes en base a sus respuestas en base a uno o más módulos.

##### 12.2.2.2.2. Modo de uso

Para acceder al sistema deber ingresar mediante un navegador web, la cual mostrar la página de Inicio de sesión.

##### 12.2.2.2.3. Pantalla Inicio de Sesión

En la página de autenticación se deberá ingresar su email y contraseña y dar clic en “Ingresar”, si sus credenciales son correctas el sistema le llevara a la página principal.



*Figura 1 Pagina Login*

#### 12.2.2.2.4. Página Principal

Una vez que el usuario a ingresado sus credenciales exitosamente se le muestra la siguiente pantalla, en la cual se puede observar un menú lateral, un listado de todos sus pacientes registrados, dicho listado tiene un filtro de búsqueda por nombre o apellido.

Al ingresar al sistema se muestra la página de inicio como se puede apreciar en la Figura 5, cuenta con un menú en la parte superior derecha, donde al darle clic nos da la opción de ver el perfil, manual de usuario y cerrar sesión.

En la parte izquierda tenemos un menú que nos permitirá navegar dentro del sistema con la siguiente estructura:

- Pacientes
- Perfil
- Análisis Estadístico
- Análisis Grupal

- Clustering
- Correlación
- Dendrograma

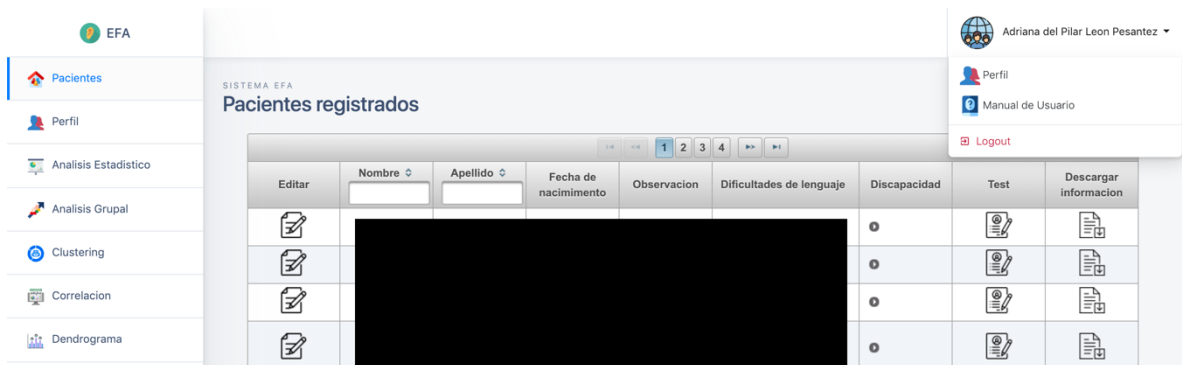


Figura 2: Página principal

#### 12.2.2.2.5. Editar Paciente

En esta pantalla, el usuario tiene la posibilidad de editar la información del paciente, agregar dificultades de lenguaje o discapacidades, es importante mencionar que el paciente se genera desde la aplicación móvil y por ese motivo, hay información que no podrá ser cambiada; para que los cambios realizados se guarden es necesario dar clic en “Actualizar Datos”.

Figura 3: Pantalla editar paciente

#### 12.2.2.2.6. Visualización Test

En esta pantalla, se muestra un listado de los test que se han realizado en un paciente previamente seleccionado, si damos clic en botón sesión, se nos desplegara un listado de las sesiones y si damos clic en “ir” el sistema nos mostrar los detalles de cada sesión.

Test	Nivel Escolar	Fecha de inicio	Fecha de fin	Estado	Sesion
Test 1	Inicial	16/10/2018	8/11/2018	Completado	

Sesion	Tiempo	Fecha	Ver detalle
Sesion 1	60 min	16/10/2018	ir

Figura 4: Tabla sesiones

Pregunta	Tiempo (Segundos)	Evaluacion	Area
Reconoce el sonido del: llanto	10	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido de: Aplausos	9	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido del: Estornudo	10	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido del: Bostezo	11	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido de la: risa	10	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido del: canto	11	correcto	Discriminacion sonidos del cuerpo
Reconoce el sonido del: teléfono	10	correcto	Discriminacion del medio Ambiente
Reconoce el sonido de la: licuadora	10	correcto	Discriminacion del medio Ambiente

Figura 5: Tabla preguntas

#### 12.2.2.2.7. Pantalla Perfil Terapista

En esta pantalla, se muestra la información básica del terapeuta, en el cual puede editar la información, se debe recordar que el terapeuta es creado desde la app móvil, por lo cual solo se podrán editar ciertos datos.

- Pacientes
- Perfil**
- Analisis Estadístico
- Analisis Grupal
- Clustering
- Correlacion
- Dendrograma

TERAPISTA

### Adriana del Pilar Leon Pesantez

**Detalles de perfil**

Nombres

Apellidos

Cedula

Edad

Años de experiencia

Email

Password

Institucion

Titulo

Area de trabajo

Figura 6: Editar Perfil

#### 12.2.2.2.8. Pantalla Análisis Estadístico

En esta pantalla, se realiza un análisis estadístico en base a los módulos que se les ha evaluado, tomando en cuenta las respuestas y el tiempo que les toma en responder a cada paciente, recordando que el mínimo de pacientes es de 2 y máximo de 3, también cuenta con una tabla donde están detalles sobre los pacientes seleccionados.

1. Damos clic en “Seleccionar”.

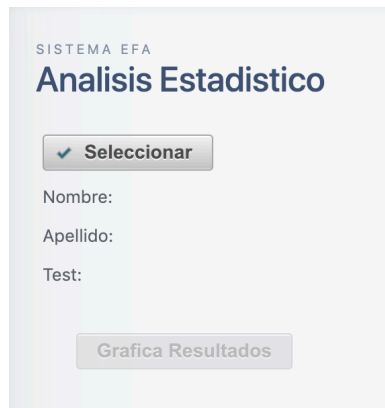


Figura 7: Seleccionar paciente

2. Buscamos y seleccionamos al Paciente



Figura 8: Buscar y seleccionar paciente

3. Aparecerá la información, seleccionamos el Test y los módulos que vamos a comparar, recordando que aparecerán solo los módulos evaluados.

SISTEMA EFA

## Analisis Estadistico

Nombre: XXXXXXXXXX

Apellido: XXXXXXXXXX

Test:

Memoria Auditiva   
 Secuencias ritmicas simples   
 Secuencias ritmicas complejas  
 Discriminacion Fonetica   
 Integracion Auditiva

Figura 9: Módulos a seleccionar

4. Damos Clic en “Grafica Resultados”.
5. Podemos descargar la información en formato PDF.

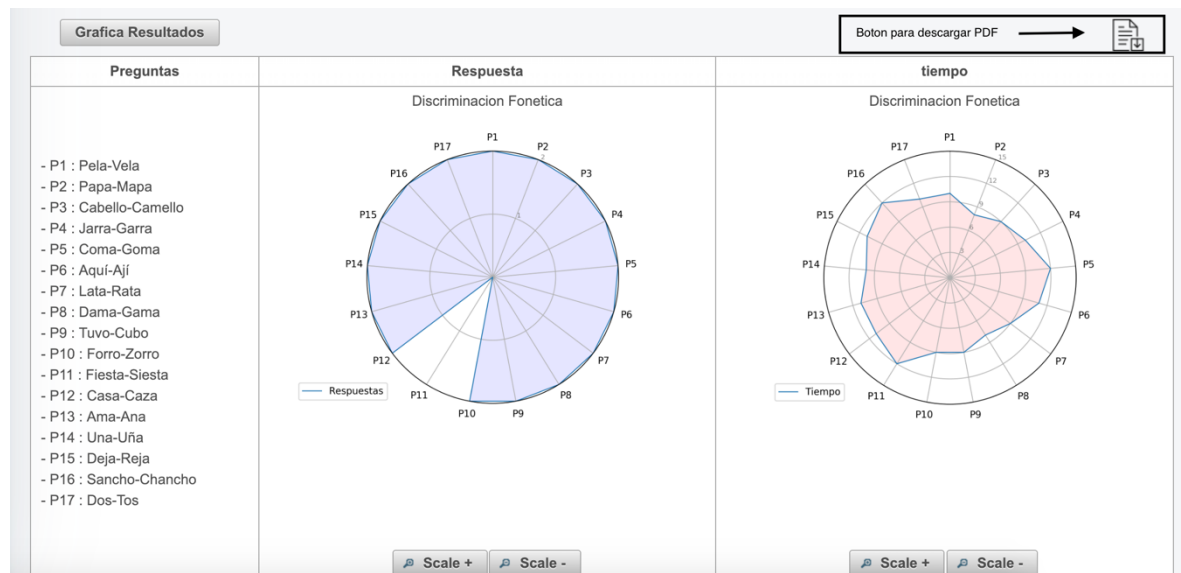


Figura 10: Grafica Resultados

### 12.2.2.2.9. Pantalla Análisis Grupal

En esta pantalla, se realiza un análisis estadístico grupal, donde se pueden comparar los resultados obtenidos de respuestas y tiempo, en un mismo modulo seleccionado.

#### 1. Damos clic en “Agregar Paciente”

SISTEMA EFA  
**Analisis Estadistico Grupal**

Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo

Deteccion del Sonido     Identificacion de Palabras     Comprension Auditiva     Memoria Auditiva

Discriminacion Fonetica     Integracion Auditiva     Discriminacion sonidos del cuerpo     Discriminacion del medio Ambiente

Discriminacion Animales Domesticos     Discriminacion Instrumentos Musicales     Discriminacion Medios de transporte     Discriminacion sonidos de la naturaleza

Sonidos largos vs Sonidos cortos     Sonidos fuertes vs Sonidos suaves     Secuencias ritmicas simples     Secuencias ritmicas complejas

Generar Grafica Comparativa

Nombre	Apellido	Edad	Observacion	Dificultades de lenguaje	Discapacidad
No records found.					

Agregar Paciente

Figura 11: Selección de parámetros para el análisis

#### 2. Buscamos y seleccionamos al paciente, tiene que ser más de 2 y máximo 3.

Seleccionar Paciente

Nombres

Nombre	Apellido
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

Figura 12: Búsqueda y selección del paciente

#### 3. Seleccionamos un test en común y los módulos a evaluar.



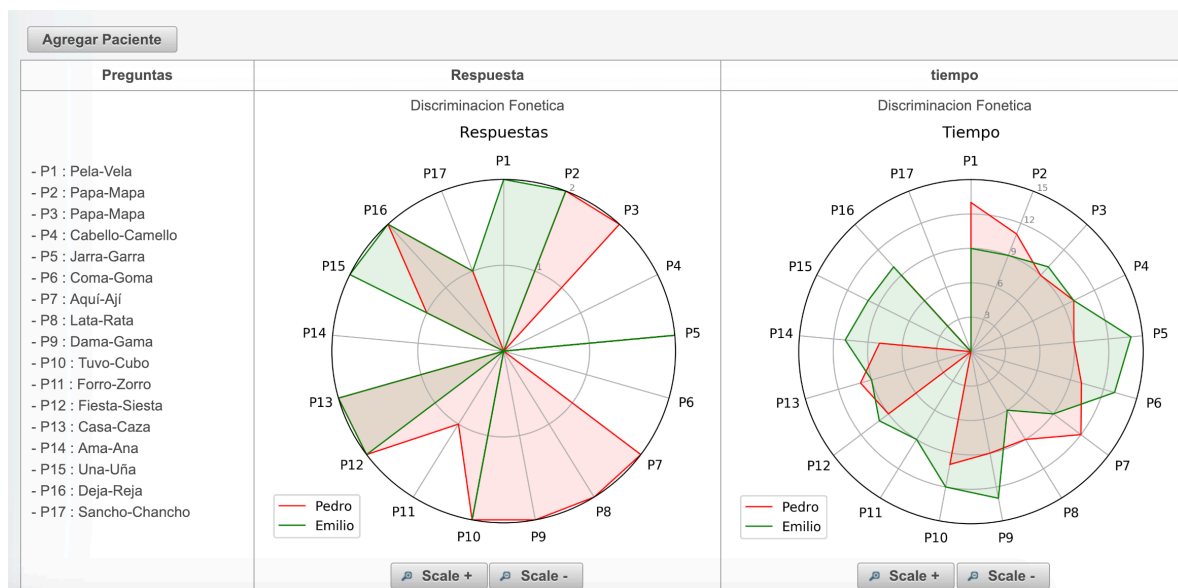
Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo

Test 1 ▾

Deteccion del Sonido     
 Identificacion de Palabras     
 Comprension Auditiva     
 Memoria Auditiva  
 Discriminacion Fonetica     
 Integracion Auditiva     
 Discriminacion sonidos del cuerpo     
 Discriminacion del medio Ambiente  
 Discriminacion Animales Domesticos     
 Discriminacion Instrumentos Musicales     
 Discriminacion Medios de transporte     
 Discriminacion sonidos de la naturaleza  
 Sonidos largos vs Sonidos cortos     
 Sonidos fuertes vs Sonidos suaves     
 Secuencias ritmicas simples     
 Secuencias ritmicas complejas

Figura 13: Selección de los parámetros para el análisis

#### 4. Damos clic “Generar Grafica Comparativa”



#### 5. Podemos descargar la información en formato PDF.

Generar Grafica Comparativa Clic para descargar PDF

Nombre	Apellido	Edad	Observacion	Dificultades de lenguaje	Discapacidad	
[Redacted]	[Redacted]	4		- Trastorno del lenguaje	●	⊗
[Redacted]	[Redacted]	4		- Trastorno fonológico	●	⊗

Figura 15: Opción para descargar un PDF

En esta pantalla, se realiza un análisis basado en clúster, su tarea consiste en generar grupos con los pacientes con semejantes características en módulos seleccionados, los grupos pueden ser de 2 hasta 5.

1. Seleccionamos un test
2. Ingresamos una edad, si el valor digitado es 0, o está en blanco, de manera automática se seleccionaran todas las edades.
3. Seleccionamos un criterio de agrupamiento, este puede ser correcto, incorrecto o no respondido.
4. Seleccionamos la cantidad de grupos a generar.
5. Seleccionamos los módulos que vayamos a analizar.

SISTEMA EFA  
**Clustering**

Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo

Seleccione un Test

Edad

Si el valor digitado es 0, o esta en blanco, se seleccionaran todas las edades

Criterio de Agrupamiento

Grupos a generar

Deteccion del Sonido   
  Identificacion de Palabras   
  Comprension Auditiva   
  Memoria Auditiva  
 Discriminacion Fonetica   
 Integracion Auditiva   
 Discriminacion sonidos del cuerpo   
 Discriminacion del medio Ambiente  
 Discriminacion Animales Domesticos   
 Discriminacion Instrumentos Musicales   
 Discriminacion Medios de transporte   
 Discriminacion sonidos de la naturaleza  
 Sonidos largos vs Sonidos cortos   
 Sonidos fuertes vs Sonidos suaves   
 Secuencias ritmicas simples   
 Secuencias ritmicas complejas

Figura 16: Selección de parámetros para el análisis

6. En la siguiente tabla podemos seleccionar a todos los pacientes o un grupo en específico, mediante el check, también hay un filtro por nombre o apellido para una búsqueda de paciente.

<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre	Apellido	Dificultades de lenguaje	Discapacidad
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	- Trastorno del lenguaje	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	- Trastorno de la comunicación no especificado	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	- Trastorno del lenguaje	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	- Trastorno fonológico	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	[Redacted]	[Redacted]	No registra	<input type="radio"/>

Figura 17: Lista de pacientes

7. Damos clic en “Generar Agrupamiento”.

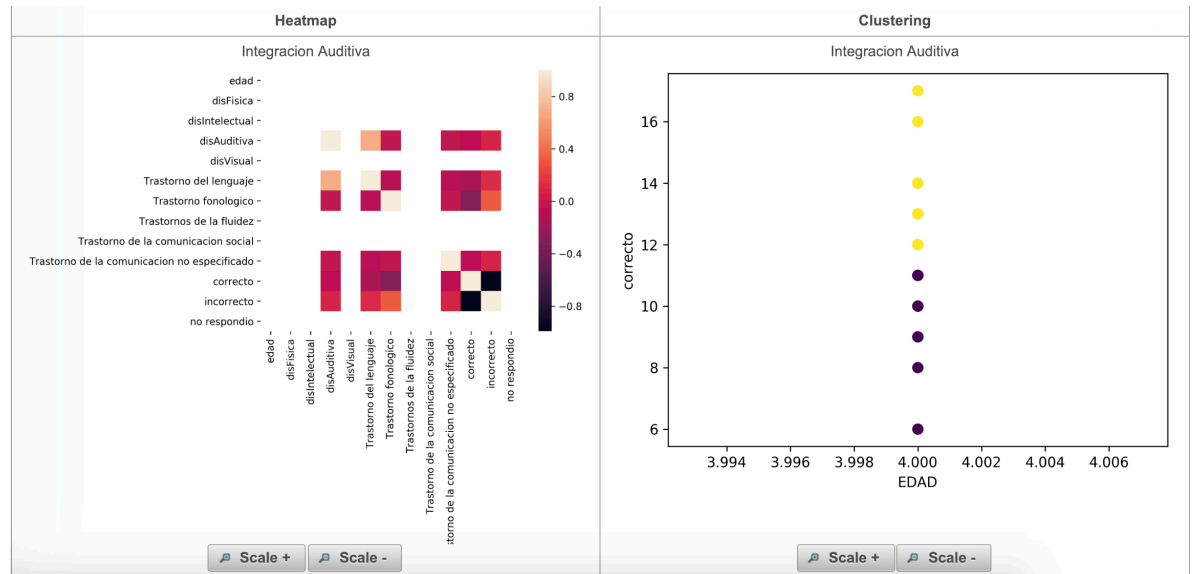


Figura 18: Graficas Heatmap y Clustering

## 8. Podemos Descargar toda la información en PDF.

Deteccion del Sonido     
  Identificacion de Palabras     
  Comprension Auditiva     
  Memoria Auditiva  
 Discriminacion Fonetica     
  Integracion Auditiva     
  Discriminacion sonidos del cuerpo     
  Discriminacion del medio Ambiente  
 Discriminacion Animales Domesticos     
 Discriminacion Instrumentos Musicales     
 Discriminacion Medios de transporte     
 Discriminacion sonidos de la naturaleza  
 Sonidos largos vs Sonidos cortos     
 Sonidos fuertes vs Sonidos suaves     
 Secuencias ritmicas simples     
 Secuencias ritmicas complejas

Figura 19: Opción para descargar un PDF

### Grafica Heatmap.

También llamado mapa de Calor, es una representación gráfica de los datos de una matriz, con este mapa podemos, revelar cualquier patrón, mostrar si las variables son similares entre sí, y para detectar si existe alguna correlación entre ellas.

### Grafica Clustering.

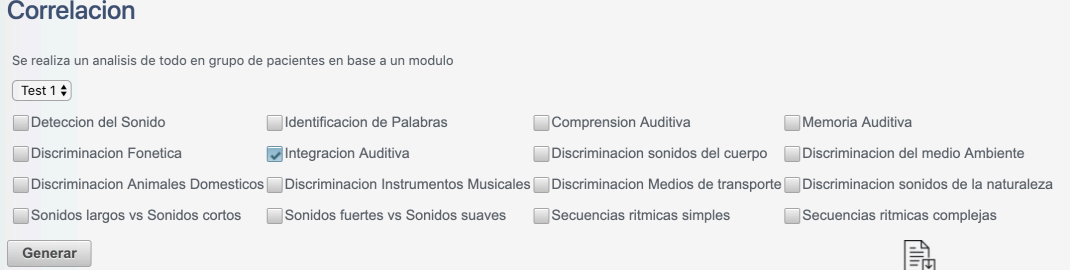
En esta grafica se puede observar los grupos generados en base a la cantidad ya seleccionada, la gráfica está basada en las respuestas correctas del módulo seleccionado y las edades.

#### 12.2.2.2.11. Pantalla Correlación

En esta pantalla, se realiza un análisis basado en la correlación de Pearson, se utiliza para medir el grado de relación entre dos variables, siempre y cuando ambas sean cuantitativas y continuas, caso contrario no se mostraran cambio como puede suceder con algunos datos.

Los datos que van a ser comparados son los diferentes tipos de discapacidades, con las diferentes respuestas (correcto – incorrecto – no respondido).

1. Seleccionamos un test
2. Seleccionamos los módulos a evaluar



The screenshot shows a web interface titled "Correlacion". Below the title, it states "Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo". There is a dropdown menu labeled "Test 1" with a downward arrow. Below this, there are several checkboxes for selecting tests: "Deteccion del Sonido", "Identificacion de Palabras", "Comprension Auditiva", "Memoria Auditiva", "Discriminacion Fonetica", "Integracion Auditiva" (which is checked), "Discriminacion sonidos del cuerpo", "Discriminacion del medio Ambiente", "Discriminacion Animales Domesticos", "Discriminacion Instrumentos Musicales", "Discriminacion Medios de transporte", "Discriminacion sonidos de la naturaleza", "Sonidos largos vs Sonidos cortos", "Sonidos fuertes vs Sonidos suaves", "Secuencias ritmicas simples", and "Secuencias ritmicas complejas". At the bottom left is a "Generar" button, and at the bottom right is a document icon.

Figura 20: Parámetros para el análisis

3. En la siguiente tabla podemos seleccionar a todos los pacientes o un grupo en específico, mediante el check, también hay un filtro por nombre o apellido para una búsqueda de paciente.

	Nombre ↕	Apellido ↕	Dificultades de lenguaje	Discapacidad
<input checked="" type="checkbox"/>			- Trastorno del lenguaje	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			- Trastorno de la comunicación no especificado	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			- Trastorno del lenguaje	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			- Trastorno fonológico	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/>			No registra	<input type="radio"/>

Figura 21: Lista de pacientes

#### 4. Damos clic en “Generar”

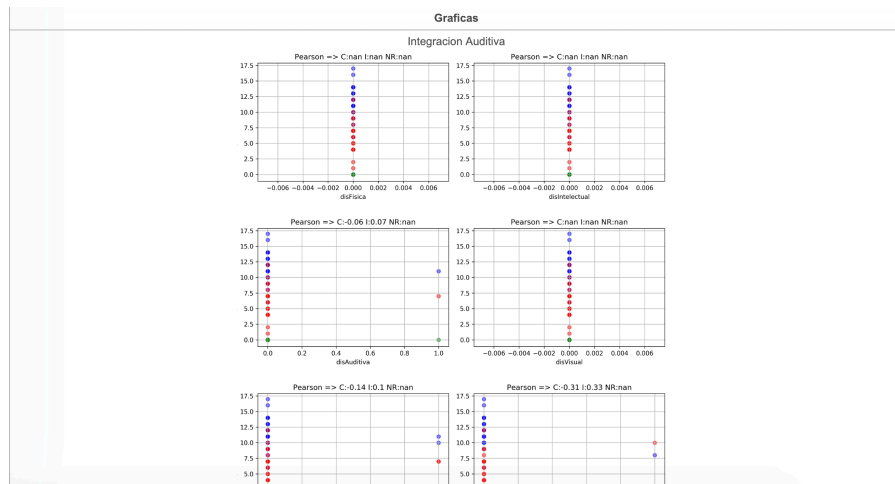


Figura 22: Grafica Resultante

#### 5. Podemos descargar en formato PDF.

**Correlacion**

Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo

Test 1 ▾

Deteccion del Sonido   
 Identificacion de Palabras   
 Comprension Auditiva   
 Memoria Auditiva  
 Discriminacion Fonetica   
 Integracion Auditiva   
 Discriminacion sonidos del cuerpo   
 Discriminacion del medio Ambiente  
 Discriminacion Animales Domesticos   
 Discriminacion Instrumentos Musicales   
 Discriminacion Medios de transporte   
 Discriminacion sonidos de la naturaleza  
 Sonidos largos vs Sonidos cortos   
 Sonidos fuertes vs Sonidos suaves   
 Secuencias ritmicas simples   
 Secuencias ritmicas complejas

Figura 23: Opción para descargar PDF

### 12.2.2.2.12. Pantalla Dendrograma

Un Dendrograma es una representación gráfica de datos en forma de árbol, las cuales se van organizando en subcategorías, con esta grafica el usuario puede agrupar a los pacientes, el criterio de agrupamiento se basa en las respuestas obtenidas en cada módulo.

1. Seleccionar un test.
2. Seleccionar uno o más módulos para su análisis.

SISTEMA EFA  
**Dendrograma**

Se realiza un analisis de todo en grupo de pacientes en base a un modulo

Test 1 ▾

Deteccion del Sonido     Identificacion de Palabras     Comprension Auditiva     Memoria Auditiva

Discriminacion Fonetica     Integracion Auditiva     Discriminacion sonidos del cuerpo     Discriminacion del medio Ambiente

Discriminacion Animales Domesticos     Discriminacion Instrumentos Musicales     Discriminacion Medios de transporte     Discriminacion sonidos de la naturaleza

Sonidos largos vs Sonidos cortos     Sonidos fuertes vs Sonidos suaves     Secuencias ritmicas simples     Secuencias ritmicas complejas

Figura 24: Parámetros para el análisis

3. En la siguiente tabla podemos seleccionar a todos los pacientes o un grupo en específico, mediante el check, también hay un filtro por código, nombre o apellido para una búsqueda de paciente.

<input type="checkbox"/>	Codigo ↕	Nombre ↕	Apellido ↕	Dificultades de lenguaje	Discapacidad
<input type="checkbox"/>	N1			- Trastorno del lenguaje	▶
<input type="checkbox"/>	N2			No registra	▶
<input type="checkbox"/>	N3			No registra	▶
<input type="checkbox"/>	N4			- Trastorno de la comunicación no especificado	▶
<input type="checkbox"/>	N5			- Trastorno del lenguaje	▶

Figura 25: Lista de pacientes

4. Damos clic en “Generar”

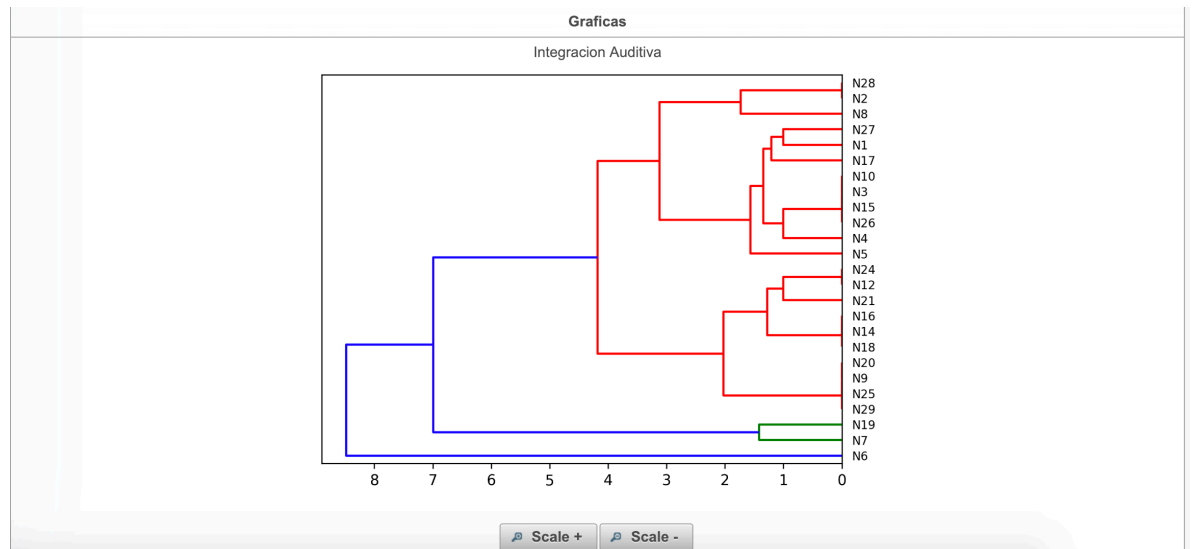


Figura 26: Grafica resultante

## 5. Podemos descargar la información en formato PDF



Figura 27: Opción para descargar PDF

### 12.2.2.2.13. Pantalla Recuperar Contraseña

El sistema tiene la opción de recuperar la contraseña en caso de que el usuario lo haya olvidado, el sistema genera una contraseña temporal que será enviada al correo del usuario y podrá acceder al sistema, cabe recalcar que al usar esta contraseña temporal el sistema le obliga al usuario a cambiar la contraseña.

#### 1. Damos clic en "Recuperar Contraseña"

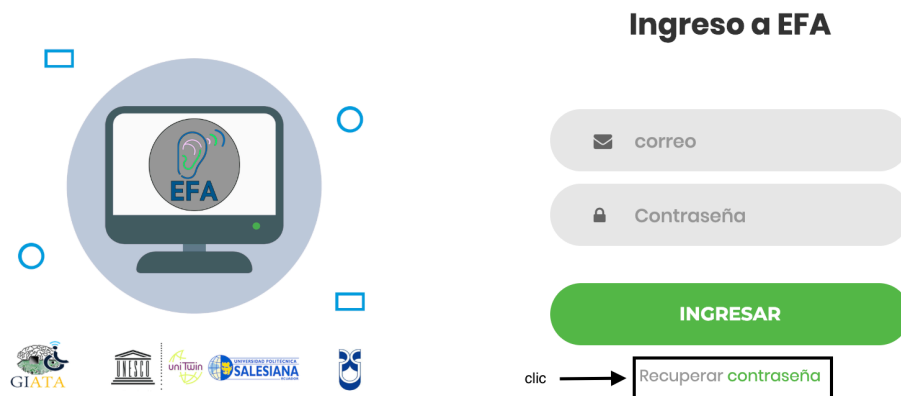


Figura 28: Recuperar contraseña

2. Ingresamos el número de cedula del terapeuta para validar su autenticidad y de ser correcto el sistema le envía un email a su correo establecido con la contraseña temporal.



Figura 29: Pantalla enviar email

3. Revisamos Nuestro correo.



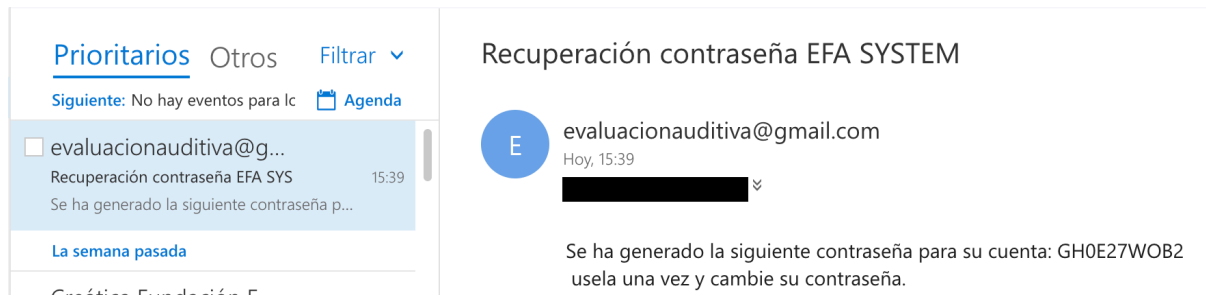


Figura 30: Bandeja de entrada email terapeuta

4. Regresamos a la pantalla de Login e iniciamos sesión con esa contraseña y nos pedirá que cambiemos la contraseña por una nueva.

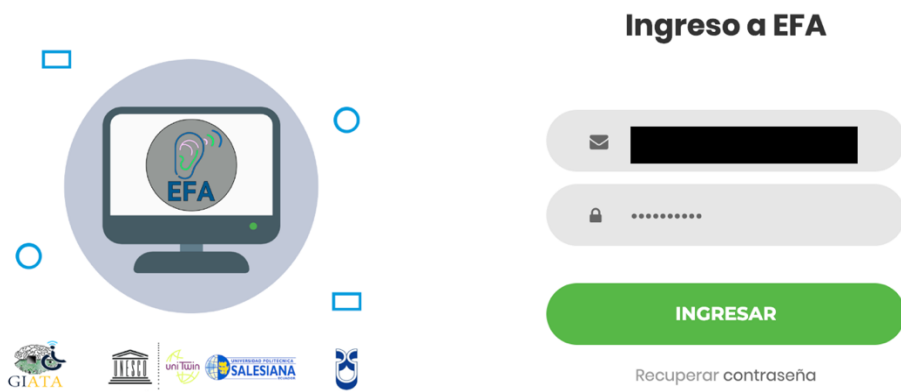


Figura 31: Pantalla Login

## Cambiar Contraseña

.....

.....

**CAMBIAR**

Figura 32: Pantalla Cambio de contraseña

5. Una vez cambiada la contraseña, el sistema te va a dirigir a la pantalla principal.

The screenshot shows the main interface of the 'SISTEMA EFA'. On the left is a sidebar with navigation options: Pacientes, Perfil, Analisis Estadístico, Analisis Grupal, Clustering, Correlacion, and Dendrograma. The top right corner displays the user's name 'Adriana del Pilar Leon Pesantez' and a 'Logout' button. The main content area is titled 'Pacientes registrados' and contains a table with the following columns: Editar, Nombre, Apellido, Fecha de nacimiento, Observacion, Dificultades de lenguaje, Discapacidad, Test, and Descargar informacion. The table has four rows, with the first three rows partially obscured by a black redaction box.

Editar	Nombre	Apellido	Fecha de nacimiento	Observacion	Dificultades de lenguaje	Discapacidad	Test	Descargar informacion

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Claustre M y col. (2010). Alumando con pérdida auditiva. Escuela Inclusiva: Alumnos distintos pero no diferentes. Barcelona: Liberdúplex.

Ullauri, A et al. (2011). Estudio de Prevalencia de Desórdenes del Oído y Audición. *Academia Americana de Otorrinolaringología*, 27.

Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. (Abril de 2015). *consejodiscapacidades.gob.ec*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de [consejodiscapacidades.gob.ec](http://consejodiscapacidades.gob.ec): [www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/2015](http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/2015)

FIAPAS Jaùdenes, C. et al. (2013). Manual Básico de Formación Especializada sobre Discapacidad Auditiva. En C. a. Jaùdenes, *Manual Básico de Formación Especializada sobre Discapacidad Auditiva* (pág. 472). Madrid: Fiapas.

Montiel, A. (2008). Aspectos Psicoevolutivos de la Deficiencia Auditiva. España: Procompal.

Muro, M. (1995). Desarrollo Cognitivo. En M. y. Jiménez, *Deficiencia Auditiva. Evaluación, intervención y recursos psicopedagógicos* (págs. 69-73). Madrid: CEPE.

García, C., & Gómez, I. (s.f.). *Algoritmos de aprendizaje: knn & kmeans*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

Leon, A. d., Robles, V., Oyervide, J. I., Quito, P., Robles, Y., & Calle, D. (2018). An expert system based on rules and mobile apps to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years. *An expert system based on rules and mobile apps to support the evaluation of auditory function in children from 3 to 6 years*. Cuenca: GI-IATa, Catedra UNESCO, Universidad Politécnica Salesiana.

Cortez, E., Rubio, J., & Gaitan, H. (2010). Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproductibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*.

Garre, M., Cuadrado, J., Sicilia, M., Rodriguez, D., & Rejas, R. (2007). Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*.

Ingavelez, P., Cuzco, I., Calle, D., Oyola, C., Yambay, I., Robles, V., & Ramón, J. (s.f.). An Intelligent System to Automatically Generate Video-Summaries for Accessible Learning Objects for People with Hearing Loss. Cuenca, Madrid: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de Alcalá de Henares.

Robles, V., Saquicela, V., Bernal, E., Suquilanda, P., & López, M. (s.f.). Data repository of mobile applications for people with disabilities in the area of communication and language using data mining techniques. Cuenca, España: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de Cuenca, University of Vigo.

Calle, K., Mena, M. F., Robles, Y., Robles, V., & Tenorio, H. (s.f.). Virtual learning environment for children with disabilities: a proposal based on MOODLE and content management with Over the Top (OTT) technology. Cuenca, España: Universidad de A Coruña, Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, Universidad Politécnica Salesiana.

Robles, V., Guamán, M., Robles, Y., Lojano, J., Pesántez, F., Quisi, D., . . . Pazos, J. (s.f.). Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities. Cuenca, España: Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de La Coruña.

Bernal, E., Suquilanda, P., Espinoza, C., León, A., Robles, Y., Robles, V., & Quisi, D. (s.f.). ISLanD: An Informatics Intelligent System to Support the Language Development of Children from 4 to 5 years. Cuenca, España: Universidad de A Coruña, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad del Azuay.

Ochoa, M., Robles, V., López, M., García, J., & Serpa, L. (s.f.). A robotic assistant to support the development of communication skills of children with disabilities. Cuenca, España: University of Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.

Robles, V., Guamán, W., Quisi, D., López, M., & Pazos, J. (s.f.). An ontology-based expert system to generate therapy plans for children with disabilities and communication disorders. Cuenca, España: Universidade de Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.

Robles, V., Ochoa, M., Carpio, M., Pulla, D., Serpa, L., López, M., & García, J. (s.f.). *Robotic assistant for support in speech therapy for children with cerebral palsy*. Cuenca, España: Universidade de Vigo, Universidad Politécnica Salesiana.

Ochoa, M., Pulla, D., Robles, V., López, M., Carpio, M., & García, J. (2017). Un sistema híbrido basado en asistentes robóticos y aplicaciones móviles para brindar soporte en la terapia de lenguaje de niños con discapacidad y trastornos de la comunicación. *Campus Virtuales*, 11.

"Organización Mundial de la Salud". (2011). *Informe Mundial sobre la Discapacidad*. Malta: Ediciones de la OMS.