

**Implementación del aplicativo MARGLO para la rehabilitación auditiva de
adultos mayores usuarios de audífonos: prueba piloto**

Richard Calvache Peña



**UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Programa de Ingeniería Física

Popayán - Cauca

2022

**Implementación del aplicativo MARGLO para la rehabilitación auditiva de
adultos mayores usuarios de audífonos: prueba piloto**

Richard Calvache Peña

Trabajo de grado

Director:

PhD Rubiel Vargas Cañas

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Programa de Ingeniería Física

Popayán - Cauca

2022

Nota de aceptación

Director

Jurado

Jurado

Popayán, septiembre de 2022

AGRADECIMIENTOS

Un especial reconocimiento a las docentes del departamento de Fonoaudiología de la Universidad del Cauca: Esp. Marcela Jaramillo Leitón y MSc. Gloria Daza Timaná quienes gracias a su experiencia en el área de rehabilitación fueron muy importantes en la planeación y toma de decisiones durante la realización del proyecto, de igual manera deseo reconocer a las estudiantes, ahora profesionales, del programa de Fonoaudiología: Leidy Isabel Benavides Hernández, Daniela Burbano Portilla, Eliana Elizabeth Casanova Basante, Deily Andrea Gómez Sanchez, Catherine Johana López Benavides, Maria Fernanda Tonguino Mensucue quienes aportaron todo su aprendizaje y dieron todo su empeño para que el proyecto resultara de la mejor manera, por último agradezco a mi director de tesis, el doctor Rubiel Vargas Cañas por la confianza que me brindó para iniciar con este trabajo y por el acompañamiento durante todo el proceso de desarrollo del proyecto y también en la redacción del documento final.

A todos ellos mis más sinceros agradecimientos, por su tiempo, dedicación y contribuciones a este trabajo, que esperamos sea de gran ayuda para toda la comunidad.

CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	12
• 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
• 1.2 OBJETIVOS	14
• 1.2.1 Objetivo general	14
• 1.2.2 Objetivos específicos	14
• 1.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	15
• 1.4 CONTRIBUCIONES	16
• 1.5 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	16
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	17
• 2.1 MARCO CONCEPTUAL	17
• 2.1.1 Audición	17
• 2.1.2 Hipoacusia	19
• 2.1.3 Presbiacusia	19
• 2.1.4 Rehabilitación Auditiva	21
• 2.1.5 DASL II (Desarrollo Auditivo en Secuencia Lógica II)	23
• 2.1.6 Auto-rehabilitación auditiva	25
• 2.1.7 Uso de las TIC para la rehabilitación auditiva	25
• 2.1.8 Desarrollo de aplicaciones móviles	26
• Metodologías de desarrollo de software	26
• Metodología incremental	27
• Software de programación	28
• Entornos de Desarrollo Integrados (IDE)	29
• Lenguaje de programación	29
• Java	30

• 2.2 MARCO REFERENCIAL	30
• 2.2.1 Referentes Internacionales	30
• 2.2.2 Referentes Nacionales	32
• 2.2.3 Referentes Regionales/Locales	34
• 2.3 VIGILANCIA TECNOLÓGICA	36
• 2.4 ANÁLISIS DE LA LITERATURA	41
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	43
• 3.1 ADECUACIÓN DE LA APLICACIÓN	44
• 3.1.1 Actividades de detección del sonido	45
• 3.1.2 Actividades de discriminación del sonido	45
• 3.1.3 Actividades de identificación del sonido	46
• 3.1.4 Actividades de comprensión auditiva	46
• 3.2 IMPLEMENTACIÓN: Desarrollo de la aplicación MARGLO	48
• 3.2.1 Incremento 1	49
• 3.2.2 Incremento 2	50
• 3.2.3 Incremento 3	51
• 3.3 VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN	53
• 3.3.1 Efectividad	54
• 3.3.2 Eficiencia	55
• 3.3.3 Satisfacción	56
• 3.4 PRUEBA DE LA APLICACIÓN	56
• 3.5 PRUEBA PILOTO	57
• 3.5.1 Población objeto de estudio y muestra	58
• 3.5.2 Recolección y análisis de la información	58
• 3.5.3 Preparación	59

CAPÍTULO 4: RESULTADOS	61
• 4.1 RESULTADOS DE LA ADECUACIÓN DE LA APLICACIÓN	61
• Actividades de rehabilitación auditivas adecuadas	62
• 4.2 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN	64
• 4.2.1 Resultados Incremento 1	64
• 4.2.2 Resultados Incremento 2	67
• 4.2.3 Resultados Incremento 3	73
• 4.3 RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN	82
• 4.3.1 Efectividad	82
• 4.3.2 Eficiencia	83
• 4.3.3 Satisfacción	84
• 4.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LA APLICACIÓN	84
• 4.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO	86
 CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	 94
• 5.1 CONCLUSIONES	94
• 5.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	95
 BIBLIOGRAFÍA	 97
 ANEXOS	 103
• ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LA DIRECTORA DEL CENTRO DE AUDICIÓN Y LENGUAJE	103
• ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO	106
• ANEXO 3. ENTREVISTA DEL USO DEL APLICATIVO MARGLO	109

LISTA DE FIGURAS E IMÁGENES

	Pág.
• Figura 1.3 Descripción de la metodología.	15
• Figura 2.1 Partes del oído.	18
• Figura 2.2 Partes de un audífono.	20
• Figura 2.3 Implante coclear.	21
• Figura 2.4 Metodología incremental.	28
• Figura 2.5 Actividades de la aplicación Mínimo.	37
• Figura 2.6 Menú y ejemplo de actividad de la aplicación Cocleando.	38
• Figura 2.7 Actividades de la aplicación Cochlear CoPilot.	39
• Figura 2.8 Menú y ejemplo de actividad de la aplicación Hearoes.	40
• Figura 3.1 Diagrama de bloques de las etapas llevadas a cabo en el desarrollo de este proyecto.	44
• Figura 3.2 Estructura de la metodología incremental.	48
• Imagen 4.1 Diseños realizados en App Inventor.	65
• Imagen 4.2 Bloques en App Inventor de las primeras actividades.	66
• Imagen 4.3 Pantallas de inicio de las actividades 1 y 2 de detección.	68
• Imagen 4.4 Pantalla de las actividades 1 y 2 de detección en ejecución.	69
• Imagen 4.5 Pantalla de las ayudas de las actividades 1 y 2 de detección.	70
• Imagen 4.6 Pantalla de la actividad 1 de discriminación en ejecución.	71
• Imagen 4.7 Parte del código del Runnable para la primera actividad.	72
• Imagen 4.8 Menú lateral y Pantalla de inicio.	73
• Imagen 4.9 Algunos ejemplos de las actividades.	74
• Imagen 4.10 Ejemplos de las pantallas de instrucciones de algunas actividades.	75
• Imagen 4.11 Ejemplos de los estímulos visuales al acertar o fallar un ejercicio.	76

• Imagen 4.12 Pantallas de “Felicitación” y “Vuelve a intentarlo” al finalizar las actividades.	77
• Imagen 4.13 Menús de actividades.	77
• Imagen 4.14 Secciones de Mi Perfil, Mis Puntajes y Acerca de.	78
• Imagen 4.15 Estructura general del proyecto en Android Studio.	79
• Imagen 4.16 Mapa de pantallas en el componente Navigation de Android Studio.	80
• Imagen 4.17 Resultados de rendimiento de la prueba ‘Robo’ en un dispositivo Samsung.	85
• Figura 4.18 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar?	86
• Figura 4.19 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras?	87
• Figura 4.20 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?	88

LISTA DE TABLAS

	Pág.
• Tabla 2.1 Metodologías de desarrollo de software.	26
• Tabla 2.2 Análisis del estado del arte.	41
• Tabla 4.1 Listado de Actividades adecuadas y su respectivo objetivo, agrupadas por habilidad auditiva.	62
• Tabla 4.2 Resultados obtenidos de las pruebas de eficiencia.	83
• Tabla 4.3 Tabla de categorización.	89

RESUMEN

Dentro de los programas de rehabilitación auditiva, los sistemas de asistencia, las ayudas auditivas externas o audífonos son la opción de rehabilitación de mayor disponibilidad para quienes sufren pérdida auditiva relacionada con el envejecimiento. De esta forma, es necesario complementar la adaptación de audífonos con programas de entrenamiento auditivo y/o rehabilitación auditiva centrada en estrategias comunicacionales en adultos mayores. El propósito de este estudio es demostrar que con el entrenamiento de las habilidades de detección, discriminación, identificación y comprensión mediante el aplicativo MARGLO se optimizan las habilidades auditivas y comunicativas de los adultos mayores usuarios de audífonos. Por lo tanto, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil para dispositivos Android en conjunto con un grupo de estudiantes y dos docentes del programa de Fonoaudiología de la Universidad del Cauca, en la que se adapta a un formato digital 16 actividades del programa para el desarrollo auditivo en secuencia lógica DASL II reconocido a nivel mundial por su éxito en el desarrollo de las habilidades auditivas. Para validar la aplicación se realizó una prueba piloto con adultos mayores usuarios de audífonos de la IPS Centro de Audición y Lenguaje de la ciudad de Popayán con el fin de evaluar la usabilidad de la aplicación y la percepción sobre la misma. Finalmente, se concluye que la adherencia al uso de audífonos en adultos mayores se puede mejorar con un proceso de rehabilitación en el que se puede incluir la aplicación móvil MARGLO. Adicional a esto, se facilita una mayor cobertura en los servicios de rehabilitación y auto – rehabilitación, especialmente en usuarios que no cuentan con los recursos económicos o que no pueden trasladarse hasta las IPS, para recibir de forma personal terapias de rehabilitación auditivo verbal, contribuyendo además al enriquecimiento investigativo de nuevas herramientas en telemedicina y en el campo de los servicios terapéuticos para el entrenamiento y rehabilitación de problemas relacionados con la salud pública.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la OMS (2018) [1], la hipoacusia (pérdida de audición) ocupa el tercer lugar entre las patologías que involucran años de vida con discapacidad. Se reporta que el 5% de la población mundial padece hipoacusia discapacitante, y se afirma que en el 2050 una de cada 10 personas sufrirá una pérdida auditiva. El tratamiento habitual para manejar la presbiacusia (hipoacusia en adultos mayores) es la adaptación de audífonos. Según Burger y Nelson (1989) [2], la pérdida auditiva de los adultos mayores está relacionada con la reducción en su comunicación caracterizándose por conductas psicológicas de aislamiento, negativismo, depresión, frustración, ansiedad, soledad y pobre bienestar social y emocional. Sin embargo, según la OMS (2018) [1] solo el 10% de las personas detectadas con deficiencias auditivas logran adquirir audífonos, de estos, solo el 65% hacen una buena adherencia al dispositivo [3]. Por otro lado, se ha estimado que la no adherencia a audífonos en pacientes mayores llega al 30% (Tamblay 2008) [3].

Las causales referidas por los pacientes, para la no adherencia a los audífonos, se podrían superar si se asocia el dispositivo a un programa efectivo de entrenamiento y rehabilitación auditiva [3]. No obstante, el Sistema de Seguridad Social en Colombia no incluye dentro del plan obligatorio de salud la rehabilitación auditiva en adultos, lo que trae consigo que el sistema de salud gaste mucho dinero en dispositivos que no van a cumplir con su objetivo, se van a incrementar los índices de discapacidad, los usuarios no tendrán una buena calidad de vida, y se verá afectado en ellos el componente psicológico, social y emocional.

En la actualidad se evidencia el gran crecimiento de la industria tecnológica, en especial la que tiene que ver con teléfonos móviles y el desarrollo de aplicaciones

para los mismos. En el área de la salud, este tipo de avances también han impactado positivamente, la telemedicina ha permitido llegar a más personas que por diversos motivos no tienen acceso a un centro médico, mejorando la calidad de la atención médica prestada. Aunque exista ya la tecnología que permite la conexión remota entre médico y paciente, aún hay áreas por cubrir, como es el caso de la fonoaudiología, y específicamente en aplicaciones móviles de este tipo. Lo que va de este año 2022, son muy pocas las aplicaciones desarrolladas y la mayoría tienen antecedentes de varios años atrás, por lo que podrían estar desactualizadas e incluso ya no ser funcionales, además de estar orientadas únicamente a niños o sólo ser para el entrenamiento de las habilidades del habla. En el idioma español sólo existe un antecedente del 2019, se trata de una aplicación desarrollada en España para ayudar a personas con discapacidad auditiva, la cual está centrada en el entrenamiento de la habilidad auditiva de discriminación, más específicamente de palabras que se diferencian por un sólo fonema [4].

A su vez se halló que la mayoría de investigaciones y aplicaciones están dirigidas a niños o a la adherencia de los implantes cocleares, y están desarrolladas principalmente para plataformas web.

A comparación con la aplicación MARGLO, ésta se ha desarrollado para dispositivos Android (celulares y tablets) y se trabajan las 4 habilidades auditivas principales del desarrollo auditivo mediante 16 diferentes actividades que fueron adaptadas y desarrolladas a partir del programa auditivo secuencial lógico DASL II, el cual es un programa reconocido y que ha tenido éxito en el campo de la fonoaudiología.

Todo lo anterior lleva a plantear la siguiente pregunta: ¿La implementación del aplicativo MARGLO rehabilita las habilidades auditivas en adultos mayores usuarios de audífonos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general:

- Implementar el aplicativo MARGLO mediante una plataforma tecnológica para coadyuvar en la rehabilitación auditiva de adultos mayores usuarios de audífono.

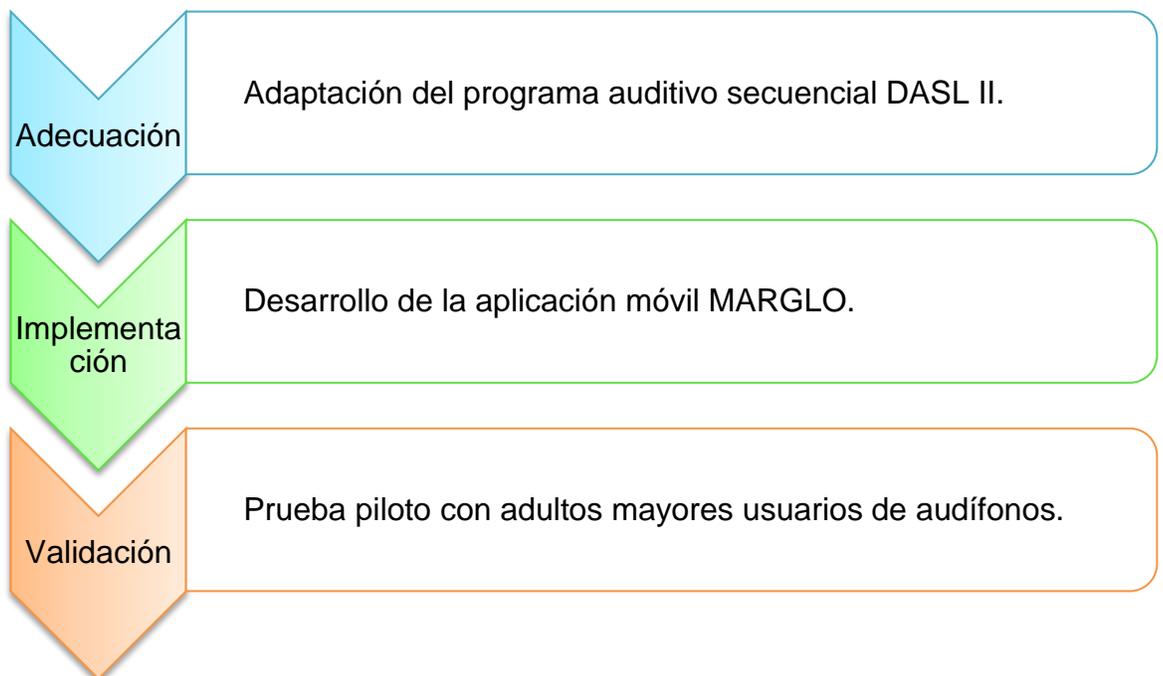
1.2.2 Objetivos específicos:

- Diseñar una aplicación móvil que adapte el programa auditivo secuencial DASL II para el entrenamiento de las habilidades de detección, discriminación, identificación y comprensión auditivas.
- Desarrollar el software funcional del aplicativo MARGLO para dispositivos Android, que permita explorar nuevas posibilidades de ayudas técnicas en el campo de servicios terapéuticos de rehabilitación / auto – rehabilitación auditiva.
- Evaluar la eficacia del aplicativo MARGLO para la rehabilitación auditiva de adultos mayores usuarios de audífonos.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La realización de este proyecto se llevó a cabo en tres etapas (Figura 1.3) e involucró a estudiantes y docentes del programa de Fonoaudiología e Ingeniería Física de la Universidad del Cauca.

Figura 1.3 Descripción de la metodología.



En la etapa de adecuación se adaptan las actividades a realizar del programa auditivo secuencial DASL II a un formato digital. En la fase de implementación se desarrolla el código y el diseño del aplicativo MARGLO bajo una metodología incremental. Por último en la fase de validación se realizan las pruebas de funcionamiento y rendimiento, además de la prueba piloto de la aplicación MARGLO con adultos mayores.

1.4 CONTRIBUCIONES

- Webinar: Experiencias de Investigación en Ciencia, Tecnología e Innovación en Fonoaudiología: Nuevos Retos, organizado el 4 de marzo de 2022, con la participación de la Universidad del Cauca, Universidad de Sucre y de dos ponentes internacionales. Se presentó la ponencia titulada 'Diseño del aplicativo MARGLO: Pilotaje con adultos mayores usuarios de audífonos.
- Evento de divulgación entre el programa de Fonoaudiología de la universidad del Cauca en donde se sustentó el trabajo de grado titulado 'Plan de mejora al aplicativo MARGLO a partir de las percepciones de los adultos mayores usuarios de audífonos'.
- Se sometió el artículo titulado 'MARGLO: A Mobile hearing rehabilitation system for elderly hearing aid users' a la revista 'Disability and Rehabilitation: Assistive Technology'.
- Se presentó la ponencia titulada: 'MARGLO: Aplicación Móvil De Rehabilitación Auditiva Para Adultos Mayores Usuarios De Audífonos' en el Encuentro Internacional de Ciencia para la Paz y el Desarrollo realizado en la Universidad del Cauca en noviembre del 2022.

1.5 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

Este documento consta de cuatro capítulos más: en el capítulo dos denominado marco teórico, se definen los conceptos a tener en cuenta para entender el proyecto y también se hace una revisión del estado del arte y una vigilancia tecnológica. En el capítulo tres, se presenta la metodología propuesta para el desarrollo e implementación del proyecto. En el capítulo cuatro se detallan los resultados obtenidos en la implementación del proyecto y en la prueba piloto con los adultos mayores. Por último en el capítulo cinco se presentan las conclusiones del proyecto y las recomendaciones para una futura implementación.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Audición

La audición es el proceso fisiológico y cognitivo mediante el cual se captan las ondas sonoras que viajan por el aire, se transmiten a través del oído y se convierten en señales eléctricas que llegan al cerebro, quien finalmente cumple la función de discriminar e interpretar los sonidos [5].

Este proceso empieza cuando las ondas sonoras entran al oído externo a través del conducto auditivo y llegan hasta el tímpano quien es el encargado de vibrar para transmitir las, mediante los tres huesecillos (martillo, yunque y estribo), a la cóclea en el oído interno (Figura 2.1). En ella, hay un conjunto de líquidos y membranas que vibran de acuerdo a las propiedades que la cadena de huesecillos le haya transmitido. Además, en la cóclea se sitúa el órgano de Corti compuesto por células ciliadas en cuya base están conectadas las fibras del nervio auditivo. El movimiento afecta a dichas células, con lo cual se produce un proceso electroquímico que excita las fibras del nervio. Esa excitación, en forma de pulsos, es la que lleva al cerebro el mensaje o la información relacionada al sonido que desencadenó esta serie de eventos en el aparato auditivo [6].

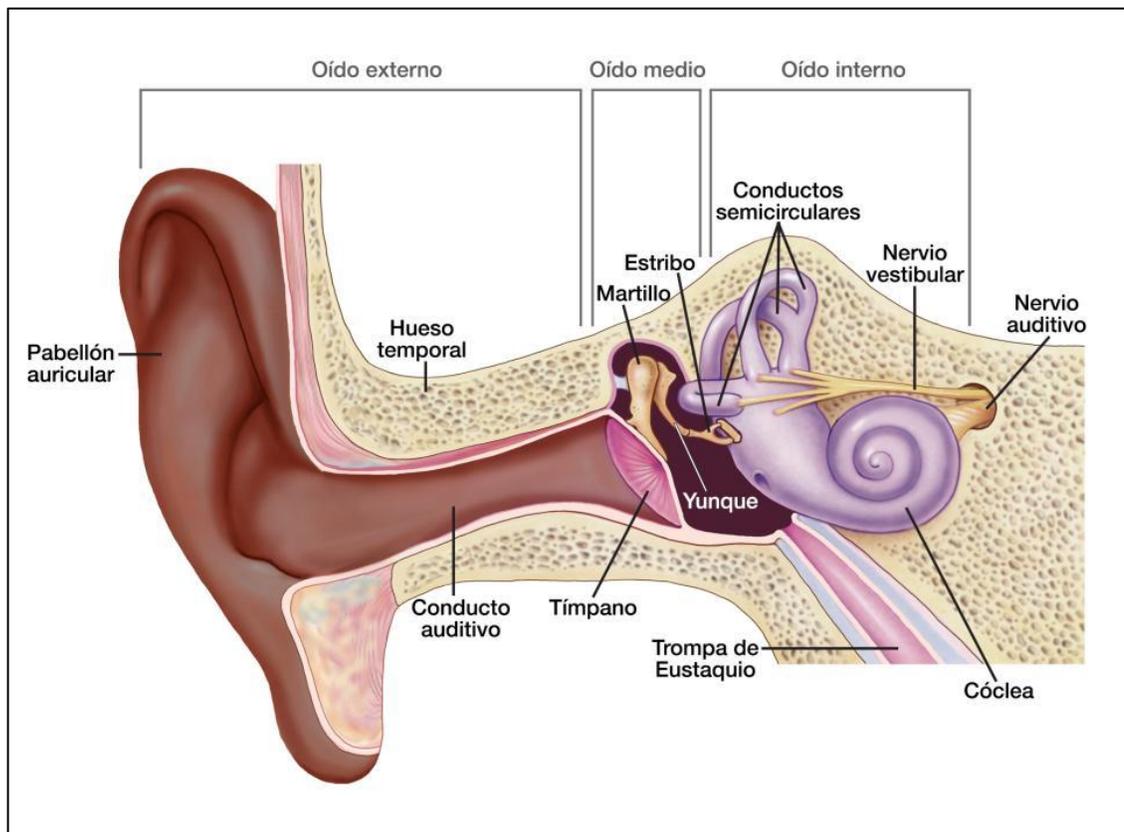


Figura 2.1 Partes del oído. [5]

Cuando se afecta al oído en alguna de sus partes, la persona disminuye su capacidad auditiva, dificultando la adecuada transmisión del mensaje o el sonido hacia el cerebro. Existen distintos factores que afectan la audición, enfermedades infecciosas prolongadas y no tratadas, como la meningitis o el sarampión, el uso de medicamentos como antibióticos, golpes en la cabeza o en los oídos, exposición constante y excesiva a cualquier clase de ruido o por degeneración en el proceso del envejecimiento [7].

2.1.2 Hipoacusia

La hipoacusia es la pérdida de la capacidad auditiva, una discapacidad crónica que afecta alrededor del 6% de la población mundial [1]. Se considera hipoacusia cuando el promedio tonal puro auditivo excede los 20 decibeles (dB) para cada oído para las frecuencias 0.5 – 1 – 2 – 4 Kilo Hertz (KHz). La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la pérdida de audición en distintos niveles de severidad [8]:

- Leve entre 26 – 40 dB
- Moderada entre 41 – 60 dB
- Severa entre 61 – 80 dB
- Profunda entre 81 dB o mayor

2.1.3 Presbiacusia

La presbiacusia es el conjunto de cambios y deterioros que sufren las estructuras auditivas centrales y periféricas relacionados al proceso natural de envejecimiento [9], lo que se traduce en una pérdida progresiva de la capacidad auditiva.

Es la causa más común de hipoacusia en la población mayor de 60 años, esta alteración es degenerativa, progresiva y bilateral dentro del sistema auditivo [10].

Se considera que la presbiacusia es un fenómeno biológico del que ninguna persona puede escapar y que da sus primeras manifestaciones a los 50 a 60 años de edad. Afecta la calidad de vida de las personas, en especial su funcionamiento psicológico, social y emocional, generando una alteración de la comunicación oral, lo que representa un desafío para su participación activa en la sociedad y para

una interacción efectiva con el entorno [10]. Además, se ha asociado la hipoacusia con deterioro cognitivo, como demencia, y trastornos de la salud mental, como ansiedad y depresión, e incluso con mayor riesgo de mortalidad [9].

El tratamiento en adultos mayores consiste principalmente en la prescripción de audífonos (Figura 2.2) que amplifican los sonidos y que son acompañados de un programa de rehabilitación donde se busca conseguir una adecuada adherencia al uso de estos dispositivos.

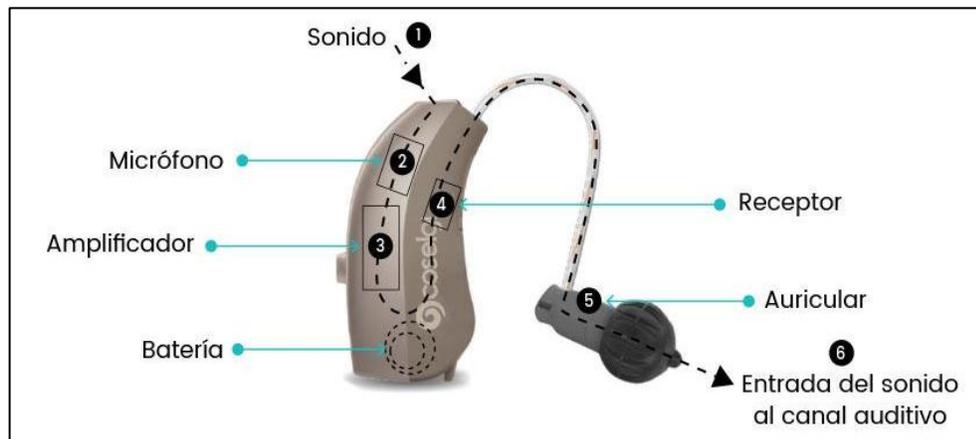


Figura 2.2 Partes de un audífono. [11]

Otra de las formas de tratar la pérdida de la audición es mediante un implante coclear (Figura 2.3.), este es un dispositivo electrónico que estimula directamente el nervio auditivo para enviar las señales al cerebro. Sin embargo, este tratamiento tiene un alto costo asociado con la cirugía.

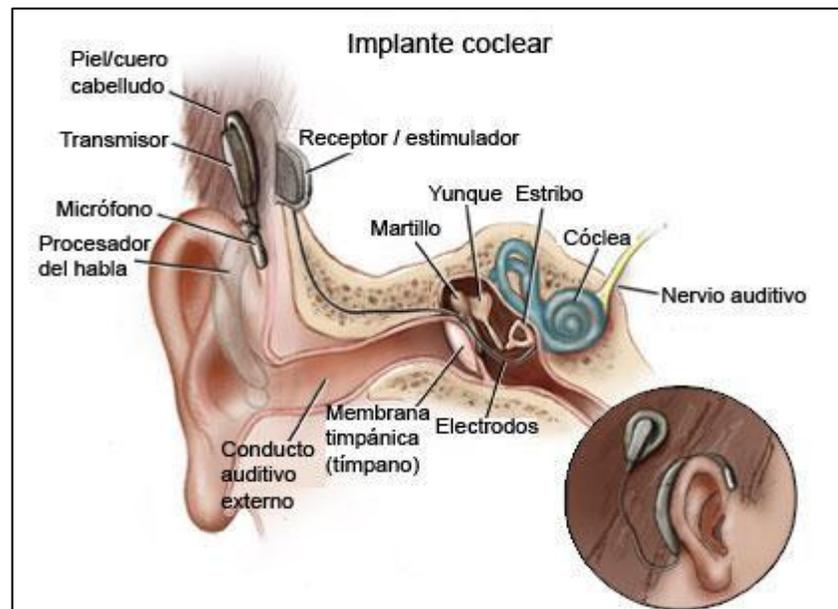


Figura 2.3 Implante coclear. [12]

Para ambos tratamientos, es de gran importancia la fase de rehabilitación, de modo que las personas se adapten a los dispositivos de la mejor manera, ya que estos no actúan restaurando los daños o deficiencias adquiridas, sino que aumentan la capacidad auditiva, ayudando a mejorar la detección y amplificación de los sonidos [10].

2.1.4 Rehabilitación Auditiva

La rehabilitación auditiva es el procedimiento mediante el cual se intenta recuperar y potenciar las funciones auditivas deterioradas, además está diseñada para minimizar y aliviar las dificultades comunicativas asociadas.

Los niveles para este desarrollo deben darse en pasos cortos, progresivos y sin sobrecargas. En algunos casos se requiere primero un trabajo multidisciplinario para identificar las necesidades y potencialidades del individuo [13].

El proceso de adaptación de audífonos se ha vinculado siempre a una fase rehabilitadora, tras la evaluación e implementación del dispositivo; se trata de volver a escuchar o de empezar a escuchar, así como del cuidado y el uso adecuado del dispositivo. La rehabilitación auditiva hace referencia al entrenamiento de la audición a través del dispositivo implantado y también a la adherencia al mismo.

A pesar de que se han desarrollado mejores audífonos con circuitos de reducción de ruido, moduladores de frecuencia y micrófonos de seguimiento, son insuficientes en algunas condiciones, sobre todo en espacios ruidosos, de allí la importancia de una buena rehabilitación [10].

En la mayoría de los casos, la personas que antes escuchaban normalmente, se frustran al ver que el audífono o el implante, no devuelve la audición perfecta que antes experimentaban, es en este aspecto que el fonoaudiólogo trabaja y guía la evolución del proceso, mediante terapias individuales y/o grupales, y un correcto entrenamiento en la manipulación del audífono, colaborando en una eficiente adherencia al tratamiento y el uso efectivo del dispositivo.

Los servicios de rehabilitación audiológica para adultos mayores se deben centrar en ayudar a la persona a lograr los siguientes aspectos: vivir con su pérdida auditiva, hacer el mejor uso posible de la ayuda auditiva que utiliza, manejar las conversaciones y hacerse cargo de su propia comunicación [10].

2.1.5 DASL II (Desarrollo Auditivo en Secuencia Lógica II)

Es un programa para el desarrollo de habilidades auditivas, comprensible, práctico y fácil de aplicar que se ha usado en gran parte de Norte América y otros países del mundo. Fue desarrollado en la Escuela para Niños Sordos de Houston por Gayle Stout, Audióloga Educativa y Jill Windle, Patóloga del Habla y el Lenguaje [10]. Se creó con el objetivo de ser lo suficientemente sencillo y fácil de usar para que pueda ser aplicado por padres y maestros de personas con deficiencia auditiva en los casos que no se disponga de un profesional de la salud. Orientado principalmente al desarrollo auditivo y a su iniciación en oyentes principiantes. Está enfocado hacia tres diferentes áreas muy importantes en el desarrollo de la habilidad auditiva: Conciencia del Sonido, Escucha Fonética, y Comprensión Auditiva. Cada sección del programa contiene una lista jerárquica de sub-habilidades auditivas que permiten un progreso auditivo ordenado en cada una de las tres áreas simultáneamente. La sección de Conciencia del Sonido se refiere al cuidado y uso del audífono por parte del niño y al desarrollo de la Conciencia del Sonido a través de la amplificación. En Escucha Fonética se refiere a las habilidades auditivas para ayudar a los niños a aprender a escuchar su propia habla y las características de su voz. Y en Comprensión Auditiva abarca sub-habilidades relacionadas con el conocimiento y evaluación del sonido por medio de la audición [14].

Para desarrollar este programa se debe tener en cuenta:

- Edad cronológica.
- Edad en la que el usuario recibe adaptación
- Momento de aparición de la hipoacusia.
- Diagnóstico temprano.
- Nivel académico.

- Participación tanto de la familia como del terapeuta.

Además permite escoger con eficacia metas auditivas apropiadas y saber en qué nivel de la escala de habilidades auditivas se encuentra el usuario, lo que hace posible que se pueda aplicar a personas con deficiencia auditiva de todas las edades y con pérdida auditiva leve, moderada, severa y profunda.

Sus objetivos son determinar el desempeño auditivo, ubicar al usuario en un programa de intervención adecuado, y que el usuario produzca patrones de habla, sonidos, palabras y lenguaje de acuerdo con su nivel de habilidades a medida que se desarrollan sus destrezas auditivas.

Para realizar el desarrollo de un programa de rehabilitación auditiva se debe partir principalmente de las habilidades auditivas organizadas en cuatro categorías: detección, discriminación, identificación y comprensión [10].

Detección: Esta habilidad consiste en captar la presencia del sonido, es decir, saber si el sonido está presente o ausente.

Discriminación: Esta habilidad consiste en comparar entre dos estímulos auditivos y determinar si son iguales o diferentes.

Identificación: Esta habilidad consiste en seleccionar un estímulo auditivo dentro de una serie de tres o más opciones. Lo que caracteriza esta habilidad es que siempre se tienen más de dos estímulos presentes o siempre se sabe con certeza cuales son las opciones que se le van a presentar auditivamente.

Comprensión: Esta habilidad se puede considerar como el mecanismo por el cual se utiliza la audición para la decodificación de los mensajes, de igual forma para el desarrollo semántico, gramatical, morfológico y fonológico del lenguaje [10].

2.1.6 Auto-rehabilitación auditiva

Gracias al desarrollo de diferentes programas de rehabilitación y desarrollo de habilidades auditivas, entre ellos el DASL II, se ha facilitado el entrenamiento de la audición sin la necesidad de tener a un fonoaudiólogo presente, pues estos dictan claramente los ejercicios a seguir, muchos de los cuales se pueden realizar completamente solos. Por ejemplo, en casa es posible ejercitar la audición intentando detectar los sonidos más comunes: golpes en la puerta, el timbre del teléfono, el sonido de la licuadora, el perro ladrando, etc.

2.1.7 Uso de las TIC para la rehabilitación auditiva

Actualmente, la rehabilitación ha tenido un gran avance gracias a la utilización de las TIC en el área de salud. Las TIC tienen como fin apoyar y facilitar el acceso a la rehabilitación, con el objetivo de reducir el impacto de la discapacidad, aumentar la autonomía, intentar mejorar o compensar los déficits, e incrementar su capacidad para desarrollar actividades de la vida diaria [15].

La exploración de las nuevas posibilidades de rehabilitación a distancia y el auge de las nuevas tecnologías, tales como aplicaciones móviles, simuladores, y videojuegos, han permitido que conceptos como 'tele-rehabilitación' y 'auto-rehabilitación' sean cada vez más familiares. Los dispositivos móviles son ahora necesarios y socialmente muy aceptados, incluso para los adultos mayores, lo que podría indicar una ventaja en la aceptación de estas nuevas herramientas.

Por estas razones, el uso de aplicaciones desde teléfonos móviles constituye una herramienta alternativa y atractiva para las personas, lo que influye positivamente en la disposición a realizar las terapias, reduciendo así el abandono de los tratamientos y además facilitando el acceso a ellos.

2.1.8 Desarrollo de aplicaciones móviles

Metodologías de desarrollo de software

Una metodología de desarrollo es el marco de trabajo o modo sistemático que se usa para planificar, estructurar, y administrar un proyecto. El objetivo de utilizar una metodología de desarrollo es aumentar la productividad del personal y mejorar la calidad del producto desarrollado.

En los últimos años el crecimiento exponencial en la demanda de distintas aplicaciones para dispositivos móviles como tablets y celulares estimuló el desarrollo de distintas metodologías ágiles para el desarrollo de este tipo de software (Tabla 2.1), las cuales son flexibles y se adaptan a los posibles cambios o nuevos contextos que surgen en etapas posteriores del proyecto.

Estas metodologías pueden dividirse en dos grupos: clásicas y ágiles. En la siguiente tabla se mencionan algunas de las más conocidas:

Tabla 2.1 Metodologías de desarrollo de software.

Metodologías clásicas:	Metodologías ágiles:
Cascada	Programación extrema (XP)
Incremental	Mobile-D
Prototipos evolutivos	Scrum
Espiral	Crystal
Desarrollo basado en componentes	Test-Driven Development.(TDD)

No existe una metodología “universal” de desarrollo de software, son las características de cada proyecto, así como el personal de desarrollo y también el presupuesto disponible, quienes terminan definiendo cuál metodología se adapta mejor [16].

Metodología incremental

Es un tipo de metodología clásica que permite construir el proyecto en etapas incrementales en donde cada etapa agrega funcionalidad [16]. Estas etapas, consisten en requerimientos, diseño, codificación, pruebas y entrega (Figura 2.4). En este método, en cada incremento se entrega al usuario uno o más de los requerimientos, que serán priorizados de acuerdo a la importancia o necesidad del usuario. De esta forma se garantiza una evolución más rápida del proyecto con versiones operacionales de la aplicación que pueden ser evaluadas por el mismo usuario, con el fin de que éste haga la evaluación y los cambios a los requerimientos correspondientes [16]. El proceso se repite hasta que se logre un producto final.

Cada incremento se puede dividir en cuatro fases:

1. **Análisis:** En esta fase se realiza el análisis o la evaluación de los requerimientos del usuario. El objetivo de esta etapa es registrar todos los requerimientos y deseos que el usuario tiene en relación al proyecto en desarrollo.
2. **Diseño:** En esta fase se trabaja en la interfaz del usuario, es decir se define el diseño que llevará la aplicación, por ejemplo, la posición de los botones, el tamaño de la fuente, la combinación de colores, etc.
3. **Código:** Esta fase consiste en la implementación del código de acuerdo a los requerimientos, se desarrolla como tal las funciones,

los procesos, las clases y algoritmos específicos que conforman la aplicación.

4. **Prueba:** Se realizan pruebas a la aplicación, de modo que se corrijan los posibles errores o bugs antes de hacer la entrega del incremento al usuario.

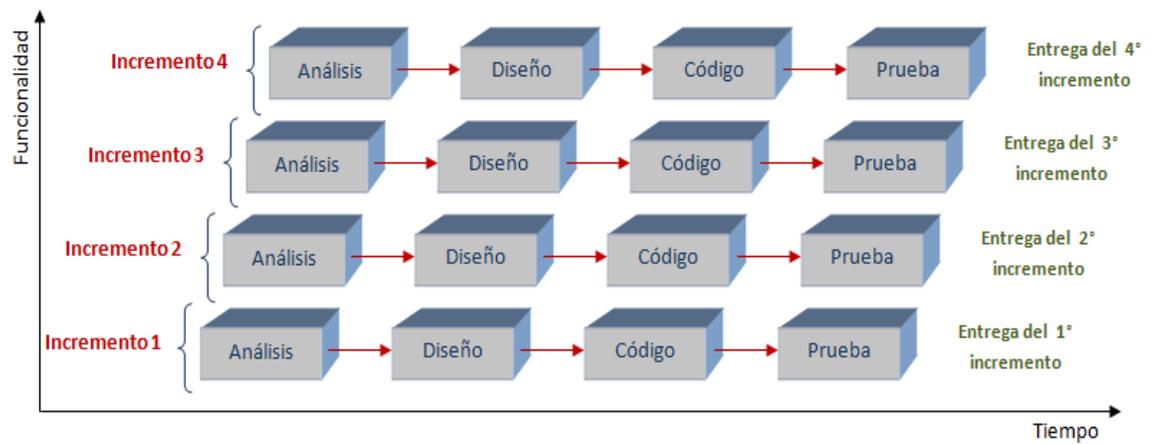


Figura 2.4 Metodología incremental. [17]

Software de programación

Es el conjunto de herramientas que permiten al programador desarrollar programas informáticos, o aplicaciones móviles, usando diferentes alternativas y lenguajes de programación. Se pueden dividir como [13]:

- Editores de texto
- Compiladores
- Intérpretes
- Enlazadores
- Depuradores

Entornos de Desarrollo Integrados (IDE): Son entornos con interfaz avanzada en donde se agrupan las anteriores herramientas, de forma tal que no se necesiten diferentes programas para compilar, interpretar, depurar, etc.

- **App Inventor:** Es un entorno de desarrollo integrado que permite crear aplicaciones para dispositivos Android de una forma visual, enlazando bloques con herramientas muy básicas y fáciles de usar incluso para personas que no saben programar [18].
- **Android Studio:** Es el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android. Admite los lenguajes de programación JAVA y Kotlin. Posee todas las herramientas que son necesarias para la creación de aplicaciones Android. Abarca desde el código, al diseño de la interfaz de usuario de la aplicación. Cuenta además con un emulador que permite realizar pruebas en dispositivos virtuales. Con esta herramienta se puede crear una aplicación desde cero hasta su publicación en Google Play Store, es fácil de usar y mejora la productividad [19].

Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es un idioma artificial conformado por un conjunto de símbolos y palabras reservadas con reglas sintácticas y semánticas las cuales definen la estructura y el significado de sus elementos y expresiones [20]. Está diseñado para expresar cálculos y realizar procesos en computadoras o dispositivos móviles. Para llevar a cabo estas operaciones es necesario definir unas instrucciones claras, ordenadas y finitas, de manera que, a través de un estado inicial o entrada, y una secuencia de pasos sucesivos se obtiene un estado final o salida que puede representar la solución a un problema.

Java

Java es un lenguaje de programación de alto nivel desarrollado en 1995 por Sun Microsystems. Está diseñado para desarrollar programas para ordenadores, consolas de videojuego, y dispositivos móviles. Una de sus principales características es ser multiplataforma, es decir, los programas creados en este lenguaje pueden ser ejecutados en cualquier tipo de dispositivo sin importar su sistema operativo, eso lo hace mediante un entorno de ejecución o máquina virtual llamada Java Runtime Environment (JRE) [21].

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Referentes Internacionales

1. Desarrollo de una aplicación móvil mediante Xamarin para el apoyo a terapeutas en la rehabilitación cognitiva de pacientes (España, 2018) [22]

En este proyecto se diseñó una aplicación móvil que permite a los pacientes que no pueden asistir a las clínicas realizar los ejercicios de rehabilitación desde un móvil o tableta, ayudando a los profesionales de salud en la evaluación y rehabilitación del deterioro cognitivo de pacientes con enfermedades de salud mental. El aplicativo se basa en la ejecución de actividades para estimular las diferentes funciones cognitivas en base a niveles de habilidad y ejecución, incluyendo ejercicios cognitivos de distintas modalidades (atención, orientación, cálculo, razonamiento, percepción visual, lenguaje, función ejecutiva, y memoria).

2. Desarrollo de dispositivo electrónico de bajo costo para evaluar localización de fuentes sonoras (Argentina, 2017) [23]

Se diseña un instrumento electrónico de bajo costo que puede utilizarse para realizar pruebas de audición orientadas principalmente a la localización de las fuentes sonoras. El sistema cuenta con cuatro módulos: sensores inerciales, comunicación inalámbrica, unidad de control y multiplexor de audio. A través del láser ubicado en la cabeza se puede medir el grado de orientación de la cabeza de la persona al escuchar un sonido proveniente de forma aleatoria de uno de los siete parlantes y así conocer cuál parlante fue el escogido como la fuente de sonido.

3. Programa de entrenamiento musical para usuarios de implantes cocleares (España, 2017) [24]

En este trabajo titulado Programa de entrenamiento musical para usuarios de implantes cocleares, se diseña e implementa un software de entrenamiento musical destinado al desarrollo de la agudeza auditiva en adultos mayores con pérdida auditiva neurosensorial severa tratada con implantes cocleares. Aquí se utiliza una tablet en conjunto con un piano MIDI para realizar ejercicios auto adaptativos centrados en el entrenamiento de percepción rítmica. Dado que su objetivo es desarrollar la agudeza auditiva, se realizaron las pruebas en personas con y sin experiencia musical.

4. Diseño e implementación de un videojuego terapéutico para problemas asociados con el déficit de atención (España, 2018) [25]

En este proyecto se desarrolla un videojuego en 3D llamado “El Planeta de Amalia”, es un entorno interactivo dirigido a niños entre los 5 y 12 años diagnosticados con DPAC (Desorden de procesamiento auditivo central), en el que

se entrenan diferentes habilidades auditivas como por ejemplo la identificación y localización de una fuente sonora o la comprensión de ciertos mensajes en entornos ruidosos.

5. Desarrollo de una aplicación de discriminación auditiva para personas con discapacidad intelectual para el centro educativo INSFIDIM mediante experiencia de usuario (Perú, 2018) [26]

La aplicación aquí desarrollada está enfocada en el entrenamiento de la discriminación auditiva en niños y jóvenes con discapacidad intelectual y visual leve. Se desarrolló para sitios web y para dispositivos móviles; contiene cuatro niveles de complejidad con distintas acciones y funcionalidades como por ejemplo escuchar un sonido y armar un pequeño rompecabezas. Además se evaluó su funcionalidad y usabilidad en base a la experiencia de usuario, evidenciando que es fácil de aprender y usar tanto para los terapeutas como para los pacientes.

2.2.2 Referentes Nacionales

1. Ambientes interactivos mediados por las TIC: Innovación del desarrollo auditivo y comunicativo de la población con deficiencia auditiva (Bogotá, 2017) [15]

En este trabajo de investigación se desarrolló “Escúchame”, un software interactivo o plataforma web para personas con dificultades auditivas y de comunicación que sirve como herramienta de apoyo en la estimulación y potenciación de destrezas mentales básicas a través de actividades lúdicas que fortalecen las habilidades auditivas.

2. Software de apoyo a las terapias de logogenia en niños sordos de 8 a 12 años (Bogotá, 2010) [27]

Este trabajo tuvo como objetivo diseñar y desarrollar una herramienta de apoyo a las terapias de logogenia para niños sordos de 8 a 12 años. Implementa una serie de ejercicios en el primer nivel de dificultad de una terapia de logogenia. Esta herramienta ayuda a que los niños adquieran el lenguaje natural de manera más constante, a través de la exposición al lenguaje escrito y con un software de fácil uso y llamativo para ellos.

3. Implementación de un sistema interactivo para la rehabilitación de niños con implante coclear (Bogotá, 2015) [28]

El objetivo de este trabajo fue diseñar e implementar un sistema interactivo a través de una página web que realiza el reconocimiento de imágenes y sonidos provenientes del paciente, haciendo uso de una cámara y un micrófono. El sistema consiste básicamente en reproducir animaciones a las cuales el paciente debe estar atento, y luego tratar de imitar la imagen con tarjetas expuestas al lente de una cámara y también intentar imitar los sonidos con su voz y el micrófono.

4. Desarrollo de una aplicación con procesamiento de audio para entrenamiento auditivo (Bogotá, 2016) [29]

Se desarrolla una aplicación para móviles y computadores enfocada en la educación auditiva, donde se entrena la correcta identificación de intervalos ascendentes y su interpretación de forma didáctica, haciendo uso de un algoritmo de procesamiento de audio que permite reconocer la interpretación vocal del usuario y compararla, para dar resultados que permiten evaluar la evolución del usuario en cuanto a calidad de la interpretación y las capacidades de escucha.

5. Implementación de un prototipo de Aplicación Móvil en Plataforma Android para el Aprendizaje del Lenguaje de Señas Colombiano (Bucaramanga, 2020) [30]

En este trabajo se desarrolla una aplicación móvil que sirve como apoyo en los procesos de aprendizaje del lenguaje de señas; esta puede ser utilizada por personas con discapacidad auditiva o cualquier persona interesada en aprender. Contiene seis unidades de aprendizaje, una sección de preguntas y otra de búsqueda de señas por texto y voz.

2.2.3 Referentes Regionales/Locales

1. Estrategia inclusiva mediada por TIC para el mejoramiento de la comunicación de personas en condición de discapacidad auditiva y vocal (Popayán, 2019) [31]

En este estudio se desarrolla una aplicación móvil con el objetivo de brindar una herramienta que ayude en el proceso de comunicación entre personas que sufren una discapacidad auditiva o vocal y personas que no las padecen, para ello intenta facilitar el aprendizaje del lenguaje de señas mediante traducciones y la adaptación de un teclado con lenguaje común y de señas.

2. Hero Test: herramienta interactiva de tamizaje enfocada en la detección temprana de deficiencias auditivas en niños entre los 4 a 7 años de edad (Popayán, 2019) [32]

Hero Test, es una aplicación móvil de bajo costo, cuyo objetivo es facilitar la detección de los primeros signos de pérdida en la audición, de modo que pueda ser utilizada en el inicio del tratamiento o rehabilitación temprana, minimizando los

efectos secundarios de una pérdida auditiva. Evalúa los niveles de audición de los niños mediante la escucha de sonidos de animales e instrumentos musicales a diferentes niveles de decibeles entre 5db y 25db. Proporciona además una evolución que indica el nivel de severidad de la pérdida auditiva.

3. Un videojuego para apoyar la terapia del lenguaje: el caso de la descripción estática (Cali, 2017) [33]

En este trabajo se desarrolla un videojuego para niños con pérdida auditiva, el propósito de esta herramienta es ayudar a mantener la atención y el entusiasmo en las terapias de lenguaje realizadas por fonoaudiólogos, ya que es fundamental que éstas se lleven a cabo con éxito. Tiene seis niveles y consisten en juegos fáciles como identificación de objetos, reconocimiento de instrucciones, y juegos tipo plataforma.

4. SATReLO: una herramienta para apoyar las terapias del lenguaje en niños con discapacidad auditiva (Cali, 2020) [34]

Se diseña una plataforma web que sirve como herramienta para la construcción en tiempo real de videojuegos personalizados para niños con pérdida auditiva, se crea un juego de acuerdo a las necesidades de cada paciente y se lleva un registro que permite ver su evolución. Tiene diferentes modalidades, por ejemplo juegos de emparejamiento, de organización de espacios, juego de preguntas y respuestas, y de organización de secuencias de imágenes.

5. Juego serio para entrenar habilidades auditivas en niños con discapacidad auditiva (Cali, 2018) [35]

En este trabajo se presenta el diseño de un juego para niños con discapacidades auditivas que utilizan implantes cocleares o audífonos. En el diseño se han tenido en cuenta aspectos de diseño emocional, metodologías de desarrollo de juegos serios, y las actividades que llevan a cabo los educadores con los niños para trabajar habilidades auditivas. Consta de diferentes niveles donde se le presentan al niño sonidos como campanas o palabras, a diferentes volúmenes y diferentes longitudes, también palabras iguales o parecidas fonéticamente, de modo que con este tipo de actividades se pueda entrenar la identificación y la discriminación.

2.3 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

En esta revisión de aplicaciones se tuvieron en cuenta criterios como: el año de lanzamiento o su última actualización, fechas no anteriores al año 2018, el idioma (español o inglés), a qué población va dirigida, si a niños o a adultos, si está dirigida a personas con audífonos o implantes cocleares, y lo más importante, qué habilidades auditivas ayuda a mejorar, ya sea como entrenamiento o como rehabilitación en el proceso de adherencia de los dispositivos auditivos. Se seleccionaron las cuatro aplicaciones que mejor cumplen con estas características.

1. MÍNIMO [4]

Es una aplicación dirigida a usuarios con prótesis auditivas o con implantes cocleares que ayuda en el entrenamiento de la discriminación auditiva mediante la oposición de parejas mínimas, es decir, de palabras que difieren por un solo

fonema. El usuario escucha dos palabras y, a continuación, sólo una de ellas de forma aleatoria. En ese momento, deberá pulsar sobre la imagen de la palabra que escuchó (Figura 2.5). Los resultados se pueden guardar para observar el progreso de las pruebas. Además, se puede configurar con dos voces diferentes y tres entornos con diferentes niveles de ruido. Puede ser utilizada por niños y adultos y está en idioma español, para dispositivos Android y iOS.

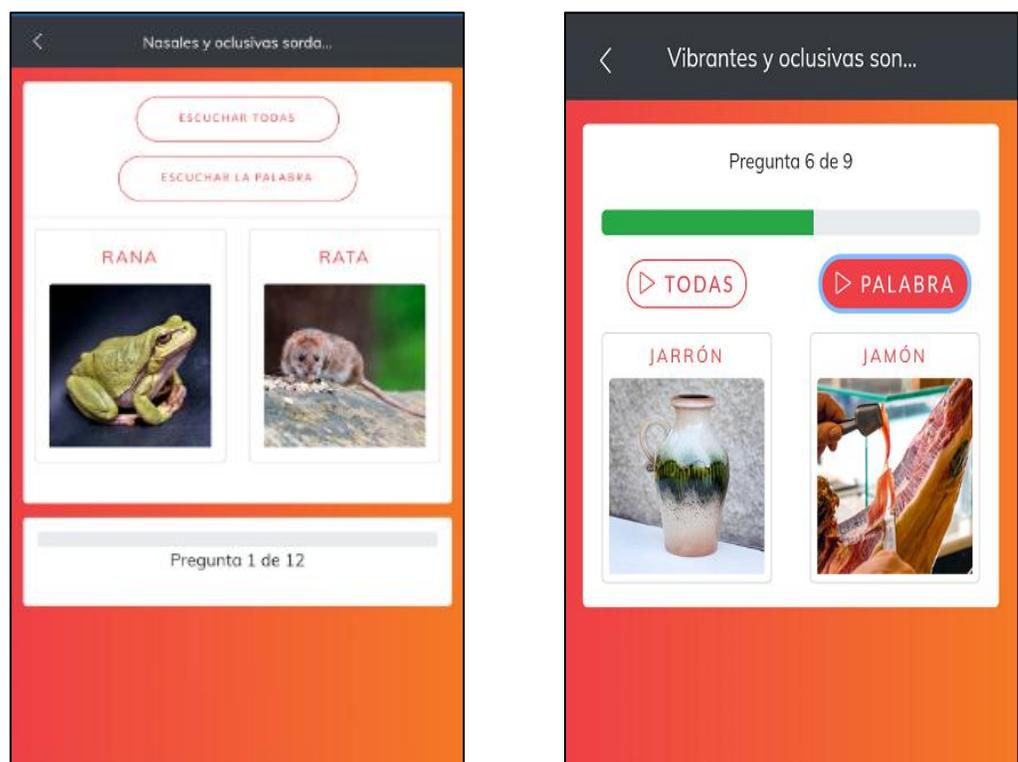


Figura 2.5 Actividades de la aplicación Mínimo. [4]

2. Cocleando [36]

Se trata de una aplicación móvil para niños con implante coclear o audífonos, que sirve como complemento de las terapias de rehabilitación auditiva. Es una herramienta de estimulación para el niño en donde se involucran en todo el proceso también a sus familiares y al profesional que los esté tratando. Incluye 14

juegos los cuales entrenan las cuatro habilidades auditivas más importantes (detección, discriminación, identificación y comprensión) (Figura 2.6); además de explicaciones y gráficos para registrar el progreso del niño. Se encuentra disponible en idioma español y para dispositivos Android y iOS.



Figura 2.6 Menú y ejemplo de actividad de la aplicación Cocleando. [36]

3. Cochlear CoPilot [37]

Esta aplicación está dirigida especialmente a adultos mayores usuarios de implantes cocleares. Ayuda a mejorar las habilidades auditivas y de comunicación, además de brindar información para sacar el máximo provecho de los implantes. Está en idioma inglés y únicamente para dispositivos iOS (Figura 2.7).

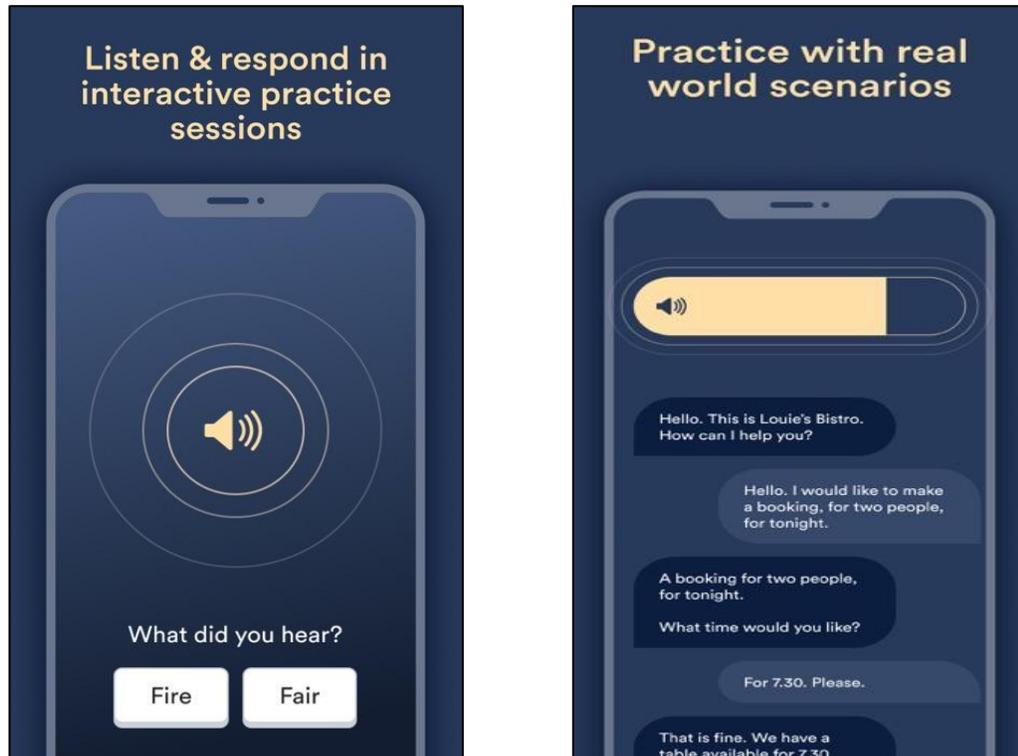


Figura 2.7 Actividades de la aplicación Cochlear CoPilot. [37]

4. Hearoes [38]

Es una aplicación para dispositivos móviles que sirve como entrenamiento y rehabilitación auditiva para personas con audífonos o implante coclear. Contiene tres módulos de discriminación, identificación y comprensión (Figura 2.8). Está dirigido a jóvenes y adultos y está disponible para dispositivos Android y iOS en idioma inglés.

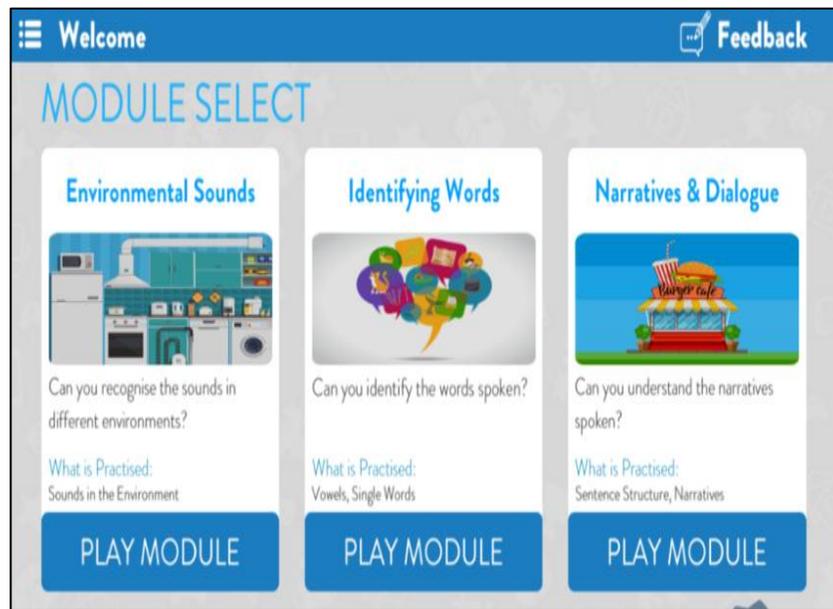


Figura 2.8 Menú y ejemplo de actividad de la aplicación Hearoes. [38]

2.4 ANÁLISIS DE LA LITERATURA

En la siguiente tabla (Tabla 2.2) se resumen los criterios más importantes hallados en los trabajos y proyectos relacionados con el desarrollo de software orientado a la rehabilitación auditiva, cognitiva, y visual. Además permite identificar las similitudes y diferencias con el trabajo a presentar aquí en este documento.

Tabla 2.2 Análisis del estado del arte.

	Referentes internacionales				
	1	2	3	4	5
Discapacidad relacionada	Auditiva, cognitiva	Auditiva	Auditiva	Auditiva, cognitiva	Auditiva, cognitiva, visual
Población objetivo	Adultos	Jóvenes y adultos	Adultos mayores	niños entre 5 y 12 años	niños, jóvenes
Habilidades entrenadas	Detección, identificación, comprensión	Detección	Detección, identificación, comprensión	Detección, identificación, comprensión	Detección, Reconocimiento
Dispositivo auditivo	no	no	Implante coclear	no	no
Lenguaje de programación	Xamarin	ninguno	Pure Data	Unity	HTML5, JavaScript
Plataforma	Android, iOS, Windows	Sistema físico	Windows (tablet)	Windows(pc)	Web, Android
	Referentes nacionales				
	1	2	3	4	5
Discapacidad relacionada	Auditiva	Auditiva	Auditiva	Auditiva	Auditiva
Población objetivo	niños y adultos	niños	niños	jóvenes y adultos	niños y adultos
Habilidades entrenadas	Detección, identificación, comprensión	Lectura, lenguaje	Discriminación, identificación	Identificación, interpretación vocal	Lenguaje
Dispositivo auditivo	no	no	Implante coclear	no	no
Lenguaje de programación	JavaScript	JavaScript	JavaScript	Unity	Java
Plataforma	Web	Web	Web	Android, iOS, Windows	Android

	Referentes locales				
	1	2	3	4	5
Discapacidad relacionada	Auditiva, vocal	Auditiva	Auditiva	Auditiva	Auditiva
Población objetivo	niños y adultos	niños entre 4 y 7 años	niños entre 4 y 6 años	niños	niños
Habilidades entrenadas	Lenguaje	Detección	Lenguaje	Lenguaje	Discriminación, identificación
Dispositivo auditivo	no	no	no	no	Implante coclear, Audífono
Lenguaje de programación	Java	Java	Construct2	JavaScript	Java
Plataforma	Android	Android	Android, iOS, Windows	Web	Android

De la revisión bibliográfica y la vigilancia tecnológica se encontró que la mayoría de artículos están dirigidos a niños, sólo uno de ellos dirigido a adultos mayores; igualmente con las aplicaciones, sólo una está enfocada en la población de adultos mayores pero en idioma inglés. En cuanto al dispositivo auditivo que se busca adherir, el implante coclear es el más utilizado, sólo un artículo y una aplicación hablan sobre adherencia de audífonos. Las habilidades que más se busca entrenar son la de detección y la de identificación, además algunos artículos también relacionaban el lenguaje natural y lenguaje de señas. Solamente una de las aplicaciones ejercita las cuatro habilidades de detección, discriminación, identificación y comprensión. Para los artículos se encontró que además de aplicaciones móviles, las plataformas web también son muy utilizadas. Java y JavaScript son los lenguajes de programación mayormente utilizados.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

El objetivo de este capítulo es presentar cómo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto, identificar las fases en las que está dividido, y de esta manera comprender paso a paso todo el procedimiento. Se explica con detalles cómo se hizo cada una de las fases, pero reservando los resultados obtenidos para el siguiente capítulo.

Para la realización de este proyecto se conformó un equipo interdisciplinar con seis estudiantes y dos docentes del programa de Fonoaudiología de la Universidad del Cauca pertenecientes al grupo de Comunicación humana y sus desórdenes. Además, en las fases iniciales del proyecto, se tuvo el acompañamiento y apoyo de los estudiantes de la materia 'programación estructurada' del programa de ingeniería física.

Se tuvieron en cuenta tres fases, adecuación de la aplicación, implementación de la aplicación y validación integral (Figura 3.1); las cuales definieron la metodología a seguir durante todo el proceso de desarrollo y validación de la aplicación.

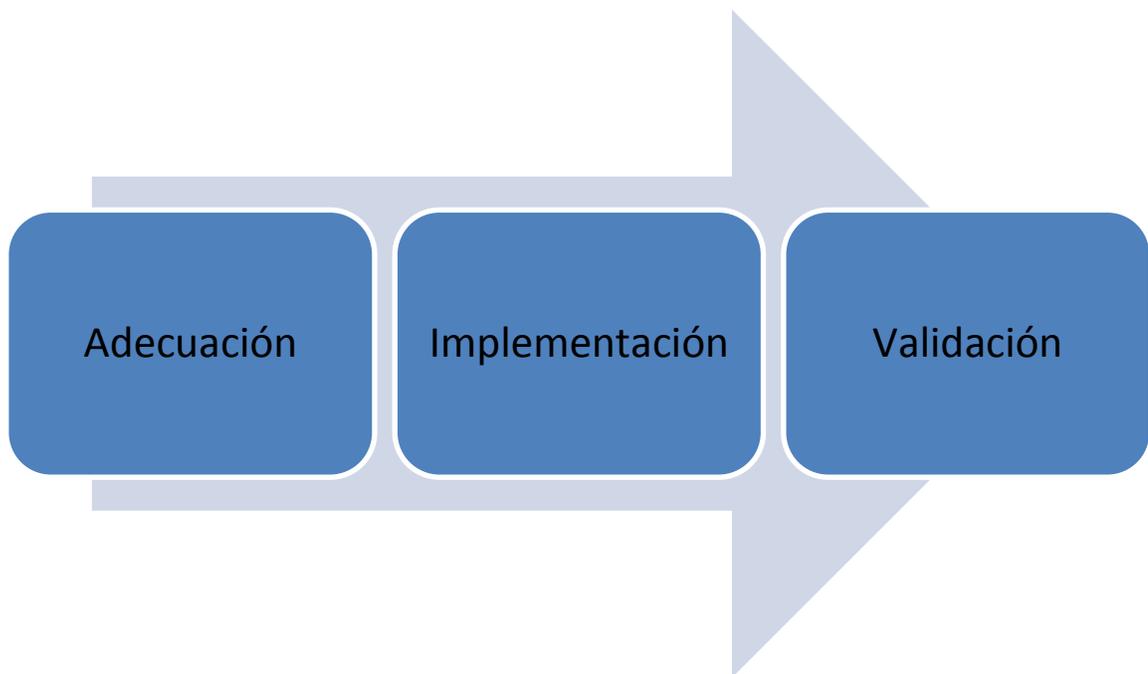


Figura 3.1. Diagrama de bloques de las etapas llevadas a cabo en el desarrollo de este proyecto.

3.1 ADECUACIÓN DE LA APLICACIÓN

La aplicación MARGLO está basada en el programa para el desarrollo de habilidades auditivas DASL II, del cual, previamente el grupo de estudiantes y docentes del programa de Fonoaudiología, realizaron una rigurosa selección de las actividades y también la adaptación de cada una de ellas a lo que sería su funcionamiento deseado en formato digital.

En un primer momento, y dado que el instrumento guía está enfocado a la rehabilitación auditiva de niños, se revisó el concepto de rehabilitación auditiva del adulto mayor con pérdida auditiva y dentro de él, el desarrollo auditivo en secuencia lógica. Una vez conocidas las actividades de esta secuencia se analizó

una a una las habilidades y se tuvo en cuenta el protocolo de habilitación auditiva usado en otras ciudades, así:

3.1.1 Actividades de detección del sonido

La habilidad de detección consiste en demostrar conciencia del sonido, es decir captar la presencia o no del sonido, por lo que es la más básica de todas, por ello también se ubica en el primer nivel del aprendizaje auditivo.

Se adecuaron actividades tendientes a captar la presencia o ausencia del sonido ya que este es el comienzo para el aprendizaje auditivo y de ella dependen los niveles más altos de procesamiento [10]. En esta fase se busca comprobar si el usuario detecta la presencia o ausencia de un sonido, variando su duración e intensidad, una vez el usuario adulto mayor detecta el sonido, ya podrá pasar a otras habilidades auditivas.

3.1.2 Actividades de discriminación del sonido

Esta habilidad consiste en comparar dos sonidos y determinar si son iguales o diferentes, se encuentra en un segundo nivel de dificultad y se plantea ante los problemas que tienen algunas personas con algunos rasgos de los sonidos del habla.

Se adecuaron actividades que permiten reconocer y distinguir diferencias de frecuencias, intensidad y timbre entre sonidos, fonemas, frases o palabras idénticas. Se contempló:

- Discriminación auditiva no verbal, que estimula la capacidad de reconocer diferentes sonidos, ya sea de animales, seres humanos o medios de transporte, por ejemplo, el hecho de asociar onomatopeyas como “guau” a un perro o “miau” a un gato.
- Discriminación auditiva verbal, que permite diferenciar contrastes de fonemas vocálicos y consonánticos.

- Presencia o ausencia de un fonema dentro de la palabra, comparando en términos de competencia auditiva dos estímulos y determinando si son iguales o diferentes [10].

3.1.3 Actividades de identificación del sonido

El objetivo de entrenar esta habilidad de identificación es aumentar la capacidad de seleccionar, entre varias opciones de una lista cerrada, la situación que representa el estímulo sonoro presentado.

Se adecuaron actividades que posibiliten el uso de ciertos rasgos acústicos para seleccionar un estímulo dentro de una serie de opciones; ya no se trata de sólo comparar dado que hay más de dos estímulos presentes. Aquí se tuvo en cuenta un formato cerrado, es decir, cuando se tiene los estímulos presentes o se sabe con certeza cuales van a ser las opciones que se le presentan auditivamente; y un formato abierto, o sea, cuando no se tiene los estímulos presentes para seleccionar o no se sabe cuáles son los estímulos que se le van a presentar. Por lo tanto, el paciente tiene que valerse de su conocimiento, del contexto acústico y lingüístico, y de la información almacenada en su memoria auditiva para responder [10].

3.1.4 Actividades de comprensión auditiva

El entrenamiento de la habilidad de comprensión auditiva sirve para que las personas puedan seguir una conversación, trabajar textos orales, responder preguntas, y diversas situaciones comunicativas, beneficiando la interacción con las demás personas y su entorno.

Se adecuaron actividades que permiten procesar la información que se recibe para construir el significado de las palabras, y para decodificar los mensajes, también, para el desarrollo semántico, gramatical, morfológico y fonológico del lenguaje. Este apartado tiene como objetivo la comprensión del lenguaje hablado es por esto, que dicho lenguaje debe ser conocido por los participantes, esto se

refiere a un lenguaje cotidiano y las actividades deben ser acordes a la edad de la población a evaluar.

Para la aplicación de este instrumento se debe seguir el siguiente orden: primero, se realizan pruebas de conciencia auditiva, se continúa con el test de habilidades de escucha fonética, y por último se aplica el test de habilidades de comprensión auditiva. El usuario debe aprobar el 100% de las sub-habilidades para avanzar al siguiente ítem de la prueba.

Se siguieron algunas de las pautas recomendadas en ITC Guidelines for Translating and Adapting Tests [39], para una óptima adaptación digital de las prueba del programa DASL II. Aquí es importante tener en cuenta la población objetivo y las dificultades que presentan como adultos mayores al momento de manejar un dispositivo móvil, como un celular o una tablet, ya sean relacionadas con su poca experiencia en el uso de éstos, o dificultades relacionadas con deficiencias visuales o auditivas. Por ejemplo, las imágenes utilizadas se adaptaron de tal forma que fueran imágenes reales y de alto contraste, los sonidos utilizados se eligieron de acuerdo a rutinas típicas de un adulto mayor y fueron grabados de acuerdo a la intensidad y necesidad de los usuarios, es decir, a la pérdida auditiva que presentan (neurosensorial). Del mismo modo, el diseño de la aplicación también debe propender a minimizar estos obstáculos, para ello, se elige una paleta de colores y una tipografía que facilite la usabilidad y legibilidad de la aplicación en esta población en específico.

3.2 IMPLEMENTACIÓN: Desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación, en este proyecto se planteó una metodología incremental (Figura 3.2). En esta metodología el desarrollo y entrega de la aplicación se divide en 'incrementos' o etapas; cada incremento consta de cuatro partes: análisis, diseño, codificación y pruebas. Una vez completadas estas fases, se procede con la entrega del incremento, la cual consiste en proporcionarle al usuario una versión funcional de la aplicación, con el fin de que éste haga la evaluación y los cambios a los requerimientos correspondientes.

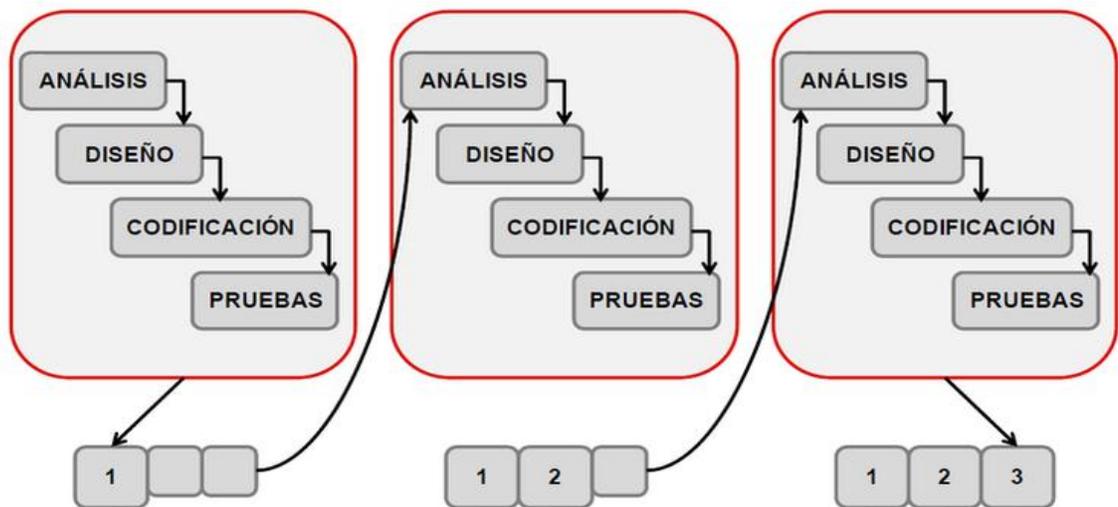


Figura 3.2. Estructura de la metodología incremental. [40]

El desarrollo de la aplicación móvil MARGLO se llevó a cabo en tres incrementos de la siguiente forma:

3.2.1 Incremento 1

Análisis: En este primer incremento se evaluaron los requerimientos por parte del grupo de Comunicación humana y sus desórdenes de la Universidad del Cauca. Estos requerimientos son principalmente la propuesta de las actividades a desarrollar del programa DASL II, con todas las especificaciones de funcionamiento y recursos de imágenes y sonidos a utilizar.

Diseño: Esta primera fase de diseño se enfocó únicamente en las tres primeras actividades a realizar de la aplicación; se hizo uso de herramientas gratuitas y online para la creación de mockups de manera fácil y rápida. Esta etapa se realizó en conjunto con los estudiantes del curso de programación estructurada; se dividieron en grupos y se crearon diferentes prototipos para las mismas actividades, esto con el fin de posteriormente tener opciones e ideas para el diseño definitivo.

Código: En este primer incremento se utilizó la herramienta 'App Inventor' a fin de desarrollar las primeras tres actividades propuestas de una manera mucho más rápida e intuitiva. Como en la fase de diseño, los grupos del curso crearon con esta herramienta las aplicaciones basadas en las actividades requeridas.

Pruebas: Se verifica el correcto funcionamiento del código de las primeras tres actividades, que aunque es una maqueta inicial, ya puede comprobarse el funcionamiento junto con un diseño inicial. Estas pruebas fueron realizadas por los integrantes de los grupos en sus dispositivos personales. Algunos de los grupos reportaron fallas en sus aplicaciones, pero con la asesoría del profesor se solucionaron algunas de ellas.

Entrega: Para el incremento 1, se entregó al grupo de estudiantes y docentes del programa de Fonoaudiología un conjunto de prototipos con las tres primeras actividades desarrolladas en App Inventor.

3.2.2 Incremento 2

Análisis: Para el incremento 2 ya se tenían bien definidas las actividades del programa DASL II que se iban a adaptar en la aplicación MARGLO; en este caso, se evidencia que la aplicación iba a tener muchas actividades y componentes; esto representaba un problema para seguir desarrollándola en App Inventor, pues este entorno está diseñado para aplicaciones pequeñas y muy básicas, es por esta razón que se decide que la mejor manera de desarrollarla profesionalmente es con el entorno de desarrollo Android Studio y con el lenguaje de programación JAVA, ya que de esta forma se aprovecha al máximo las capacidades de los dispositivos, como la memoria, logrando así un rendimiento óptimo, además de interfaces de usuario con mayores posibilidades de personalización, brindando toda una experiencia de usuario ideal.

Diseño: En esta fase el diseño de las tres primeras actividades ya estaba elegido con ayuda de los Mockups realizados en el primer incremento; sin embargo en Android Studio es posible agregar más detalles para que el diseño sea más intuitivo. Por ejemplo se definió la paleta de colores que va a llevar toda la aplicación y también una tipografía más legible, en este caso fue 'Adamina'.

Código: Se implementa el código en lenguaje Java mediante el entorno Android Studio de las tres primeras actividades; esto con el objetivo de entregar al usuario una versión final de cómo sería la aplicación y que pueda hacer la evaluación correspondiente.

Pruebas: Se lleva a cabo una serie de pruebas a estas primeras tres actividades en distintos dispositivos para verificar posibles errores en celulares de menor capacidad o incluso en tablets donde las pantallas son mucho más grandes.

Entrega: Se entrega un prototipo únicamente con las tres primeras actividades, pero esta vez desarrolladas en Android Studio.

3.2.3 Incremento 3

Análisis: En este incremento se procede a terminar las actividades, que son 16 en total, para ello es necesario definir aspectos generales de la aplicación, como la organización de la misma para brindar una óptima experiencia del usuario. Por ejemplo, la creación de una pantalla de inicio y permitir al usuario registrarse con sus datos personales y guardarlos en la aplicación. También se define un sistema de puntajes para todas las actividades y se guarda un historial en una base de datos que posteriormente permita revisarlo y visualizar los puntajes de manera gráfica. Se decide agregar una sección de 'Acerca de', la cual contiene información de la aplicación y de los objetivos propuestos con ella. Adicionalmente, a cada una de las actividades se le agrega un botón que lleva a otra pantalla donde se puede leer y reproducir en audio las instrucciones de las actividades.

Diseño: En esta fase se define el diseño general de la aplicación, en este caso se hace uso de la plantilla 'Navigation Drawer' que brinda Android Studio. Esta plantilla permite organizar la aplicación con un menú lateral que se despliega con un botón en la pantalla. De esta forma, se divide por secciones las cuatro habilidades y se agregan las funcionalidades de 'Mi perfil', 'Mis puntajes', y 'Acerca de'.

También se definieron cada uno de los íconos a utilizar; estos fueron descargados en su totalidad de la página web de Flaticon, la cual permite descargarlos gratuitamente, pero bajo la respectiva atribución de los derechos de autor.

Código: Se desarrolla la totalidad del código, se completan las demás actividades requeridas por el usuario, y se desarrollan las demás funcionalidades para que la aplicación tenga un correcto funcionamiento y se pueda acceder después a los datos guardados. La programación se realizó haciendo uso de objetos 'Vistas' o 'View' y 'Grupo de Vistas' o 'ViewGroup', los cuales permiten dibujar elementos y contenido en la pantalla del dispositivo y permite acceder a ellos para interactuar de distintas formas. Además, para el desarrollo de toda la aplicación se tuvo en cuenta los ciclos de vida de los 'fragmentos' y 'actividades'. De acuerdo a la documentación oficial de Android se recomienda utilizar sólo una 'Actividad' que maneja el ciclo de vida general de la aplicación y lo demás trabajarlo con 'fragmentos', que tienen un ciclo de vida propio; de esta forma se tiene control en cualquier momento en que se encuentre la aplicación.

Se hace uso de una base datos SQLite para guardar los resultados, y otra para guardar los datos del usuario.

Pruebas: Se hacen pruebas de cada una de las actividades, se verifica y corrige los bugs encontrados. Se verifica el funcionamiento de la base de datos, y la correcta visualización de los puntajes en las gráficas.

Entrega: Para este incremento final, se presenta una versión de la aplicación MARGLO con todas las actividades terminadas y con las funcionalidades de 'Mi perfil', 'Mis puntajes', y 'Acerca de', que permiten crear un perfil, y acceder a información sobre los puntajes obtenidos en las actividades e información sobre la aplicación. Esta es la versión de MARGLO que pasa a la fase de validación.

3.3 VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN

El proceso de validación de un instrumento de investigación consta al menos de seis pasos [41]:

- 1. Realizar una prueba del instrumento:** En este primer paso se realizan pruebas para detectar errores por parte del grupo de programación y también se realizan pruebas con expertos en el tema.
- 2. Ejecutar una prueba piloto:** Se realiza una prueba piloto con un grupo de participantes que ensayan el instrumento y, mediante una encuesta piloto, se obtiene la percepción sobre el mismo.
- 3. Limpiar los datos recopilados:** Esta etapa consiste en verificar los resultados obtenidos en la encuesta de manera que se disminuyan los errores.
- 4. Realizar un análisis de componentes:** El objetivo de este paso es identificar tendencias para una encuesta de satisfacción y es útil para comparar las puntuaciones de las pruebas. También se utiliza para observar el comportamiento de los usuarios e identificar cambios en la percepción del usuario.
- 5. Verificar la consistencia de las preguntas:** Se realiza una revisión a la consistencia de las preguntas para poder garantizar que las respuestas sean coherentes y sobre todo confiables.
- 6. Revisar la encuesta:** Es importante realizar una revisión final de la encuesta a partir de los datos obtenidos en el análisis de componentes y que haya una relación entre las preguntas y los elementos de la encuesta.

Para evaluar la usabilidad de la aplicación aquí presentada, se llevaron a cabo los dos primeros pasos. Además, se tuvieron en cuenta las normas ISO para la evaluación de usabilidad de un sistema. Particularmente, la norma ISO 9241-1, la cual define la usabilidad como “la medida con la que un producto se puede utilizar por usuarios determinados para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso concreto”. Y la norma ISO/IEC 9126-4, que describe las métricas de usabilidad que se pueden utilizar para evaluar el efecto del software cuando es operado por el usuario en determinados contextos de uso.

3.3.1 Efectividad

Esta métrica permite conocer qué proporción de tareas o actividades son realizadas correcta y completamente, y también la frecuencia de errores presentados.

Se define como la capacidad del software de facilitar al usuario alcanzar y completar ciertos objetivos con precisión [42]. Se puede calcular midiendo la tasa de finalización [43]:

$$Efectividad = \frac{\text{Número de tareas completadas con éxito}}{\text{Número total de tareas realizadas}} * 100\% \quad (3.1)$$

En nuestro caso se realizaron un total de cuatro pruebas, que consistieron en realizar cada una de las 16 actividades y verificar si se terminó la prueba sin errores o problemas que puedan afectar la correcta aplicación de la prueba.

3.3.2 Eficiencia

Con esta métrica se mide la productividad de los usuarios, es decir, cuánto tiempo le lleva a un usuario completar una actividad correctamente, comparado con un experto u otros usuarios.

Es la capacidad del software de permitir a los usuarios gastar la cantidad apropiada de recursos en relación a la efectividad obtenida [42]. La eficiencia se mide en términos de tiempo de tarea, es decir, el tiempo que tarda el usuario en completar una tarea con éxito [43].

$$\text{tiempo de tarea} = \text{hora de finalización} - \text{hora de inicio} \quad (3.2)$$

A partir de este valor, se puede calcular la eficiencia mediante la eficiencia basada en el tiempo [43]:

$$\text{Eficiencia basada en el tiempo} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N \frac{n_{ij}}{t_{ij}}}{NR} \quad (3.3)$$

Dónde:

- **N** = El número total de tareas (objetivos)
- **R** = El número de usuarios.
- **n_{ij}** = El resultado de la tarea i realizada por el usuario j; si el usuario completa con éxito la tarea, entonces n_{ij} = 1, si no, entonces n_{ij} = 0.
- **t_{ij}** = El tiempo empleado por el usuario j para completar la tarea i. Si la tarea no se completa con éxito se mide el tiempo hasta el momento en que el usuario abandona la tarea.

Este valor se obtuvo midiendo el tiempo empleado para realizar cada una de las 16 actividades en las cuatro pruebas anteriormente realizadas, es decir 64 datos para calcular este valor.

3.3.3 Satisfacción

La métrica de satisfacción permite saber qué tan satisfecho se encuentran los usuarios con el software en general o sus características especiales. Esto sirve para conocer estadísticas sobre potenciales usuarios, o de ser necesario, realizar cambios en el software.

La satisfacción del usuario se mide a través de cuestionarios de satisfacción estandarizados que se pueden realizar después de cada tarea o después de la sesión de prueba de usabilidad [42].

En nuestro caso, se realizó una encuesta como parte de una prueba piloto con un grupo de adultos mayores. En ella se recogió información de forma escrita, mediante la transcripción de las respuestas de los usuarios a las preguntas sobre las percepciones que tuvieron al hacer uso de la aplicación MARGLO.

3.4 PRUEBA DE LA APLICACIÓN

La prueba de la aplicación se dividió en dos partes. La primera consistió en evaluar la correcta instalación y funcionamiento de todas las actividades. Para ello se instaló la aplicación en diferentes dispositivos, se realizaron pruebas mediante la página de Firebase, que permite instalar la App en diferentes dispositivos virtuales y además brinda un informe de errores. De esta forma se corrigen diferentes bugs que son más difíciles de detectar, y se ajustan detalles a las diferentes resoluciones de pantalla que tienen los dispositivos Android.

La segunda, en la revisión por parte de expertos en la rehabilitación auditiva, para asegurar que la aplicación esté libre de errores comunes o ambigüedad en las instrucciones u objetivos. En esta parte se proporcionó a las docentes y

estudiantes, la versión de MARGLO final con todas las actividades, quienes luego de usar y evaluar la aplicación definieron algunos aspectos a cambiar y detectaron errores en la aplicación. Algunos de los elementos que se cambiaron fueron sonidos que no eran acordes a las actividades, grabaciones que las docentes consideraron que no tenían la pronunciación correcta, se modificaron algunas instrucciones que resultaban muy largas o confusas, también detectaron errores en sus dispositivos con respecto al tamaño de algunos elementos en la pantalla y errores de escritura en las instrucciones y en los títulos de las pantallas. También notificaron errores en algunas actividades que llevaban a confusiones, por ejemplo imágenes que salían repetidas, sonidos que no correspondían a la imagen presentada, y marcar como erradas respuestas que sí eran correctas. Todas las sugerencias y correcciones fueron compartidas en un documento por parte del grupo de fonoaudiología, y se implementó una nueva versión de la aplicación con todas las correcciones hechas, la cual, más adelante se utiliza para la realización de la prueba piloto con adultos mayores.

3.5 PRUEBA PILOTO

Para evaluar la aceptación de la aplicación por parte de los usuarios, se tuvo en cuenta la percepción de los adultos mayores usuarios de audífonos. Para comprender la percepción de los usuarios se utilizó el método etnográfico, y como técnica de recolección de datos se usó la entrevista semiestructurada y la observación participante. Con esto, se procura un análisis de forma directa en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde la participación del investigador varía según el propósito y el diseño de investigación previstos.

3.5.1 Población objeto de estudio y muestra

La prueba piloto se realizó con pacientes de la IPS Centro de Audición y Lenguaje de la ciudad de Popayán. Se eligió una población muestra conformada por ocho usuarios; dos femeninos y seis masculinos con un rango de edad de 62 a 75 años con hipoacusia neurosensorial y usuarios de audífonos uni o bilateral.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Usuarios adultos con hipoacusia sensorial de grado moderado a severo.
- Usuarios de audífonos con un tiempo de adaptación de 12 a 24 meses.
- Usuarios con audífonos que no hayan recibido rehabilitación.
- Usuarios que cuenten con apoyo por parte de la familia.
- Usuarios que cuenten con un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

Criterios de exclusión:

- Usuarios con patologías asociadas a la hipoacusia.
- Usuarios con otro tipo de pérdida auditiva.
- Usuarios con implante coclear u otro equipo de asistencia tecnológica.
- Usuarios de audífonos con un tiempo de adaptación mayor a 24 meses.

3.5.2 Recolección y análisis de la información

Se obtuvo información de la historia clínica audiológica del centro de audición y lenguaje correspondiente y se planteó una entrevista semiestructurada con preguntas abiertas basadas en la experiencia de uso de cada una de los participantes. Además, se realizó un pilotaje del aplicativo, y con base en este se hizo la aplicación y análisis de datos con el fin de realizar un plan de mejora del

mismo. Para el análisis e interpretación de resultados se grabaron y transcribieron las entrevistas, lo cual sirvió para describir las unidades de análisis de la información, codificación de la información, y asignación de categorías. En la etapa de análisis, se identificaron y tabularon las categorías emergentes, se realizó una descripción sociodemográfica de la población, y se llevó a cabo un análisis cualitativo e interpretación de las categorías de análisis. A partir de ellas, se sugirieron las acciones de mejora al aplicativo a partir de las percepciones de los adultos mayores sobre su uso.

3.5.3 Preparación

A continuación, se presenta el procedimiento llevado a cabo por el grupo de fonoaudiólogas de la Universidad del Cauca:

- Se realizó la identificación de la IPS Centro de Audición y Lenguaje de la ciudad de Popayán, donde se realizó el proyecto de investigación.
- Socialización del proyecto a la directora de la IPS Centro de Audición y Lenguaje de la ciudad de Popayán, para su respectiva autorización. (ver anexo N°1)
- Elaboración de los instrumentos de recolección de información.
- Evaluación del instrumento por parte del experto.
- Reescritura del formato de entrevista y guía de observación con base en los aportes del experto.
- Revisión de la historia clínica.
- Selección de la población muestra confirmada por 8 adultos con hipoacusia neurosensorial, usuarios de audífonos uni o bilateral.
- Firma del consentimiento informado por parte de los adultos mayores (ver anexo N° 2).

- Observación del usuario durante 1 hora y media, en la cual se tuvo en cuenta cómo actuaron frente a las actividades contenidas en la aplicación MARGLO.
- Aplicación de la entrevista dirigida a los adultos mayores, en la cual se pudo identificar las percepciones sobre el uso de la aplicación MARGLO. (ver anexo N° 3).
- Transcripción de entrevistas.
- Identificación y tabulación de las categorías para el análisis de la información.
- Descripción sociodemográfica de la población.
- Análisis cualitativo e interpretación de las categorías.
- Elaboración de las acciones de mejora al aplicativo MARGLO a partir de las percepciones de adultos mayores sobre su uso.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en cada una de las tres fases de desarrollo del proyecto. Además, dado que la implementación se realizó bajo la llamada metodología incremental, el objetivo es mostrar paso por paso lo que se obtuvo en cada incremento y que se pueda observar la evolución del proyecto desde la fase inicial de adecuación hasta la fase final de validación, incluyendo los resultados de la prueba piloto con los adultos mayores.

Para dar a conocer los resultados, en la fase de adecuación de la aplicación, estos se resumen en una tabla. En la fase de implementación se muestran imágenes de los diseños y de los códigos trabajados. En la parte final de validación se muestran algunos cálculos realizados para medir la usabilidad de la aplicación y también algunos gráficos obtenidos de las encuestas realizadas a los adultos mayores en la prueba piloto.

4.1 RESULTADOS DE LA ADECUACIÓN DE LA APLICACIÓN

Como resultado de la adaptación de la aplicación, se plantearon 16 actividades (Tabla 4.1): dos de detección del sonido, cinco de discriminación de sonido, tres de identificación del sonido, y cinco de comprensión auditiva. Por cada habilidad, se realizaron las especificaciones de diseño, funcionamiento y evaluación.

Tabla 4.1 Listado de Actividades adecuadas y su respectivo objetivo, agrupadas por habilidad auditiva.

Habilidad	Actividad	Objetivo
Detección del sonido	Detección de sonidos fuertes.	Indicar cuando hay un sonido presente.
	Detección de sonidos continuos.	Indicar cuando el sonido termina.
Discriminación de sonido	Discriminación de sonidos cortos y largos.	Presentar una serie de sonidos dentro de dos opciones.
	Discriminación de vocales, sílabas o palabras.	Presentar de forma inicial sonidos vocálicos y dar dos sílabas para escoger la respuesta.
	Discriminación de secuencias de vocales.	Presentar palabras que contengan una vocal o diptongo, para que luego sea seleccionada.
	Diferencia de consonantes.	Discriminar los sonidos o palabras correspondientes al sonido inicial.
	Discriminación de frases y sonidos.	Se presenta un sonido ya sea una frase (lenguaje hablado) o un sonido ambiental, y la persona debe elegir entre estas dos opciones cuál escucha.
Identificación del sonido	Memoria.	Es un juego de memoria en el que el usuario debe emparejar los sonidos con las imágenes correspondientes.
	Identificación de singular y plural.	El usuario tendrá que seleccionar la imagen correspondiente al sonido presentado.
	Identificación de un elemento.	Se presentan tres imágenes y se dará una instrucción, de lo cual se tendrá que elegir una de las tres opciones.
	Identificación de frases.	Se presentarán tres frases escritas y se pondrá una grabación con una de ellas, posteriormente tendrá que elegir la respuesta correcta.

Comprensión auditiva	Categorías.	El participante debe discriminar objetos de diferente color: negro, café, amarillo, naranja, gris y rojo; y tamaño: grande y pequeño.
	Posición de elementos.	El participante debe discriminar entre un elemento ubicado arriba y un elemento ubicado abajo. 6 opciones arriba y abajo con elementos diferentes.
	Memoria y secuencia.	El participante deberá seleccionar los elementos nombrados entre diferentes elementos.
	Descripción de imagen.	El participante deberá seleccionar entre 4 imágenes la que es apropiada, según sea la instrucción.
	Sí o no.	Se presenta una imagen con una afirmación, el participante deberá elegir si la afirmación es o no correcta, seleccionando la respuesta "Sí" o "No".

Cada actividad consta de trece ejercicios, con diez aciertos se considera como prueba superada y el usuario puede pasar a la siguiente actividad, de lo contrario, con menos de diez aciertos se considera como prueba no superada y el usuario debe repetir la actividad y superarla para poder seguir avanzando. La actividad se suspende y se regresa a la anterior cuando presenta dificultad para responder ante más de las tres respuestas como margen de error. Además, todas las actividades tienen instrucciones escritas y audibles con ejemplos de cómo realizarlas correctamente.

Para las actividades de detección es posible activar ayudas visuales y/o táctiles que consisten en imágenes y/o vibraciones que indican al usuario el momento adecuado para presionar un botón., de esta forma se facilita al usuario la realización correcta de las actividades.

4.2 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN

En esta fase se implementaron los primeros prototipos de la aplicación hasta llegar a una versión final que incluye todas las actividades de rehabilitación auditiva, la cual se utiliza para realizar la prueba piloto con los adultos mayores.

4.2.1 Resultados Incremento 1

Diseño: Los diseños aquí obtenidos (Imagen 4.1) fueron presentados en su totalidad por los estudiantes del curso de programación estructurada, quienes diseñaron los mockups a través de páginas web. Estos prototipos fueron la base para crear el diseño en 'App Inventor'. En la mayoría de diseños utilizaron un menú para acceder a las actividades y también estuvieron de acuerdo en que cada actividad debiera tener dos botones, uno para iniciar y otro para terminar la actividad en el momento deseado.

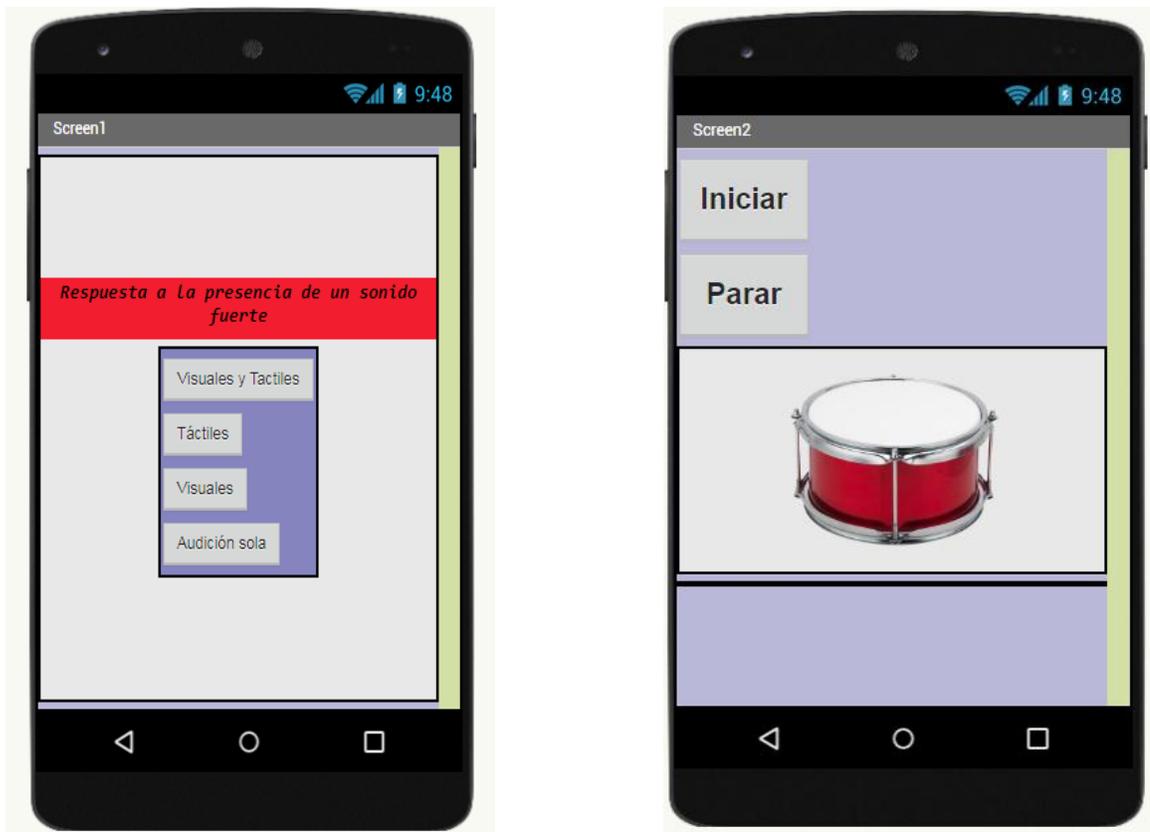


Imagen 4.1 Diseños realizados en App Inventor.

Código: En 'App Inventor' los algoritmos se implementan mediante un sistema gráfico que permite enganchar bloques de manera muy intuitiva (Imagen 4.2), por lo que en esta parte no existe un código como tal de la aplicación, pero sí tiene una lógica de trabajo previamente definida para cada actividad. En general, se hace uso de sonidos, imágenes, notificaciones, relojes, y botones, con las diferentes funciones que 'App Inventor' ofrece para cada uno de esos elementos.

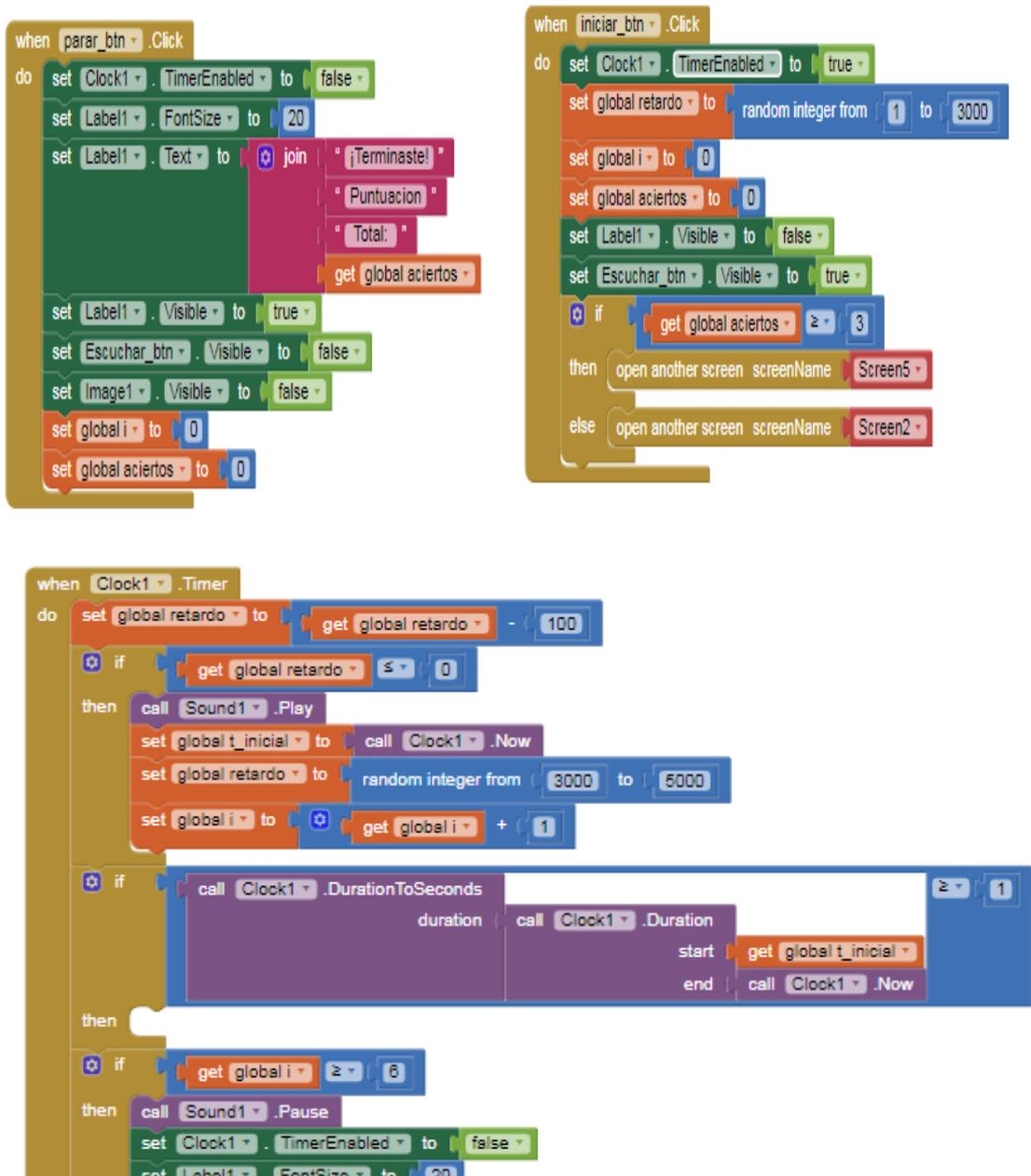


Imagen 4.2 Bloques en App Inventor de las primeras actividades.

Pruebas: Se observa que al agregar más de cinco pantallas, la aplicación comienza a trabajar de manera inestable y lenta, es decir, con retardo en la respuesta a los botones, errores al reproducir sonidos o mostrar imágenes, lo que perjudicaba el buen desarrollo de la actividad.

Se discutió con las profesoras y estudiantes de fonoaudiología los prototipos obtenidos. Para este caso, todas las pruebas se realizaron en los dispositivos de estudiantes de ingeniería física, por lo que las apreciaciones recibidas por parte de las profesionales estuvieron más relacionadas con el diseño y la idea general que se tenía para las actividades. Una vez aprobado el diseño y con las recomendaciones recibidas, se define la estructura para todas las actividades.

4.2.2 Resultados Incremento 2

Diseño: En esta fase de diseño se definió la estructura general de cada actividad (Imagen 4.3). En la parte superior de la pantalla van tres botones, 'Iniciar'/'Parar', 'Instrucciones', y 'Ayudas'. Así, queda más de la mitad de la pantalla disponible para los demás elementos como las imágenes, textos, y animaciones. El color de fondo de las actividades se definió blanco para resaltar las imágenes y evitar confusiones. Al iniciar cada actividad se presenta en color gris un texto con las instrucciones básicas.

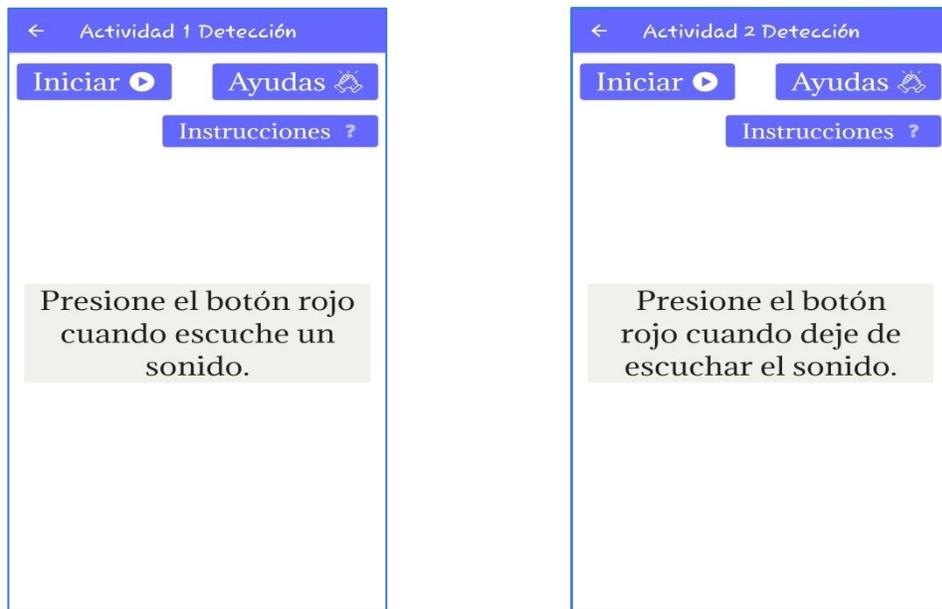


Imagen 4.3 Pantallas de inicio de las actividades 1 y 2 de detección.

Estas dos primeras actividades, consistían básicamente en lo mismo, presionar un botón cuando inicie o cuando se detenga un sonido. El diseño contiene un botón rojo grande en la parte inferior, y en la parte media de la pantalla un recuadro donde se muestran las imágenes cuando se requieren (Imagen 4.4).



Imagen 4.4 Pantalla de las actividades 1 y 2 de detección en ejecución.

Debido a la lógica de funcionamiento de estas actividades, era posible agregarle dos tipos de ayudas: visuales y táctiles. En el caso de las ayudas visuales, estas consisten en mostrar la imagen justo en el momento en que el sonido se reproduce, y en el caso de las ayudas táctiles, consiste en hacer vibrar el móvil cuando se reproduce el sonido. Las ayudas se pueden activar o desactivar y se accede a ellas mediante el botón “Ayudas” (Imagen 4.5).

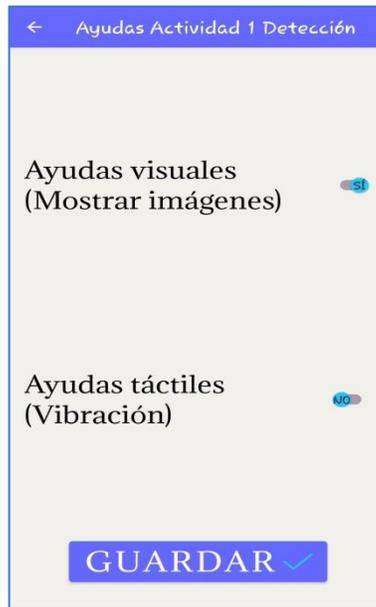


Imagen 4.5 Pantalla de las ayudas de las actividades 1 y 2 de detección.

Para la tercera actividad, que es de la habilidad de Discriminación, el diseño cambia un poco (Imagen 4.6). En este caso, se reproduce primero dos sonidos y luego se muestra dos imágenes de las cuales se tiene que seleccionar una. Además, se muestra una animación cada vez que un sonido es reproducido. Este diseño fue de gran importancia, ya que las demás actividades tienen una estructura similar y por lo tanto no requirieron demasiados cambios.



Imagen 4.6 Pantalla de la actividad 1 de discriminación en ejecución.

Código: En esta fase ya se trabaja en lenguaje JAVA. En primera instancia se tienen los algoritmos para las tres primeras actividades, más no se desarrolla código relacionado a menús, estadísticas u opciones de usuario. Por lo tanto este primer prototipo no tiene una estructura general definida. Igual que en 'App Inventor', sólo hay una pantalla de inicio para seleccionar una de las actividades y proceder a realizarla.

En cuanto al código de las actividades, se trabajaron en 'activities' y se hace uso de elementos conocidos en JAVA como 'runnables' (Imagen 4.7). Son procesos que se pueden manipular en todo momento y que permiten crear un ciclo repetitivo de acciones que responde de acuerdo a la interacción con el usuario, es decir, reproducir sonidos, mostrar imágenes y esperar la respuesta del usuario.

```
319     runnable_VisualTactil = new Runnable() {
320     public void run() {
321         //Log.d("Runnable VisualTactil", "Handler is working");
322
323         infoAyudas = "Ayudas visuales y táctiles";
324         duracionMilliSonido = 0;
325         duracionSonido = 0;
326
327         //REproduccion aleatoria sonidos
328         int randomIntLista = (new Random().nextInt(ListaSonidos.size()));
329         int numero_sonido = ListaSonidos.get(randomIntLista);
330         sonido = MediaPlayer.create(getActivity(), numero_sonido);
331         sonido.start();
332
333         //Duracion del sonido
334         //long duracionSonido = tiempoFinalsonido-tiempoInicio; //saca la diferencia
335         duracionMilliSonido = sonido.getDuration();//duracion en milisegundos
336         duracionSonido = duracionMilliSonido/1000.0;//duracion en seg
337
338         //Imagenes aleatorias con sonidos correspondientes
339         int numero_imagen = ListaImagenes.get(randomIntLista);
340         imagen.setImageResource(numero_imagen);
341
342         //sonido.start();
343         vibracion_efecto.vibrate( milliseconds: 1000);//80 represents the milliseconds (the
344
345         //para medir el tiempo inicial cuando reproduce el sonido
346         tiempoInicio = SystemClock.elapsedRealtime();
```

Imagen 4.7 Parte del código del Runnable para la primera actividad.

Pruebas: Nuevamente se discuten los resultados obtenidos con las profesionales del área de fonoaudiología, en este caso las pruebas fueron realizadas en sus dispositivos personales, por lo que se pudo obtener detalles de los errores que se presentan al ejecutar el aplicativo en dispositivos de diferentes versiones de Android y distintas resoluciones de pantalla.

Las pruebas realizadas para este prototipo arrojaron errores para dispositivos con versiones de Android menores a 8, esto debido al uso de elementos y clases que sólo estaban disponibles para versiones nuevas de Android, por lo que tuvo que realizarse esos cambios para garantizar el funcionamiento en todos los dispositivos Android. Además en dispositivos con pantallas más pequeñas, el diseño no se adaptaba, por lo tanto se tuvo que crear un diseño de pantalla para

seis resoluciones diferentes (360 – 384 - 411 – 480 – 600 - 720 dp de ancho mínimo de pantalla), de esta forma se crea un diseño responsivo a la pantalla de celulares pequeños y tablets con pantallas grandes.

A pesar de los errores presentados durante la ejecución de la aplicación, se aprueba por parte de las profesionales el nuevo diseño y estructura de las actividades. Se reciben todas las recomendaciones y también todos los errores en detalles para una posterior corrección.

4.2.3 Resultados Incremento 3

Diseño: Se creó un menú lateral donde se puede acceder a todas las secciones, además se definieron los iconos y una pantalla de inicio (Imagen 4.8).

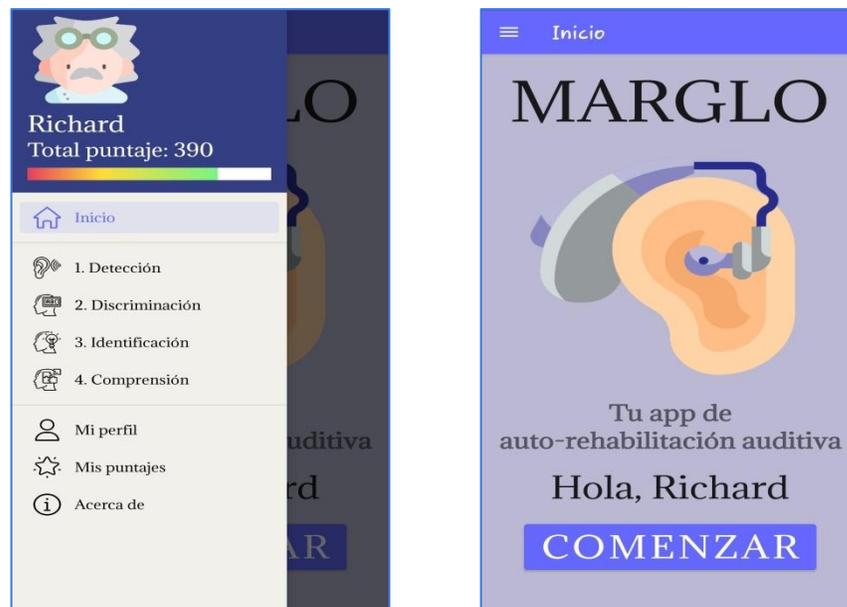


Imagen 4.8 Menú lateral y Pantalla de inicio.

Los diseños para las actividades fueron bien específicos para cada una, sin embargo en general tenían la misma organización (Imagen 4.9).

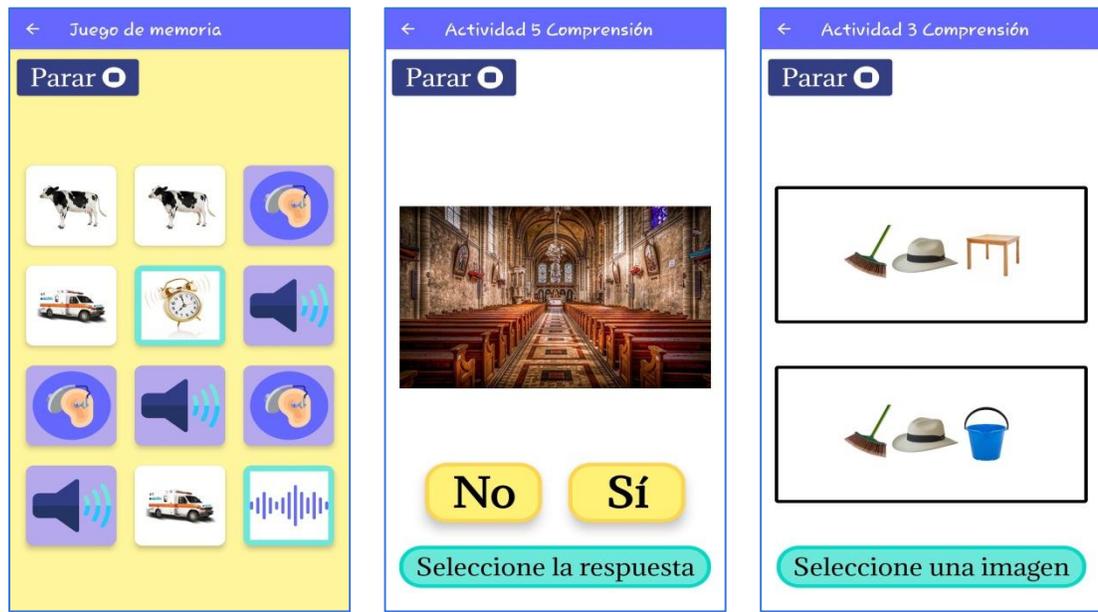


Imagen 4.9 Algunos ejemplos de las actividades.

Todas las actividades tienen una pantalla de Instrucciones, donde el usuario puede leer y reproducir en audio las instrucciones y también escuchar un ejemplo de cómo funciona la actividad (Imagen 4.10).

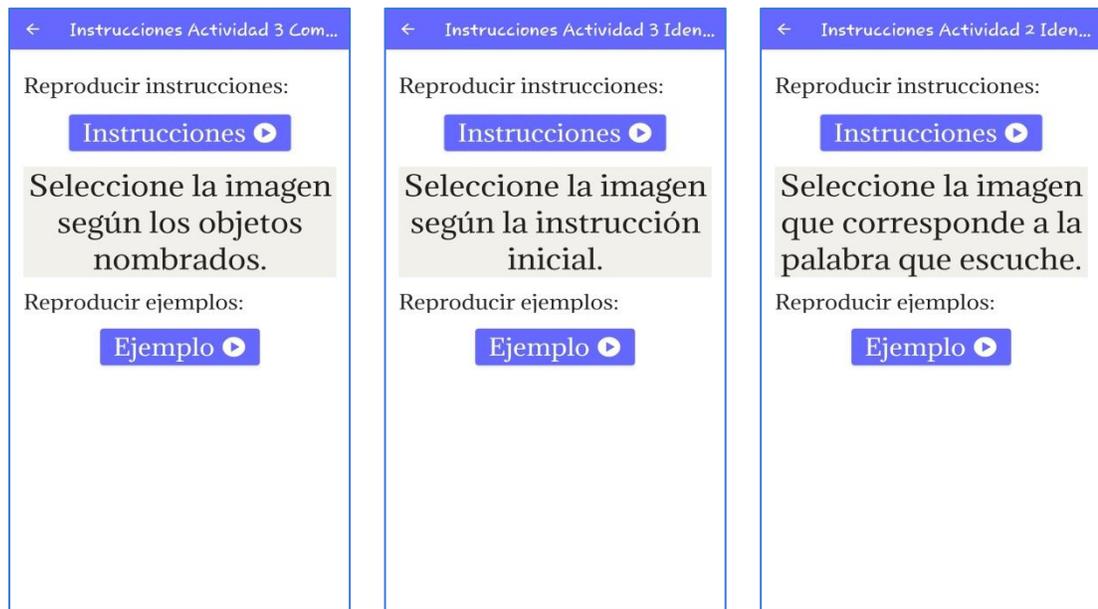


Imagen 4.10 Ejemplos de las pantallas de instrucciones de algunas actividades.

Durante la ejecución de cada actividad, si responde correctamente aparece un estímulo visual en color verde que dice: “¡Muy bien! +1” colocando después del símbolo (+) el número de veces que se ha puntuado correctamente; por el contrario, si contesta de manera incorrecta, aparece un estímulo visual de color rojo con el mensaje “¡Fallaste!” (Imagen 4.11).

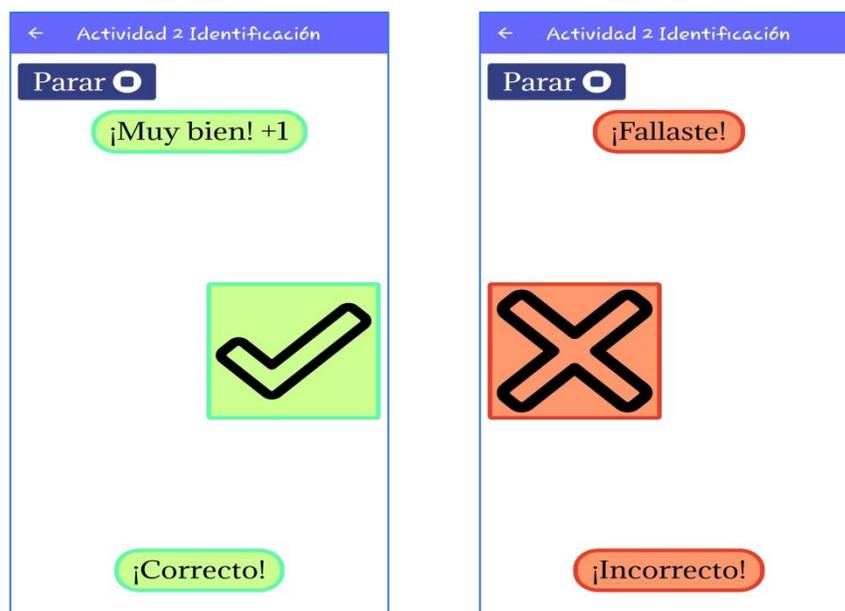


Imagen 4.11 Ejemplos de los estímulos visuales al acertar o fallar un ejercicio.

Además, al terminar las actividades, se despliega el menú de puntuación. Si el usuario acierta con los ejercicios se muestra un estímulo visual “¡Felicitaciones!” y auditivo “¡Felicitaciones has pasado al siguiente nivel!”; también se puede observar los botones “SIGUIENTE”, para continuar con las demás actividades, y el botón “REINTENTAR”, para realizar nuevamente la actividad. Si el usuario no logra superar los 10 aciertos, entonces en la pantalla aparecen el estímulo visual “Vuelve a intentarlo”, el estímulo auditivo “Vuelve a intentarlo”, y el botón de reintentar que lo devuelve a la actividad realizada (Imagen 4.12).



Imagen 4.12 Pantallas de “Felicitación” y “Vuelve a intentarlo” al finalizar las actividades.

Los menús se realizaron mediante elementos llamados “Recyclerviews” (Imagen 4.13) que permiten crear una lista personalizada con las actividades.



Imagen 4.13 Menús de actividades.

El diseño de las otras secciones mantuvo la paleta de colores; no es recomendable utilizar muchos colores diferentes (Imagen 4.14).

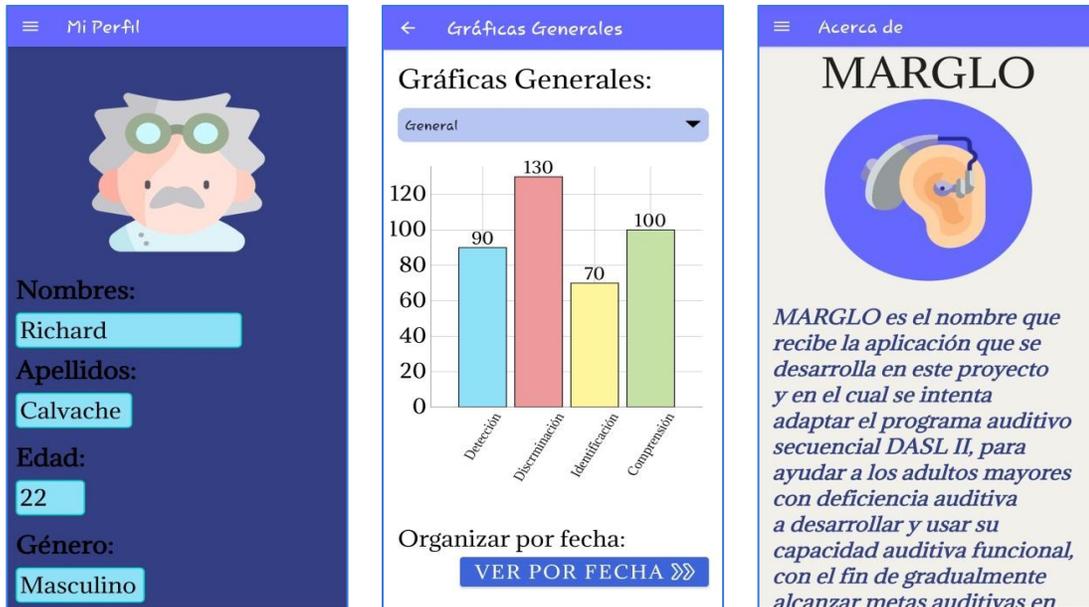


Imagen 4.14 Secciones de Mi Perfil, Mis Puntajes y Acerca de.

Código: Para la implementación total de la aplicación se utilizó la plantilla predefinida para un proyecto en Android Studio llamada 'Navigation Drawer'. Como se mencionó, organiza todo en un menú lateral, pero no solo en cuanto a diseño, también organiza las diferentes secciones de código, haciendo todo de una manera más fácil y rápida (Imagen 4.15).

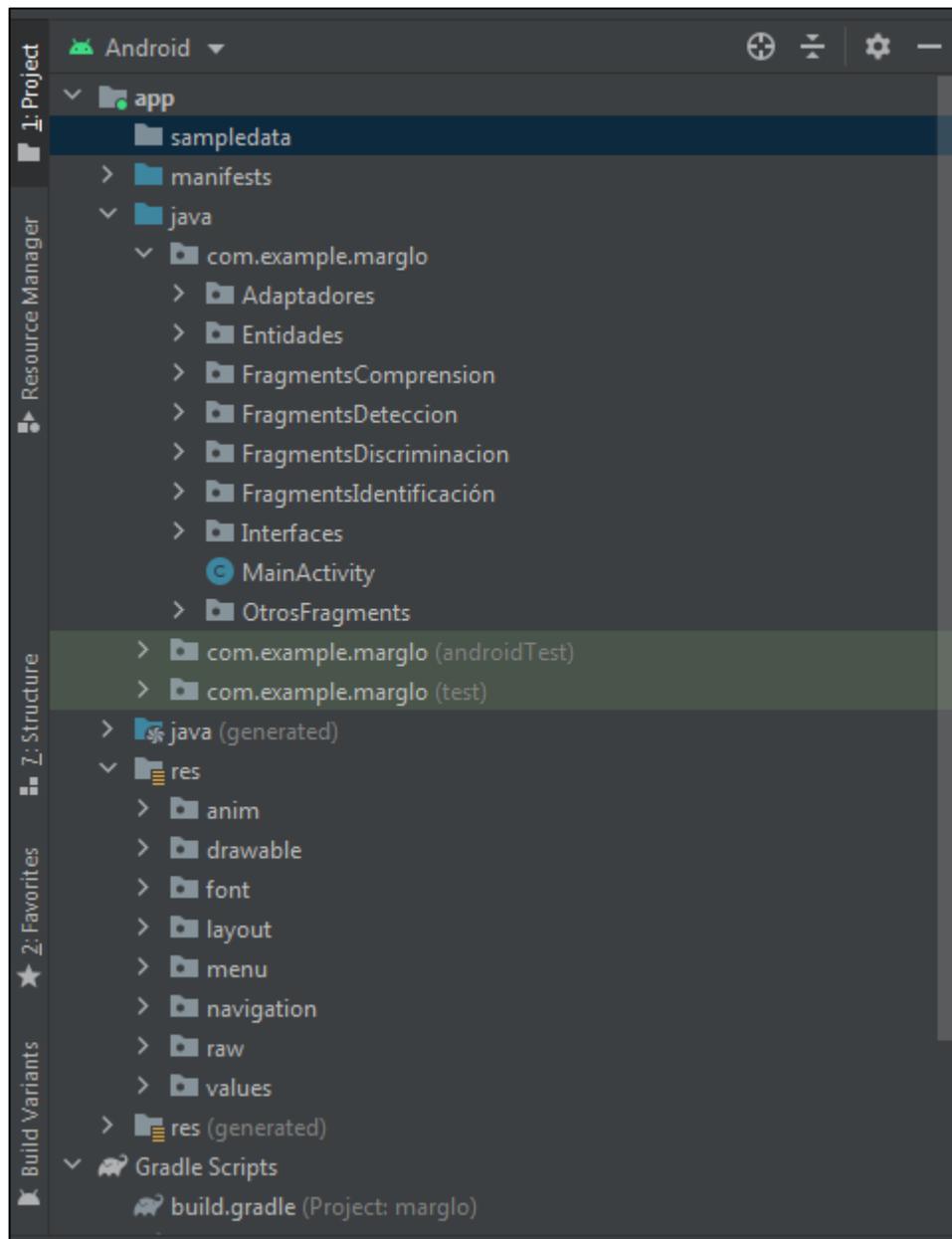


Imagen 4.15 Estructura general del proyecto en Android Studio.

Se trabajó solo con una 'activity', cada pantalla se codificó en un respectivo 'fragment', los menús fueron tratados con 'adaptadores', y la transición entre pantallas mediante el componente 'Navigation' de Android Studio. Esto permite

crear un mapa o gráfico de navegación donde se sitúan todas las pantallas creadas (Imagen 4.16).

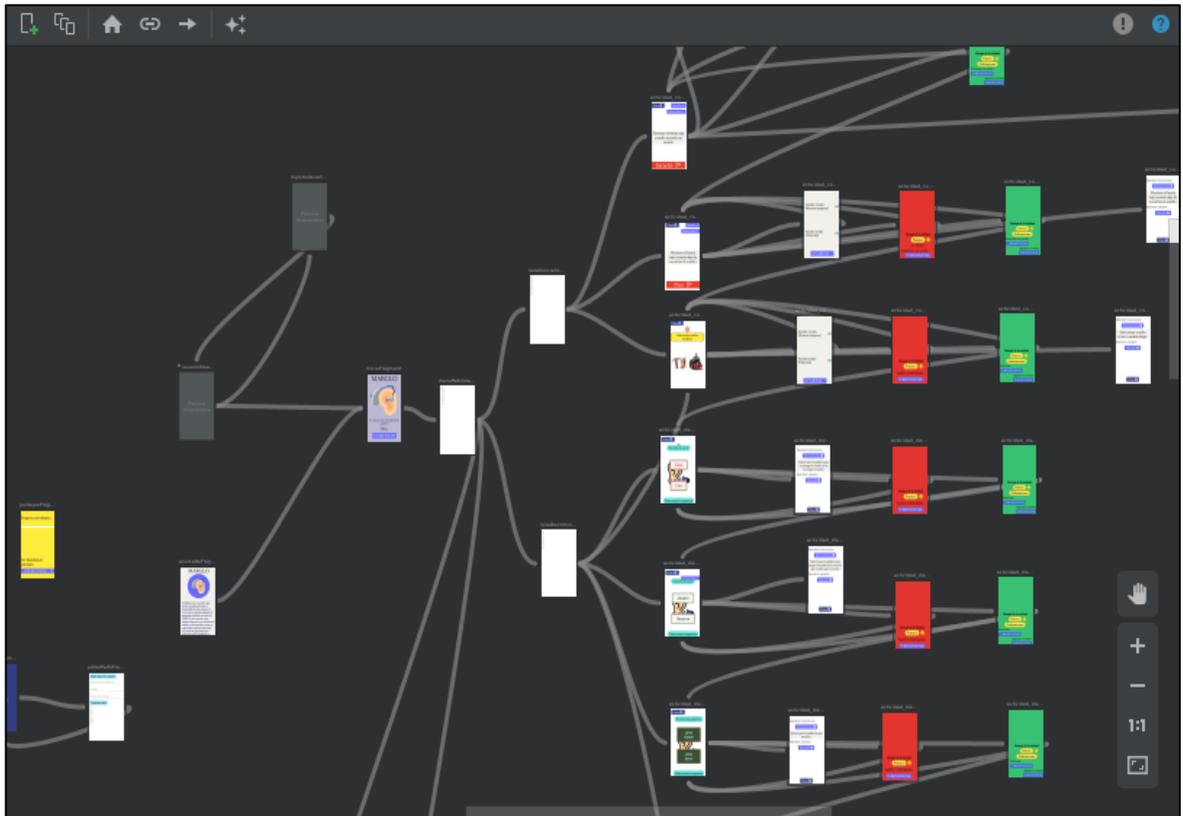


Imagen 4.16 Mapa de pantallas en el componente Navigation de Android Studio.

Para cada actividad se creó previamente un algoritmo de manera que se pudiera trazar un camino a realizar, implementando cada uno de los pasos, y verificando su correcto funcionamiento.

Para el almacenamiento de datos de la aplicación se usó 'SharedPreferences' y bases de datos SQLite. El primer método para guardar ciertos valores de manera temporal, y el segundo para guardar el historial de los puntajes de las actividades y los datos personales.

Las estadísticas se crearon mediante la librería de código abierto 'Matplotlib', que permite la visualización de datos mediante gráficas de diferente tipo.

Pruebas: En este caso, se corrigieron los errores de funcionamiento de las actividades, luego la aplicación fue probada por el grupo de estudiantes y docentes del programa de fonoaudiología, quienes identificaron otros errores, y también hicieron sus recomendaciones.

En esta parte de la implementación, también se aprueba los complementos de la aplicación, es decir, las demás secciones como 'Mi perfil', 'Mis puntajes', y 'Acerca de', y se comprueba que no se presenten errores en éstas.

Como resultado se logró una versión de la aplicación mucho más estable, pues al mismo tiempo pudo ser puesta a prueba en diferentes dispositivos sin obtener errores de ejecución. En este punto, ya la aplicación MARGLO se ha desarrollado completamente bajo lo previsto, por esta razón, se continúa con la fase de validación del instrumento y la prueba piloto con esta versión final del aplicativo.

4.3 RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN

En la fase de evaluación de la usabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados para medir la efectividad, eficiencia y satisfacción.

4.3.1 Efectividad

Se realizaron cuatro pruebas de las 16 actividades, todas sin presentar errores:

Prueba 1:

$$Efectividad = \frac{16}{16} * 100\% = 100\%$$

Prueba 2:

$$Efectividad = \frac{16}{16} * 100\% = 100\%$$

Prueba 3:

$$Efectividad = \frac{16}{16} * 100\% = 100\%$$

Prueba 4:

$$Efectividad = \frac{16}{16} * 100\% = 100\%$$

4.3.2 Eficiencia

De acuerdo a los tiempos obtenidos (Tabla 4.2), se calculó la eficiencia basada en el tiempo para cada una de las actividades, pero en este caso se obtuvo el valor en unidades de actividad/minuto:

Tabla 4.2 Resultados obtenidos de las pruebas de eficiencia.

	Tiempo prueba #1 [S]	Tiempo prueba #2 [S]	Tiempo prueba #3 [S]	Tiempo prueba #4 [S]	Eficiencia basada en el tiempo [actividades / min]
Actividad 1 Detección	82,8	83,1	78,7	86,4	0,73
Actividad 2 Detección	71,1	87,3	109,9	98,5	0,67
Actividad 1 Discriminación	328,9	362,2	370,6	417,6	0,16
Actividad 2 Discriminación	184,4	190,4	220,6	209,6	0,30
Actividad 3 Discriminación	183,2	194,8	209,9	208,3	0,30
Actividad 4 Discriminación	223,4	228,2	196,6	224,2	0,28
Actividad 5 Discriminación	198,6	236,6	202,2	212,1	0,28
Actividad 1 Identificación	314,2	356,6	298,1	301,1	0,19
Actividad 2 Identificación	120,3	148,16	149,6	135,5	0,44
Actividad 3 Identificación	122,8	127,4	130	132,2	0,47
Actividad 4 Identificación	157,1	163,6	145,2	169,9	0,38
Actividad 1 Comprensión	209,2	202,1	198,7	199,6	0,30
Actividad 2 Comprensión	193,2	185,2	190,8	197,5	0,31

Actividad 3 Comprensión	205,3	208,4	199,1	213,4	0,29
Actividad 4 Comprensión	118,3	128,6	125,5	130,5	0,48
Actividad 5 Comprensión	178,5	185,5	191,4	182,9	0,33

El tiempo en cada actividad depende de distintos factores como la duración de los sonidos reproducidos y la velocidad de respuesta del usuario. Por esta razón se estima que en la población objetivo, el tiempo gastado por actividad aumente.

4.3.3 Satisfacción

Para evaluar la satisfacción percibida del aplicativo, se tuvo en cuenta la información recolectada en la encuesta realizada por el grupo de fonoaudiólogas del Centro de Audición y Lenguaje de la Universidad del Cauca. A partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas, se elaboraron gráficas que indican el grado de satisfacción en la experiencia de usuario de los ocho adultos mayores que hicieron parte de la prueba piloto.

4.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LA APLICACIÓN

En la fase de validación se hicieron varios tipos de pruebas para encontrar errores de funcionamiento, y para mejorar aspectos de diseño que permitan que los adultos mayores puedan visualizar mejor los elementos y así aumentar la usabilidad de la aplicación.

Para tener un mejor diagnóstico de la aplicación, se realizaron pruebas en la plataforma de Firebase. Esto permite analizar la estructura de la interfaz de usuario, explorarla, y simular la actividad de un usuario automáticamente. Además

permite obtener diferentes informes con descripciones sobre el rendimiento de la aplicación y sus posibles errores.

Se realizó la prueba 'Robo' para cinco dispositivos físicos y diez dispositivos virtuales sin obtener errores. En general, el informe del rendimiento (Imagen 4.17) arrojó que el máximo de CPU utilizado por el dispositivo es de 45% y la RAM consumida de 400 kb. Estos son valores aceptables, pues el dispositivo no va a tener problemas de inestabilidad en la aplicación; además indica que dispositivos de baja memoria pueden ejecutar la aplicación sin inconvenientes:

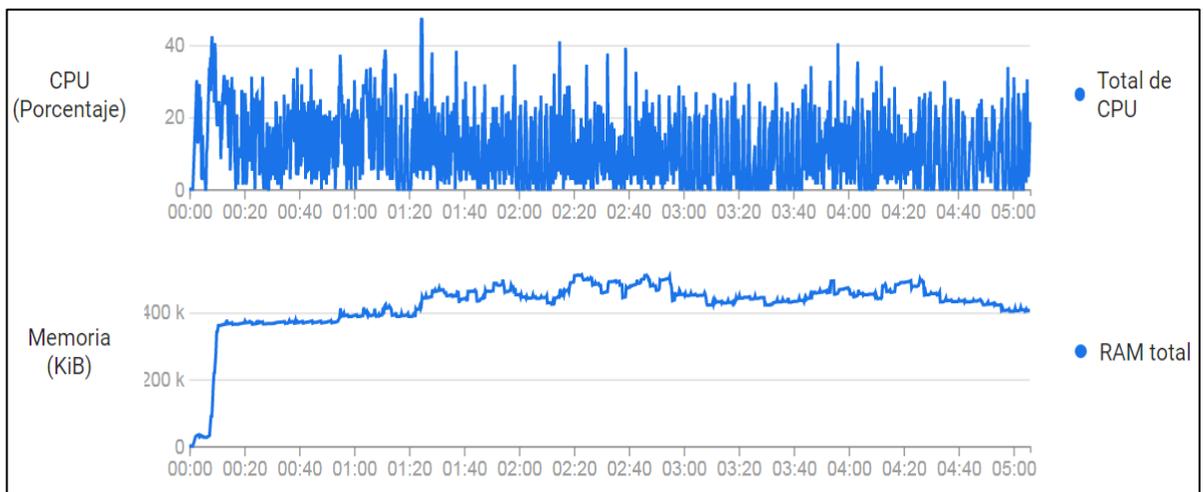


Imagen 4.17 Resultados de rendimiento de la prueba Robo en un dispositivo Samsung.

4.5 RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO

En este caso, el 100% de los pacientes declararon que la aplicación fue en general fácil de usar (Figura 4.18); ninguno tuvo inconvenientes con respecto al manejo de la interfaz de usuario. Cabe mencionar que algunas dificultades que presentaron fueron debidas a sus dificultades visuales o a su discapacidad auditiva, lo que no les permitía leer correctamente las instrucciones o diferenciar bien las imágenes en las respuestas; es por esta razón que es importante el diseño visual de la aplicación para que sea acorde a sus edades.

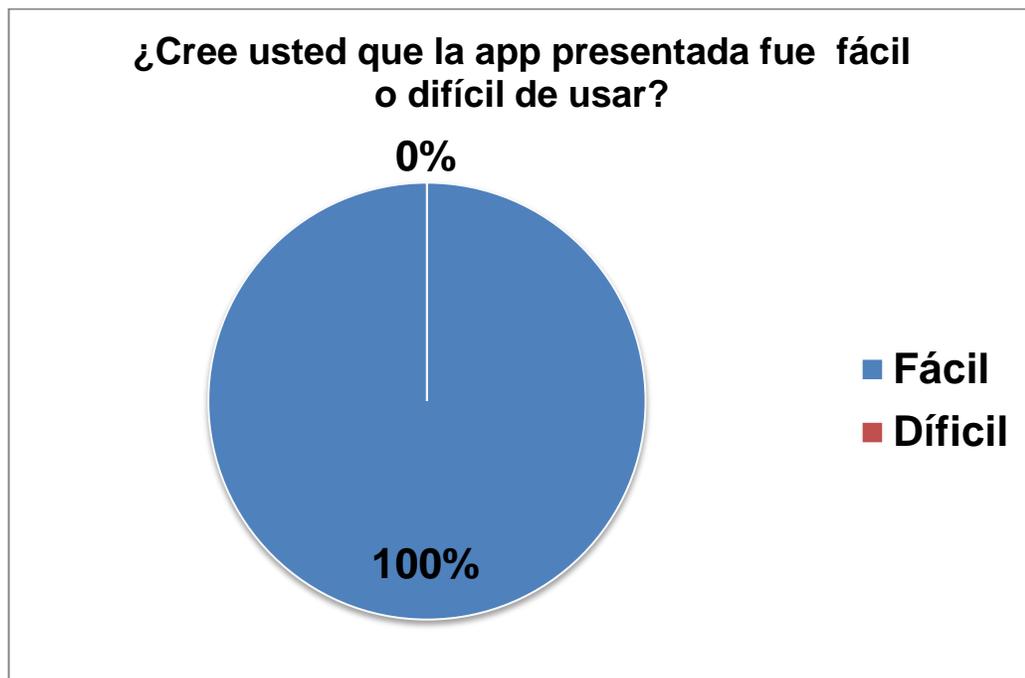


Figura 4.18 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar?

De los ocho participantes, tres manifestaron que las instrucciones o ayudas eran confusas y presentaron dificultad para entender y ejecutar correctamente al menos una de las actividades (Figura 4.19). En este caso, se discutió con las profesionales de fonoaudiología una mejor forma de redactarlas para que las instrucciones fueran más cortas y sencillas de entender.

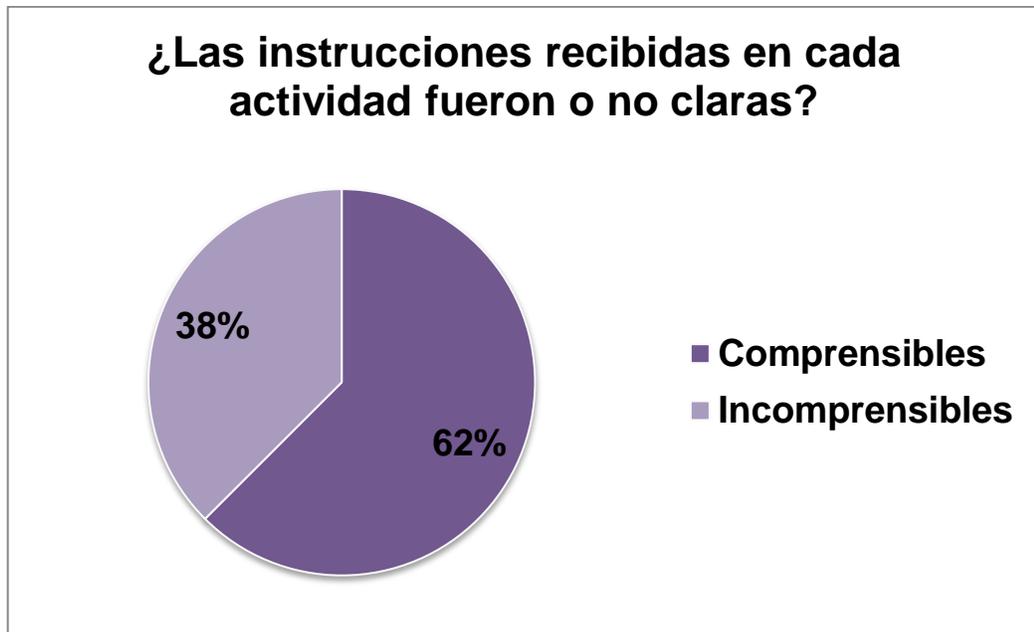


Figura 4.19 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras?

Sobre el tiempo para realizar las actividades, dos de los participantes comentaron que era insuficiente (Figura 4.20) porque tenían problemas para leer rápidamente o para visualizar y comprender las imágenes. Inicialmente las actividades tenían un tiempo de respuesta de 30 segundos, pero debido a dificultades presentadas este tiempo de respuesta se amplió hasta los 60 segundos.

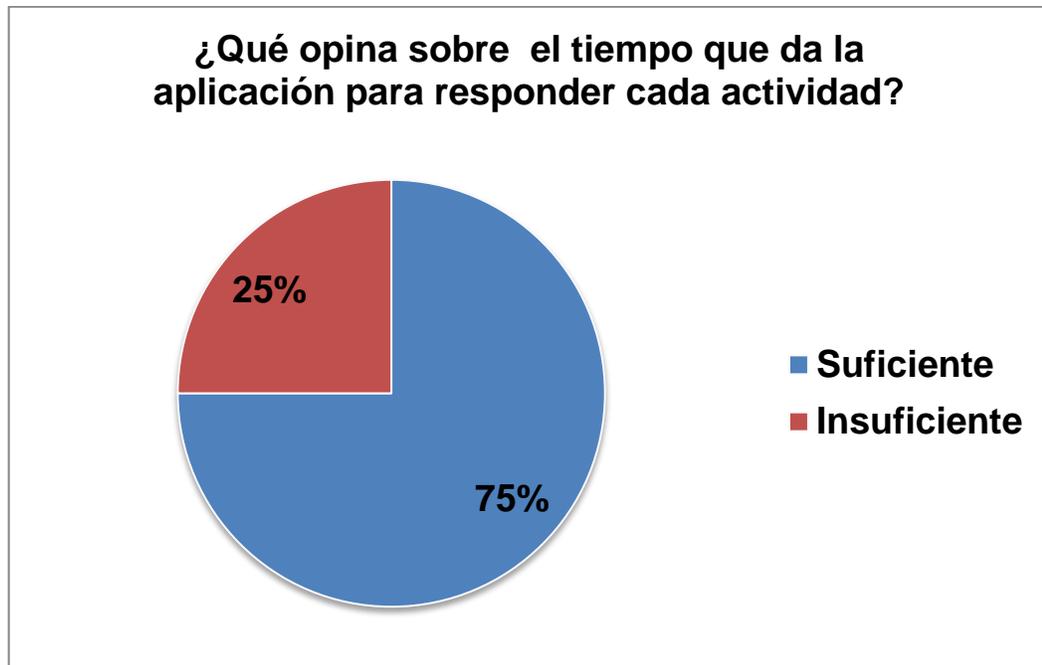


Figura 4.20 Resultados obtenidos a la pregunta ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

Para categorizar la percepción de los usuarios adultos mayores participantes de la prueba piloto, las estudiantes del programa de fonoaudiología realizaron la siguiente tabla (Tabla 4.3) de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta realizada (Anexo 3).

Tabla 4.3 Tabla de categorización.

ASPECTO INDAGADO	CATEGORÍA DEDUCTIVA	RELATOS
<p>¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación?</p>	<p>Percepción sobre el beneficio del uso de la aplicación.</p>	<p>A1: “pues... para escuchar bien y hacer las cosas bien y a veces que palabras que no se escuchan entonces... a veces se le va, entonces ahí es”.</p> <p>A2: “pienso podría aumentar el entendimiento, espero. Sí, es entender que es lo que me cuesta trabajo a veces, se mejora”.</p> <p>A4: “es una solución a la necesidad que tiene el cliente”.</p> <p>A5: “pues me parece muy buena porque uno puede comunicarse con las demás personas con mayor facilidad y poder entender las órdenes que le dan los superiores a uno en el trabajo, me parece bien”.</p> <p>A7: “el uso de esta aplicación me va a beneficiar en que voy a mantener ocupado el cerebro, me voy a concentrar en lo que tengo que hacer...”.</p>
	<p>Percepción de necesidad de seguir usando la aplicación.</p>	<p>A2: “me interesa y estoy aquí precisamente por eso”.</p> <p>A3: “se puede aplicar para las personas que tienen dificultades del oído”.</p>

<p>¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿Por qué?</p>	<p>Percepciones respecto al fácil uso de la aplicación</p>	<p>A1: “es fácil, es muy fácil. y si pues...hay palabras que son bastantes y hay que tener mucho más, he concentrado”.</p> <p>A2: “Es fácil, es fácil de usar”.</p> <p>A3: “fue muy fácil, me pareció muy sencilla, pues porque considero que yo estoy en mis cinco sentidos bien”.</p> <p>A4: “es fácil, pero hay algunas cosas, por ejemplo que se necesita que, que le vocalicen más a uno”.</p> <p>A5: “la aplicación me parece muy buena, es fácil de usar y es un buen ejercicio, es un buen ejercicio para la audición”.</p> <p>A6: “fácil más bien”.</p> <p>A7: “fue fácil”.</p> <p>A8: “me parece que fue fácil”.</p>
	<p>Percepciones respecto al difícil uso de la aplicación</p>	<p>A1: “en lo de las palabras lo que ellas dicen ahí, entonces toca que concentrarse y decirlas, con lo que dice ahí”.</p> <p>A4: “es muy rápido lo que dicen ahí es difícil de captar”.</p>
<p>¿Cuál es su opinión acerca de la App?</p>	<p>Experiencias positivas acerca de la aplicación MARGLO.</p>	<p>A1: “eso es muy bueno, eso es muy bueno la aplicación ahí... y uno va con eso y aprendemos muchas cosas”.</p> <p>A2: “no pues, no conocía una aplicación de esa manera y puede que sea una gran ayuda”.</p> <p>A5: “la aplicación es muy buena, porque uno aprende a diferenciar los sonidos y a distinguir las diferentes actividades que uno hace”.</p> <p>A6: “si es bueno porque lo obliga a uno como a memorizar, ¿no?”.</p>
	<p>Experiencias negativas acerca de la aplicación MARGLO.</p>	<p>A8: “me parece que hay muchas instrucciones y a la hora es lo mismo, escuchar y seleccionar, entonces me parece que con pocas instrucciones sería más fácil”.</p>

<p>¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?</p>	<p>Percepciones respecto a las imágenes contenidas en la aplicación</p>	<p>A1: “las imágenes muy buenas, hay unas que pues, unas que aparecían y otras que no... de todas formas a veces que se vayan, así se da cuenta de todo”.</p> <p>A2: “las imágenes están bien, están de acuerdo con la instrucción”.</p> <p>A3: “si, que están muy claras, expresas y determinadas”.</p> <p>A4: “muy buenas, porque se entienden fácil”.</p> <p>A5: “me parecen muy buenas, me parecen buenas la imágenes, si, son importantes porque dan una ayuda visual que sirven para coordinar el oído”.</p> <p>A6: “si, esas sí me parecieron bien”.</p> <p>A7: “me parecieron bien, sencillas, no están tan complicadas”.</p>
<p>¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?</p>	<p>Percepciones respecto a los sonidos contenidos en la aplicación.</p>	<p>A1: “hay unas palabras que decían con la “e” con la “i” a veces se combinaban, como a veces aproximaban bien entonces tocaba escuchar un poquito más claro la “i” la “a”.</p> <p>A2: “están bien, solamente en algunos, como le indiqué en algunos sonidos, la voz está muy baja y la modulación, se puede mejorar”.</p> <p>A3: “están muy bien determinadas y claras”.</p> <p>A4: “muy bien”.</p> <p>A5: “son adecuados y porque uno aprende ahhh... aprende, puede diferenciarlos del uno al otro, por ejemplo el sonido de una moto con el sonido de una licuadora, el sonido de la locomotora con el sonido de la moto, son diferentes, entonces uno puede captar la diferencia”.</p> <p>A6: “al principio me dio como trabajo pero después, si, ya me parecieron bien”.</p> <p>A7: “los sonidos fácil de descubrirlos, de identificarlos diría yo mejor”.</p> <p>A8: “algunos creo que no están muy claros por ejemplo el del perro que dice que tengo que parar cuando, cuando deja de, cuando para el sonido y el perro hace una pausa y después sigue entonces no sé exactamente donde tengo que parar”.</p>

<p>¿Las ayudas que se le presentaron en la App fueron suficientes? sí o no ¿por qué?</p>	<p>Percepciones respecto a las ayudas contenidas en la App.</p>	<p>A5: “sí, pues suficientes no, me parece que sería como, son más importantes pero me parece que deberían ser como más extensas”.</p>
<p>¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?</p>	<p>Experiencias acerca de las instrucciones dadas en las actividades.</p>	<p>A1: “la instrucción es muy buena y pues las instrucciones son muy claritas y es muy fácil ¿no? Ya con las que hice ahí que, por medio de que ha estudiado se da cuenta todo lo que uno ha visto”.</p> <p>A3: “son sencillas, prácticas y muy comprensibles”.</p> <p>A4: “pues es como muy difícil, o sea responder eso, yo lo entendí perfectamente pero para tomarse uno el campo de la demás gente es como complicado”.</p> <p>A5: “las instrucciones claras, muy claras, me parecen muy claras y pues la actividad por los sonidos uno aprende a diferenciarlos”.</p> <p>A6: “sí, al principio como que dudaba como un poquito pero ya”.</p> <p>A8: “creo que no son muy claras, por ejemplo en el de... la frase corta y larga como le cambian la pregunta entonces uno se confunde aunque hubiera escuchado bien y sabe cuál es el largo pero a la hora de responder se equivoca. En la pregunta de selección el singular, plural y lo del diptongo o la vocal debería ser más claro o sea no necesitamos saber que es singular, plural sino simplemente seleccione lo que corresponda y ya”.</p>

<p>¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?</p>	<p>Percepciones sobre el tiempo destinado para cada actividad.</p>	<p>A1: “bien, excelente, pues ahí el tiempo correcto bien, no había dificultades de... más o menos uno se defiende, sí”.</p> <p>A2: “bien, yo creo que es suficiente”.</p> <p>A3: “está perfecto, porque uno puede responder con tiempo”.</p> <p>A4: “muy rápido y muy cómo simplificado, uno siempre necesita. Eso se entiende que es para gente de edad; uno necesita que le vocalicen más y que sea más durito”.</p> <p>A5: “es apenas el tiempo necesario que dan para para poder responder, es justo porque más tiempo entonces ya sería como falta de un ambiente más tranquilo en el que uno se encuentra y no le distrae el oído”.</p> <p>A7: “en alguno puntos es muy corto, porque aparecen varias figuras y uno como que no está ahí bien concentradito entonces se le dificulta pero bien”.</p>
<p>Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?</p>	<p>Sugerencias que los usuarios atribuyen para modificar la aplicación.</p>	<p>A1: “para cambiar, no, ninguna, todos están bien”.</p> <p>A2: “incrementar un poco el tono de la voz de algunas preguntas, la modulación de algunas preguntas también. Yo creo que con eso ya es más aplicable.”</p> <p>A3: “no, porque está sencilla yo pienso que está bien”.</p> <p>A4: “el que es más difícil por la cuestión de tiempo es la selección de los objetos, cuando pasan varios objetos y uno a esta edad ya le falla la vista todo entonces se le complica más a uno entender, captar bien las imágenes”.</p> <p>A5: “¿cambiar? no, creo que no, el examen está muy bien y las, la aplicación está muy bien”.</p> <p>A6: “no, no le cambiaría nada, ¡no!, está bien”.</p> <p>A7: “a ver yo digo que le cambien, no, para mi está bien”.</p> <p>A8: “me parece que lo de arrastrar de un lado a otro sobra debería ser solo seleccionar es más fácil y más práctico y lo de las instrucciones pienso que hay muchas actividades que se pueden incluir en una sola instrucción”.</p>

CAPITULO 5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES

- La adherencia al uso de audífonos en adultos mayores se puede mejorar con un proceso de rehabilitación en el cual se puede incluir la aplicación móvil MARGLO, ya que ésta sirve como herramienta para el entrenamiento de las principales habilidades auditivas a través de sencillas actividades, donde se le presentan al usuario imágenes y sonidos relacionados con la vida diaria de las personas.
- Se adaptó parte del programa auditivo secuencial DASL II a un formato digital mediante una aplicación para dispositivos móviles Android. Esta adaptación se realizó con la participación de estudiantes y docentes del programa de Fonoaudiología de la Universidad del Cauca, dando como resultado un total de 16 actividades para el entrenamiento de las habilidades auditivas de detección, discriminación, identificación y comprensión, las cuales presentan un nivel de complejidad adaptada para el uso y desarrollo por parte de los adultos mayores, favoreciendo así la rehabilitación auditiva y la comunicación de estas personas.
- Se desarrolló el software funcional en lenguaje JAVA para la aplicación móvil MARGLO. Éste se realizó bajo una metodología incremental en tres incrementos, y consta de una 'activity' y más de 80 'fragments' que representan las diferentes pantallas, las cuales se pueden administrar mediante el componente 'Navigation' de Android Studio. Además, se utilizaron bases de datos SQLite para guardar la información, y un total de más de 300 imágenes y 300 sonidos en el desarrollo de las actividades de rehabilitación auditiva. Finalmente, en la fase de validación se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento y rendimiento junto con los profesionales

de fonoaudiología, y herramientas de prueba de Firebase sin obtener errores.

- La eficacia del aplicativo MARGLO se evaluó mediante una prueba piloto con ocho adultos mayores usuarios de audífonos de la IPS Centro de Audición y Lenguaje de la ciudad de Popayán. Se observó un impacto positivo en los participantes, ya que su percepción acerca de la aplicación fue buena y se mostraron abiertos a su uso, dada la necesidad de mejorar su comunicación en los entornos familiares, sociales y laborales.
- El acceso a las nuevas tecnologías ha ido aumentando gradualmente en los últimos años, por ello, con el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a la terapia de rehabilitación auditiva como MARGLO, se exploran nuevas posibilidades de ayudas técnicas en el campo de los servicios terapéuticos, contribuyendo al enriquecimiento investigativo de nuevas herramientas para el entrenamiento y rehabilitación de problemas relacionados con la salud pública. Adicionalmente, se facilita una mayor cobertura en el servicio de rehabilitación y auto - rehabilitación especialmente a usuarios que no cuentan con los recursos económicos, de tiempo, o que no pueden trasladarse hasta las IPS, para recibir de forma personal terapias de rehabilitación auditivo verbal. De esta forma, se llevan a cabo acciones colaborativas entre la Universidad, Estado y la empresa, que ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad de la región.

5.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Desarrollar una estrategia para implementar un servicio web que permita conectar la aplicación MARGLO a través de internet y de esta forma, poder visualizar en tiempo real el contenido e historial de progreso de los usuarios. De este mismo modo, agregar más imágenes, sonidos,

incluir voces femeninas y masculinas. Aumentar la dificultad de las actividades mediante la simulación de ambientes ruidosos; todo ello con el fin de mejorar el contenido y dinámica de las actividades y poder implementar terapias personalizadas para cada uno de los pacientes.

- Para que este aplicativo tenga una aceptación científica es imprescindible seguir un riguroso proceso de validación que consta de al menos cuatro pasos: realizar una prueba del instrumento, ejecutar una prueba piloto, realizar un análisis de componentes y verificar la consistencia de la encuesta. En este trabajo se llevaron a cabo los dos primeros pasos, por lo tanto, es necesario realizar los últimos pasos para terminar con la validación de la herramienta. Al conseguir esto, se podrá garantizar que la encuesta es confiable y se podrá obtener un análisis más detallado del comportamiento, y de la percepción de los usuarios del aplicativo MARGLO.
- Es necesario realizar una nueva revisión por parte de los profesionales en fonoaudiología con el fin de evaluar los cambios hechos en el aplicativo MARGLO a partir del plan de mejora propuesto en la prueba piloto y las sugerencias de los usuarios.
- Ampliar la población objetivo para realizar nuevas investigaciones que permitan observar el comportamiento de usuarios no sólo de audífonos, sino también de implantes cocleares, y además ampliar el rango de edad a niños, jóvenes y adultos, realizando la respectiva validación para asegurar la confiabilidad de la investigación. De esta forma se impulsa el conocimiento en nuevas tecnologías de auto-rehabilitación auditiva.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Organización Mundial de la Salud, *Addressing the rising prevalence of hearing loss*, 2018. [Online] Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260336/9789241550260-eng.pdf> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [2] Bess, FH, Lichtenstein, MJ, Logan, SA, Burger, MC y Nelson, E. “La deficiencia auditiva como determinante de la función en el anciano”, *Revista de la Sociedad Estadounidense de Geriátría*, no. 37 (2), pp.123–128, 1989. [Online] Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1989.tb05870.x> [Accedido: 24 de julio de 2022].
- [3] F. Cardemil Morales, “Adherencia al uso de audífonos en adultos mayores con hipoacusia: un ensayo clínico aleatorizado y consideraciones para la definición programática”, Tesis de doctorado en salud pública, Universidad de Chile, Chile, 2016. [Online] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162020000400417> [Accedido: 24 de julio de 2022].
- [4] “Minimo”. [Online] Disponible en: <https://minimo-app.com/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [5] National Institutes of Health, “¿Cómo oímos?”, 2015. [Online] Disponible en: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/como-oimos> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [6] E. Martínez Celdrán, *El sonido en la comunicación humana. Introducción a la Fonética*. Barcelona: Octaedro. 1996.
- [7] National Institutes of Health, “Pérdida de audición en los adultos mayores”, 2016. [Online] Disponible en: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-en-los-adultos-mayores> [Accedido: 19 de julio de 2022].

- [8] I. Mackenzie, A. Smith, “Deafness — the neglected and hidden disability”, *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, Vol. 103, No. 7, pp. 565–571, 2009.
- [9] C. Díaz, M. Goycoolea, F. Cardemil, “Hipoacusia: Trascendencia, Incidencia y Prevalencia”, *Revista Médica Clínica Las Condes*, Vol. 27, Issue 6, pp. 731-739, 2016.
- [10] Y. Lozano, C. Rivera, L. Vargas, “Rehabilitación auditiva en adultos mayores usuarios de audífonos”, Trabajo de grado, Corporación Universitaria Iberoamericana, Bogotá, 2017. [Online] Disponible en: <http://repositorio.ibero.edu.co/handle/001/409> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [11] “Características y funciones de los audífonos”. [Online] Disponible en: <https://auditivatek.com/caracteristicas-y-funciones-de-los-audifonos/> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [12] “Los Implantes De Cóclea”. [Online] Disponible en: <https://www.childrensmn.org/educationmaterials/parents/article/10549/los-implantes-de-coclea/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [13] O. Gómez, *Audiología Básica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2006. [Online] Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7199> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [14] G. Stout, J. Windle, *Desarrollo Auditivo en Secuencia Lógica II*. Houston: Cochlear Americas, 2009.
- [15] C. Parra, A. Castellanos, L. Pardo, “Ambientes interactivos mediados por las tic: innovación del desarrollo auditivo y comunicativo de la población con deficiencia auditiva”, *Ingeniería e Innovación*, Vol. 5, no. 1, 2017. [Online] Disponible en: <https://doi.org/10.21897/23460466.1099> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [16] E. Maida, J. Pacienza, “Metodologías de desarrollo de software”, Tesis de grado, Universidad Católica Argentina, 2015. [Online] Disponible en:

<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/522> [Accedido: 19 de julio de 2022].

- [17] “Método incremental”. [Online] Disponible en: <https://sites.google.com/site/intelisoft2016/metodo-incremental> [Accedido: 29 de julio de 2022].
- [18] “About App Inventor”, *App Inventor*, 2010. [Online] Disponible en: <https://web.archive.org/web/20100811023417/http://appinventor.googlelabs.com/about/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [19] “Introducción a Android Studio”, *Android para desarrolladores*. [Online] Disponible en: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [20] M. Juganaru, *Introducción a la programación*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria, 2014. [Online] Disponible en: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384154.pdf> [Accedido: 19 de julio de 2022].
- [21] “Java”, *Tech Terms*, 2012. [Online] Disponible en: <https://techterms.com/definition/java> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [22] M. Muñoz, “Desarrollo de una aplicación móvil mediante Xamarin para el apoyo a terapeutas en la rehabilitación cognitiva de pacientes”, Trabajo de grado, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2018. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/32990> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [23] A. Piegari, “Desarrollo de dispositivo electrónico de bajo costo para evaluar localización de fuentes sonoras”, Trabajo de grado, Universidad Nacional de Tres de Febrero, 2017.
- [24] P. Brazell, “Programa de entrenamiento musical para usuarios de implantes cocleares”, Trabajo de grado, E.T.S.I. y Sistemas de Telecomunicación (UPM), Madrid, 2017. [Online] Disponible en: <https://oa.upm.es/52493/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [25] L. Sampedro, “Diseño e implementación de un videojuego terapéutico para problemas asociados con el déficit de atención”, Trabajo de grado,

E.T.S.I. y Sistemas de Telecomunicación (UPM), Madrid, 2018. [Online] Disponible en: <https://oa.upm.es/54893/> [Accedido: 21 de julio de 2022].

- [26] A. Chasiliquín, “Desarrollo de una aplicación de discriminación auditiva para personas con discapacidad intelectual para el centro educativo INSFIDIM mediante experiencia de usuario”, Trabajo de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2018. [Online] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19563> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [27] O. Sarmiento, D. Valdeblánquez, “AIUTA: software de apoyo a las terapias de logogenia en niños sordos de 8 a 12 años”, Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2010. [Online] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/7517> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [28] E. Parra, L. Barbosa, “Implementación de un sistema interactivo para la rehabilitación de niños con implante coclear”, Trabajo de grado, Universidad de la Salle, Bogotá, 2015. [Online] Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/22 [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [29] S. González, “Desarrollo de una aplicación con procesamiento de audio para entrenamiento auditivo”, Trabajo de grado, Universidad de San Buenaventura, Bogotá, 2016. [Online] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10819/7177> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [30] C. Prada, “Implementación de un prototipo de aplicación móvil en plataforma Android para el aprendizaje del lenguaje de señas colombiano”, Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, 2020. [Online] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/12047> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [31] J. Caiza, K. Villalba, “Estrategia inclusiva mediada por TIC para el mejoramiento de la comunicación de personas en condición de discapacidad auditiva y vocal”, *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, no. E23, 2019. [Online] Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2348877488> [Accedido: 21 de julio de 2022].

- [32] A. Anaconca, K. Villalba, G. Chanchí, “Hero Test: herramienta interactiva de tamizaje”, *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, no. E27, 2020. [Online] Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2385756608> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [33] L. Rincón, J. Villay, J. Martínez, A. Castillo, A. Portilla, A. Navarro, “Un videojuego para apoyar la terapia del lenguaje: el caso de la descripción estática”, *IX Congreso Iberoamericano de Tecnología de Apoyo a la Discapacidad*, Bogotá, Colombia, 2017.
- [34] M. Sierra, G. Alvarez, D. Linares, J. Martínez, “SATReLO: A tool to support language therapies for children with hearing disabilities using video games”, *Revista Facultad De Ingeniería, Universidad De Antioquia*, no. 99, 2021. [Online] Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200586> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [35] C. Manresa-Yee, R. Mas-Sansó, S. Cano, “Juego serio para entrenar habilidades auditivas en niños con discapacidad auditiva”, *Revista Colombiana de Computación*, Vol. 19, no. 1, 2018. [Online] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/8843> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [36] “Cocleando”. [Online] Disponible en: <http://www.cocleando.com/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [37] “New Cochlear CoPilot app to help adults improve hearing outcomes through skills training”, *Cochlear*, 2021. [Online] Disponible en: <https://www.cochlear.com/ca/en/corporate/media-center/media-releases/2021/new-cochlear-copilot-app> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [38] “Hearoes”. [Online] Disponible en: <https://www.games4hearoes.com/> [Accedido: 21 de julio de 2022].
- [39] International Test Commission, *The ITC Guidelines for Translating and Adapting Tests (Second edition)*. 2017. [Online] Disponible en:

https://www.intestcom.org/files/guideline_test_adaptation_2ed.pdf

[Accedido: 24 de julio de 2022].

- [40] F. Ahumada, “Reconocimiento de Posicionamiento Y Direccionamiento De lego robot a través de OpenCV.”, Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica De Valparaíso, Chile, 2015. [Imagen] Disponible en: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-5000/UCD5098_01.pdf [Accedido: 22 de noviembre de 2022].
- [41] “Pasos para validar un instrumento de investigación”. [Online] Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/pasos-para-validar-un-instrumento-de-investigacion/> [Accedido: 24 de julio de 2022].
- [42] “Calidad del software”. [Online] Disponible en: <https://cs.uns.edu.ar/~virginia.cuomo/calidad-2016/downloads/CalidadSW-2016-Teoria06-ISO%209126.pdf> [Accedido: 24 de julio de 2022].
- [43] “Usability Metrics – A Guide To Quantify The Usability Of Any System”. [Online] Disponible en: <https://usabilitygeek.com/usability-metrics-a-guide-to-quantify-system-usability/> [Accedido: 24 de julio de 2022].

ANEXOS

- **ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE DIRECTORA CENTRO DE AUDICIÓN Y LENGUAJE**

Popayán 18 de febrero del 2021

Doctora:
Erica Uribe Hurtado
Directora Centro de Audición y Lenguaje
Centro médico Palmares

Ref: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR EL TRABAJO DE CAMPO CON FINES ACADÉMICOS E INVESTIGATIVOS

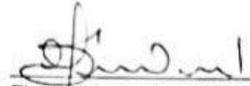
Cordial saludo

Por medio de la presente, como estudiantes de X semestre de Fonoaudiología de la Universidad del Cauca, nos permitimos dirigirnos a usted, con el fin de solicitar muy respetuosamente el acceso a las instalaciones del consultorio (Centro de Audición y Lenguaje), así mismo a los datos audiológicos correspondientes a los pacientes con adaptación de audífonos del rango de edad 65 a 90 años, desde el año 2021 fue actualmente se encuentran en control auditivo. Dichos usuarios serán informados mediante un consentimiento y que con dicha aceptación serán partícipes en el proyecto denominado: **PLAN DE MEJORA AL APLICATIVO MARGLO A PARTIR DE LAS PERCEPCIONES DE LOS ADULTOS MAYORES USUARIOS DE AUDÍFONOS**, el cual tiene como objetivo Reconocer las percepciones de los adultos mayores usuarios de audífonos sobre el aplicativo MARGLO con miras a elaborar plan de mejora para este instrumento de rehabilitación auditiva, dirigido por las Fonoaudiólogas Marcela Jaramillo Leiton y Gloria Esperanza Daza, asesoras de Investigación de la Universidad del Cauca. Dicha actividad se realizará en los días y horas acordadas por las partes, a los cuales asistirán 2 estudiantes por día, de acuerdo a la disponibilidad de las mismas, Además teniendo en cuenta los protocolos de Bioseguridad adoptados por el centro, así como también el uso de los elementos de protección individual que son asumidos por las estudiantes practicantes, esto con el fin de mitigar, controlar y realizar un manejo adecuado de la pandemia por COVID-19.

Cabe aclarar que la actividad mencionada se realizará con fines académicos, dentro de la confidencialidad profesional.

Por otro lado, anexamos consentimiento informado presentado a los usuarios seleccionados y lo ponemos a su conocimiento.

Agradecimientos, esperamos una respuesta positiva.



Fga. Marcela Jaramillo Leiton
Asesora



MG. Fga. Gloria Daza
Asesora

Estudiantes IX semestre de Fonoaudiología



Catherine Johana López Benavides



Daniela Burbano Portilla



Andrea Gómez S.

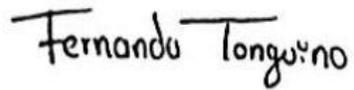
Deily Andrea Gomez Sanchez



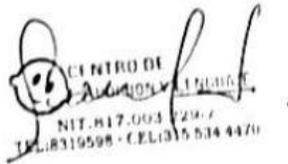
Elia Elizabeth Casanova Basante



Leidy Isabel Benavides Hernández



Maria Fernanda Tonguino Mensucue



CENTRO DE
Aprendizaje
NIT. 817.003.829-7
TEL. 8319598 - CEL. 315 534 4470

- **ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Proyecto: “Plan de mejora al aplicativo Marglo a partir de las percepciones de los adultos mayores usuarios de audífonos”

CONSENTIMIENTO INFORMADO

<i>LUGAR</i>	<i>FECHA</i>	<i>DIA</i>	<i>MES</i>	<i>AÑO</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>ENCUESTADOR</i>

Entiendo que se me ha pedido que participe como sujeto en una investigación: “Plan de mejora para el aplicativo Marglo a través de las percepciones de los adultos mayores usuarios de audífonos”, bajo la dirección de la Fonoaudióloga Marcela Jaramillo Leiton docente del departamento de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Cauca, con las estudiantes Catherine Lopez, Isabel Benavides, Eliana Casanova, Andrea Gomez, Maria Fernanda Tonguino, Daniela Burbano, y los docentes: Gloria Daza y Rubiel Vargas.

PROPÓSITO: El propósito del estudio es: Proponer planes de mejora al aplicativo MARGLO a través del pilotaje con adultos mayores usuarios de audífonos.

PROCEDIMIENTOS: Si decido participar en el estudio una vez haya firmado el consentimiento informado y cumpla con los criterios de inclusión, entiendo que:

Se me realizará unas pruebas específicas, que tendrán una duración máxima de 1 hora donde se abarcará los siguientes pasos:

1. Identificar mis datos personales.
2. Identificar antecedentes auditivos.
3. Recibir información general sobre el aplicativo MARGLO.
4. Desarrollar las actividades contenidas en el aplicativo MARGLO.
5. Realizar entrevista estructurada respecto al aplicativo presentado.

NÚMERO DE PARTICIPANTES: el número de participantes será $n = 8$

BENEFICIOS AL SUJETO: sin embargo, yo no recibiré beneficios económicos directos, como resultado de mi participación. Los datos obtenidos serán confidenciales y los que correspondan a mi participación me podrán ser revelados en caso de ser solicitados.

BENEFICIOS A LA SOCIEDAD: la implementación de las herramientas tecnológicas posibilitará el aumento de la cobertura y oportunidad de servicios de rehabilitación auditiva especialmente para el paciente rural. La adaptación de las ayudas técnicas, aumentará la adherencia a los audífonos al asociar el proceso de rehabilitación al dispositivo médico. Así, se dará un uso más eficiente a los recursos del sistema de salud.

RIESGOS POR PARTICIPACIÓN: entiendo que mi participación en el estudio no presenta ningún tipo de riesgo potencial.

CONFIDENCIALIDAD: entiendo que los datos personales y/o clínicos que suministre serán identificados con un código para proteger mi nombre y datos personales y que estos no podrán ser utilizados para ningún tipo de discriminación. Esta información será mantenida por los investigadores bajo estricta confidencialidad conforme a la Ley.

ASPECTOS ETICOS LEGALES: como lo estipula la Resolución 008430 de 1993, por lo cual, se establecen normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, los resultados no serán utilizados para ningún tipo de discriminación racial, política, laboral, poblacional, económica, religiosa, ni de ninguna índole. Además los registros de las audiometrías, campo libre y logaudiometría, solo serán utilizados para el propósito de este estudio y no podrán ser utilizados para otras investigaciones científicas, ni de ninguna índole.

CLÁUSULAS ESTÁNDAR:

- Entiendo que el consentimiento voluntario es requerido para todas las personas participantes del proyecto, y que este debe ser firmado por cada uno de ellos o por su representante legal.
- Los procedimientos principales, han sido expuestos y me los han explicado en un lenguaje que yo pueda entender.
- Los datos tomados sólo serán utilizados para los propósitos de esta investigación y de ninguna otra.
- Me han explicado los beneficios de este estudio.
- Me han ofrecido responder todas las preguntas que yo pueda tener acerca de los procedimientos que se me realizarán antes de ingresar al estudio.

- Me han explicado que me podré retirar en cualquier momento del estudio, sin que ello me acarree perjuicio alguno.
- Nosotros tenemos el derecho a la privacidad y la confidencialidad de toda la información obtenida con relación a este estudio.
- La información obtenida de este estudio que pueda identificarse será solo conocida por el director del proyecto Marcela Jaramillo, quien podrá tener acceso a los datos de mi historia en caso de ser estrictamente necesario. Los resultados de este estudio pueden ser divulgados en eventos nacionales y/o internacionales o ser publicados en revistas científicas sin identificar mi nombre. Además tendré derecho a conocer los resultados. Si tengo una pregunta durante o después del procedimiento puedo contactar a la Fonoaudióloga Marcela Jaramillo, al teléfono: 3173515829.

Acepto voluntariamente mi participación como sujeto de investigación en el proyecto antes mencionado. Entiendo que se me dará una copia de este documento.

Firma: Nombre del participante

c.c:

Firma: Nombre del testigo No. 1

c.c:

Usando un lenguaje apropiado y comprensible he discutido este proyecto y los puntos anteriores con el representante autorizado del sujeto.

Firma del Director del proyecto.

ANEXO 3. ENTREVISTA DEL USO DEL APLICATIVO MARGLO

Fecha de entrevista: Hora: N°

Nombre Completo:

Edad: Sexo: M_____ F_____

Fecha de nacimiento: Profesión:

Eps: Teléfono:

Dirección:

Diagnóstico:

Unilateral — Bilateral —

Etiología o posible causa:

N° audífono:

Rehabilitación Auditiva: Si — No — Tiempo:

Audífono dañado ¿hace cuánto?

Dispositivo Móvil: Si — No —

¿Qué considera usted que le produjo la pérdida auditiva?

Preguntas

1. ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?
2. ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿por qué?
3. ¿Cuál es su opinión acerca de la App?
4. ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?
5. ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?
6. ¿Las ayudas que se le presentaron en la App fueron suficientes? sí o no ¿por qué?

7. ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿por qué?
8. ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?
9. Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

RESPUESTAS DE LA ENTREVISTA

E: ENTREVISTADORA

A1: ENTREVISTADO

Entrevista 1

Código: A1

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación?

1. **A1:** “mmm bueno. ¿ehh de la aplicación? es muy importante. sí. esta e lo... pues... para escuchar bien y hacer las cosas bien. y a veces que...palabras que no se escuchan entonces... a veces se le va, entonces ahí es. y eso es todo.”

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿Por qué?

2. **A1:** “No. es fácil, es muy fácil. y si pues...hay palabras que son bastantes y hay que tener mucho más, he concentrado. en lo de las palabras lo que ellas dicen ahí, entonces toca que concentrarse y decirlas, con lo que dice ahí. Listo.”

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A1:** “Eso es muy bueno, eso es muy bueno la aplicación ahí... y uno va con eso y aprendemos muchas cosas. Listo.”

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A1:** “las imágenes muy buenas, hay unas que pues, unas que aparecían y otras que no...de todas formas a veces que se vayan, así se da cuenta de todo.”

E: cuando usted dice que no correspondía, se refiere a, ¿a qué?

- 4.1. **A1:** "a que a veces decimos una palabra y eran otras cosas entonces, si son incorrectas pues, pues bueno ahí ya se corrige." ¿No?"

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A1:** “¿los audios? ehh también hay unas palabras que decían con la ‘e’ con la ‘i’ a veces se combinaban, como a veces aproximaban bien entonces tocaba escuchar un poquito más claro la ‘i’ la ‘a’.”

E: ¿Las ayudas que se le presentaron en la App fueron suficientes? sí o no ¿por qué?

6. **A1:** “”

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? y porque

7. **A1:** “la instrucción es muy buena y pues las instrucciones son muy claritas y es muy fácil ¿no? ya con las que hice ahí que, por medio de que ha estudiado se da cuenta todo las, lo que uno ha visto.”

A1: “si son claras porque ya en la última palabra que veía en la última uno se da cuenta si se veía si pero si se me dificulta la lectura para estudiar porque me faltaban las gafas.”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

8. **A1:** “No, no. bien excelente, pues ahí el tiempo correcto bien, no había dificultades de... más o menos uno se defiende en las, sí.”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

9. **A1:** “para cambiar, no, ninguna, todos están bien. “

Entrevista 2

Código: A2

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?

1. **A2:** “Pienso podría aumentar el entendimiento, espero. Me interesa y estoy aquí precisamente por eso. Sí, es entender que es lo que me cuesta trabajo a veces, se mejora”.

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿Por qué?

2. **A2:** “Es fácil, es fácil de usar, siempre y cuando se mejore el tono y la modulación de algunas preguntas, de algunas partes y el volumen de la voz.”

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. A2: “No pues, no conocía una aplicación de esa manera y puede que sea una gran ayuda.”

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. A2: “Las imágenes están bien, están de acuerdo con la instrucción”.

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. A2: “También están bien, solamente en algunos, como le indiqué en algunos sonidos, la voz está muy baja y la modulación, se puede mejorar.”

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?

6. A2: “Si. Sí, me confundió un poquito la primera, el “Escuché” pero si, las demás estuvieron claras.”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

7. A2: “Bien, yo creo que es suficiente”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

8. A2: “Mmmm, pues con esas anotaciones que le hice antes, el incrementar un poco el tono de la voz de algunas preguntas, la modulación de algunas preguntas también. Yo creo que con eso ya es más aplicable.”

Entrevista 3

Código: A3

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?

1. **A3:** “Le comento que este ejercicio me ha parecido bastante sencillo y se puede aplicar para las personas que tienen dificultades del oído”.

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿Por qué?

2. **A3:** “Como lo dije antes fue muy fácil, me pareció muy sencilla, pues porque considero que yo estoy en mis cinco sentidos bien”

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A3:** “Que es una aplicación muy sencilla”

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A3:** “Si, que están muy claras, expresas y determinadas”.

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A3:** “También, están muy bien determinadas y claras”

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?

6. **A3:** “Lo mismo, son sencillas, prácticas y muy comprensibles”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

7. **A3:** “Está perfecto, porque uno puede responder con tiempo”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

8. **A3:** “No, porque está sencilla yo pienso que está bien”

Entrevista 4

Código: A4

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?

1. **A4:** “Yo creo que sí.... pues sencillamente porque la necesidad... pues es una solución a la necesidad que tiene el cliente”.

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿Por qué?

2. **A4:** “es fácil, pero hay algunas cosas, por ejemplo que se necesita que, que le vocalicen más a uno, porque por la edad uno necesita como más tiempo; entonces es muy rápido lo que dicen ahí es difícil de captar”

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A4:** “”

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A4:** “muy buenas, porque se entienden fácil”.

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A4:** “también, muy bien”

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?

6. **A4:** “Pues es como muy difícil, o sea responder eso, yo lo entendí perfectamente pero para tomarse uno el campo de la demás gente es como complicado ”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

7. **A4:** “muy muy rápido y muy cómo simplificado, uno siempre necesita. Eso se entiende que es para gente de edad; uno necesita que le vocalicen más y que sea más durito”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

8. **A4:** “el que es más difícil por la cuestión de tiempo es la selección de los objetos, cuando pasan varios objetos y uno a esta edad ya le falla la vista todo entonces se le complica más a uno entender, captar bien las imágenes”

E: ¿Considera que los tiempos para dar la respuesta fueron buenos?

9. **A4:** “Si fueron buenos”

COMENTARIOS ENTREVISTADORA:

- Con este paciente me tocó darle las instrucciones de forma verbal, ya que no tenía sus gafas y manifestó no poder ver bien la instrucción.
- Cuando se las leía como aparecen en el aplicativo no entendía, pero cuando yo se lo explicaba, lograba hacer el ejercicio.
- La conclusión es que se debe mejorar la instrucción.

Entrevista 5

Código: A5

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación?

1. **A5:** “pues me parece muy buena porque uno puede comunicarse con las demás personas con mayor facilidad y poder entender las órdenes que le dan los superiores a uno en el trabajo, me parece bien. “

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar? ¿por qué?

2. **A5:** “ehh, pues es, ehh, la aplicación me parece muy buena, es fácil de usar y es un buen ejercicio, es un buen ejercicio para para la audición, para tener una mejor audición. “

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A5:** “la opinión acerca de la aplicación es muy buena, porque uno aprende a diferenciar los sonidos y a distinguir las diferentes actividades que uno hace.”

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A5:** “eh sí, me parecen muy buenas, me parecen buenas la imágenes, si, son importantes porque dan una ayuda visual que sirven para coordinar el oído.”

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A5:** “son adecuados y porque uno aprende ahhh, aprende, no, puede diferenciarlos del uno al otro, por ejemplo el sonido de una moto con el sonido de una licuadora, el sonido de la locomotora con el sonido de la moto, son diferentes, entonces uno puede captar la diferencia.”

E: ¿Las ayudas que se le presentaron en la App fueron suficientes? sí o no ¿por qué?

6. **A5:** “si, pues suficientes no, me parece que sería como, son más importantes pero me parece que deberían ser como más extensas.”

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? y porque

7. **A5:** “las instrucciones claras, muy claras, me parecen muy claras y pues la actividad por los sonidos uno aprende a diferenciarlos.”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

8. **A5:** “es apenas el tiempo necesario que dan para para poder responder, es justo porque más más más tiempo entonces ya sería como falta de un ambiente más tranquilo en el que uno se encuentra y no le distrae el oído. “

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

9. **A5:** “¿cambiar? no, creo que no, el examen está muy bien y las, la aplicación está muy bien”

Entrevista 6

Código: A6

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?

1. **A6:** “pues no sé, eh... como unas, algunas preguntas muy sencillas, no y lo que pasa es que ya, a uno la coordinación no le... le funciona rápido ¡no!”.

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar?

2. **A6:** “Fácil más bien”.

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A6:** “No me acuerdo cual fue esa, del juego, si es bueno porque lo obliga a uno como a memorizar, ¿no?”.

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A6:** “sí, esas sí me parecieron bien, ¡sí!”.

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A6:** “Al principio me dio como trabajo pero después, si, ya me parecieron bien”.

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?

6. **A6:** “si, si al principio como que dudaba como un poquito pero ya”.

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

7. **A6:** “No está bien, ¡sí!”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

8. **A6:** “no, no le cambiaría nada, ¡no!, está bien”

COMENTARIOS ENTREVISTADORA:

- Se le dificultaba comprender la instrucción de algunas actividades.
- las actividades de arrastrar no eran fáciles de hacer para ella.
- No comprendía lo que es **diptongo**.
- No comprendía lo que es **singular y plural**.
- Las preguntas de largo-corto se confundía mucho y se demoraba mucho en leer.
- Cuando hay muchas imágenes se confundía al seleccionar.
- Las palabras de diptongo /doy/ y /don/, ambas contenían la vocal /o/. pero una sola se deja arrastrar.

Entrevista 7

Código: A7

E: ¿Cómo cree que lo beneficia el uso de la aplicación MARGLO?

1. **A7:** “Bueno, el uso de esta aplicación me va a beneficiar en que voy a mantener ocupado el cerebro, me voy a concentrar en lo que tengo que hacer y, no, eso es como para mí lo más importante”.

E: ¿Cree usted que la App presentada fue fácil o difícil de usar?

2. **A7:** “fue fácil”.

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

3. **A7:** “”.

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

4. **A7:** “mmm respecto a las imágenes mmm me parecieron bien sencillas no están tan complicadas”.

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

5. **A7:** “mmm los sonidos fácil de descubrirlos, de identificarlos diría yo mejor”.

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron o no claras? ¿Por qué?

6. **A7:** “sí señorita”.

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

7. **A7:** “en alguno puntos es muy corto, porque aparecen varias figuras y uno como que no está ahí bien concentradito entonces se le dificulta pero bien ”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación, ¿cuál sería su sugerencia?

8. **A7:** “a ver yo digo que le cambien, no, para mi está bien”

COMENTARIOS ENTREVISTADORA:

- A ella se le dificulta entender la instrucción del diptongo.
- la imagen en la que aparecen mesas con un perro y un anillo encima; un perro y un anillo debajo de la mesa se le dificulto, ya que quería seleccionar imagen por imagen.

Entrevista 8

Código 8:

E: ¿Cómo cree usted que lo beneficia el uso de esta aplicación?

1. **A8:** “No, no creo que me beneficie”

E: ¿Por qué considera que no lo va beneficiar?

2. **A8:** “Porque me parece que es mucha cosa y no lo voy hacer”

E: ¿Cree usted que la App que le presentamos fue fácil o difícil de usar?

3. **A8:** “Me parece que fue fácil pero muy larga.”

E: ¿Cuál es su opinión acerca de la App?

4. **A8:** “Me parece que hay muchas instrucciones y a la hora es lo mismo, escuchar y seleccionar, entonces me parece que con pocas instrucciones sería más fácil. “

E: ¿Qué opina sobre las imágenes presentadas en la aplicación?

5. **A8:** “Algunas creo que no corresponden por ejemplo cómo voy a arrastrar algo hasta un carro. “

E: ¿Qué opina sobre los sonidos presentados en la aplicación?

6. **A8:** “Algunos creo que no están muy claros por ejemplo el del perro que dice que tengo que parar cuando, cuando deja de, cuando para el sonido y el perro hace una pausa y después sigue entonces no sé exactamente donde tengo que parar. “

E: ¿Las instrucciones recibidas en cada actividad fueron claras o no?

7. **A8:** “Creo que no son muy claras, por ejemplo en el de... la frase corta y larga como le cambian la pregunta entonces uno se confunde aunque hubiera escuchado bien y sabe cuál es el largo pero a la hora de responder se equivoca. En la pregunta de selección el singular, plural y lo del diptongo o la vocal debería ser más claro o sea no necesitamos saber que es singular, plural sino simplemente seleccione lo que corresponda y ya.”

E: ¿Qué opina sobre el tiempo que da la aplicación para responder cada actividad?

8. **A8:** “Me parece que el tiempo para responder es bueno lo que me parece es que se demora mucho entre una cosa y otra.”

E: Si pudiera cambiar algo de la aplicación ¿cuál sería su sugerencia?

9. **A8:** “Me parece que lo de arrastrar de un lado a otro sobra debería ser solo seleccionar es más fácil y más práctico y lo de las instrucciones pienso que hay muchas actividades que se pueden incluir en una sola instrucción.”