

UNIVERSIDAD NACIONAL
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Informática



Tecnologías móviles aplicadas al diagnóstico audiométrico de pacientes

Para optar al grado académico de Licenciatura en Informática con énfasis en Sistemas de
Información y en Sistemas Web

Ing. Roberto Baltodano García
Ing. Daniela Campos Ulate

Heredia, Costa Rica

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Informática

CARTA DE APROBACIÓN

Los suscritos, miembros del Tribunal Examinador del proyecto de graduación de:

Ing. Roberto Baltodano García

Ing. Daniela Campos Ulate

Hacemos constar que hemos evaluado y aprobado el trabajo final de
graduación denominado:

Tecnologías móviles aplicadas al diagnóstico audiométrico de pacientes

Dr. Fulvio Lizano Madriz
Decanato Dirección

Mag. Enrique Vílchez Quesada
Dirección Escuela de Informática

Lic. Pedro Fonseca Solano
Lector Interno

Lic. Róger León Brenes
Lector Externo

Dr. Felipe Ovares Barquero
Profesor Tutor

Heredia, Costa Rica

2015

AGRADECIMIENTOS

Primero, agradezco a Dios darnos la oportunidad de completar este proyecto. Seguidamente, quiero agradecer a todas las personas que estuvieron a mi lado insistiendo y motivando a completar este proyecto: a mis padres, que me han enseñado el valor de luchar, y no darme por vencido. A mis hermanos, que han estado siempre a mi lado en todo momento. A mis amigos fieles, que, de una u otra forma, han colaborado en este proyecto. A mi novia, quien ha puesto de su parte para motivarme. A nuestro tutor, quien nunca nos negó una ayuda. Por último, a mi compañera de tesis, quien siempre realizó un excelente trabajo, y con la cual estoy compartiendo este logro.

Ing. Roberto Baltodano García

Agradezco a cada una de las personas que tomaron su tiempo para compartir su conocimiento. Profesores, familia, amistades, colegas, usuarios y lectores permitieron crear este trabajo. Asimismo, doy gracias a mi compañero de proyecto, con quien tengo la oportunidad de compartir este logro luego de un arduo trabajo. Finalmente, quiero agradecer a nuestro tutor, quien nos ayudó de manera eficaz y eficiente cada vez que ocupamos de su colaboración.

Ing. Daniela Campos Ulate

Resumen ejecutivo

La evolución de las tecnologías y su inserción en nuestro diario vivir han llegado a facilitar nuestras labores cotidianas, centrándose en ofrecer soluciones concretas para la realización efectiva y rápida de tareas que anteriormente requerían mayor inversión de tiempo y costos. Un ejemplo claro de esta situación es la creciente aparición de aplicaciones móviles que permiten realizar acciones asociadas al hogar, al trabajo, al ocio y hasta la salud, brindando a los consumidores la posibilidad de acceder a diferente información desde la comodidad de su hogar, trabajo, entre otros.

La influencia del uso de la tecnología ha tenido un fuerte impacto en la sociedad en general. En este contexto, la utilización de dispositivos móviles abre un escenario de cambios necesarios en el medio empleado por los distintos usuarios para brindar sus servicios.

Empresas como la clínica Audinsa S.A. que tienen la misión de ofrecer un servicio de salud integral, en el área de la audición, detectando a tiempo los problemas que puedan afectar la audición de las personas y brindando soluciones auditivas de alta tecnología, se declaran pioneras en el país, al contar con una aplicación innovadora que permite acercarse a sus clientes, incursionar en un nuevo mercado, brindar consejos concretos sobre hábitos saludables del cuidado auditivo y promover sus servicios profesionales y comerciales.

Dicha aplicación fue desarrollada para dispositivos móviles, específicamente en aquellos que cuentan con un sistema operativo Android, y que, de manera gratuita, puedan acceder a la realización de un examen que brinde preliminarmente el resultado de la capacidad auditiva del ejecutante, ofreciendo la oportunidad de remitir esta información a un profesional de la clínica y la opción de ser contactados.

El presente documento pretende guiar al lector en el detalle de los principales procesos llevados a cabo en el ámbito de un proyecto cuyo objetivo principal fue concretar con éxito el desarrollo de la aplicación relacionada con el área de la salud audiológica para la Clínica Audinsa S.A.

Resumen de capítulos

2.1. Capítulo I: Introducción

En este capítulo se determina la descripción del proyecto de graduación, así como también los antecedentes que lo justifican. Se menciona la problemática por resolver y, finalmente, se describen los objetivos, tanto el general como los específicos.

2.2. Capítulo II: Marco teórico

Describe el marco referencial del proyecto. Incluye la visión y misión de la empresa Audinsa. Finalmente, detalla el marco contextual y metodológico utilizado en el desarrollo.

2.3. Capítulo III: Procedimiento metodológico

Contiene los detalles de las diferentes fases para la elaboración del sistema, definidas según la metodología de desarrollo utilizada. Demuestra aspectos como la factibilidad del proyecto, definición de necesidades, creación de diseños y elaboración de pruebas con sus respectivos resultados.

2.4. Capítulo IV: Análisis retrospectivo

Dedicado al análisis de los objetivos planteados en el proyecto, incluyendo la medida de cumplimiento de cada uno de ellos, valorando los resultados obtenidos con la implementación del aplicativo.

2.5. Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Este último capítulo muestra las conclusiones a las que se llegaron con la realización de este proyecto de graduación, así mismo se detallan una serie de recomendaciones, para implantar mejoras a mediano y largo plazo sobre el aplicativo desarrollado.

Palabras Claves

Tecnología, móvil, diagnóstico, audiométrico, android, pruebas audiométricas, clínica, salud.

Índice general

AGRADECIMIENTOS	ii
1. Resumen ejecutivo	iii
2. Resumen de capítulos.....	iv
2.1. Capítulo I: Introducción	iv
2.2. Capítulo II: Marco teórico.....	iv
2.3. Capítulo III: Procedimiento metodológico.....	iv
2.4. Capítulo IV: Análisis retrospectivo	iv
2.5. Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	iv
3. Palabras Claves	v
4. Índices de ilustraciones, gráficas y figuras.....	x
4.1. Índice de ilustraciones.....	x
4.2. Índice de tablas.....	xii
4.3. Índice de gráficos	xiii
CAPÍTULO I - Introducción	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Problemática por resolver.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General	5
1.4.2. Específicos	5
CAPÍTULO II – Marco teórico	6
2.1. Marco Referencial	7
2.1.1. Misión.....	7
2.1.2. Visión	7
2.2. Marco Conceptual	7
2.2.1. El sonido.....	8
2.2.2. Frecuencia	8
2.2.3. Decibel	8
2.2.4. Hertz	8
2.2.5. Anatomía y fisiología del oído	9

2.2.6. Oído externo	9
2.2.7. Oído medio	9
2.2.8. Oído interno.....	9
2.2.9. Nivel de intensidad y umbrales auditivos.....	10
2.2.9.1. Ondas sonoras	10
2.2.9.2. Umbrales absolutos	10
2.2.9.3. Umbral de audibilidad.....	10
2.2.9.4. Umbrales de frecuencia.....	11
2.2.9.5. Umbral del dolor	11
2.2.10. Efectos nocivos del ruido en la audición	11
2.2.10.1. Trauma acústico (hipoacusia)	11
2.2.10.2. Acúfenos	11
2.2.10.3. Desplazamiento temporal de la audición – TTS	11
2.2.10.4. Análisis	12
2.2.11. Audiometría	13
2.2.11.1. Audiometría tonal	13
2.2.11.2. Logoaudiometría o audiometría vocal	13
2.2.12. Audiómetro	13
2.2.13. Audiograma o test auditivo	14
2.2.14. Los auriculares	15
2.2.15. Las generalidades de audífonos	16
2.2.15.1. Diseños.....	16
2.2.15.2. Características técnicas de los auriculares	16
Los auriculares poseen diversas características técnicas, las cuales se citan a continuación:	16
2.2.16. Sistema operativo móvil o SO móvil	18
2.2.16.1. Middleware	18
2.2.16.2. Sistemas operativos móviles más conocidos	18
2.2.16.1. Teléfono inteligente	20
2.3. Marco Metodológico	20
2.3.1. Metodología ágil para el desarrollo de software móvil	20
CAPÍTULO III – Procedimiento metodológico	24

3.1. Procedimiento Metodológico	25
3.1.1. Mobile-D – Fase de exploración	25
3.1.1.1. Contacto inicial	25
3.1.1.2. Realización del plan de trabajo	25
3.1.1.3. Estudio de factibilidad	25
3.1.1.3.1. Técnica	25
3.1.1.3.2. Operativa	26
3.1.1.3.3. Financiera	27
3.1.1.3.3.1. Costo de recursos humanos	27
3.1.1.3.3.2. Costo de equipos y software por utilizar	28
3.1.1.3.4. Legal	28
3.1.2. Mobile-D – Fase de inicialización	29
3.1.2.1. Definición de requerimientos	29
3.1.2.2. Diseño conceptual de la solución	33
3.1.2.2.1. Diagrama de casos de uso	35
3.1.2.2.2. Diagrama de clases	36
3.1.2.1. Diseño de interfaces	37
3.1.3. Diseño de base de datos	39
3.1.4. Pruebas	40
3.1.5. Resultados	45
CAPÍTULO IV – Análisis retrospectivo	51
4.1. Análisis Retrospectivo o Análisis de Resultados	52
4.1.1. General	52
4.1.2. Específicos	54
CAPÍTULO V – Conclusiones y recomendaciones	85
5.1. Conclusiones y Recomendaciones	86
5.1.1. Conclusiones	86
5.1.2. Recomendaciones	88
Referencias Bibliográficas	90
Anexos	93
7.1. Carta de aceptación de tutor	94

7.2.	Carta de apoyo de la empresa.....	95
7.3.	Carta de revisión del filólogo	96
7.4.	Declaración jurada de no plagio	97
7.5.	Razones de la creación de la aplicación móvil Audinsa	98
7.6.	Minutas.....	99
7.7.	Análisis de aplicaciones similares	103
7.7.1.	Análisis de la aplicación uHear	103
7.7.2.	Análisis de la aplicación Test en línea	109
7.7.3.	Análisis de la aplicación Test auditivo.....	111
7.7.4.	Análisis de la aplicación Test Your Hearing –Android	113

Índices de ilustraciones, gráficas y figuras

4.1. Índice de ilustraciones

Ilustración 1 – Oído medio.....	9
Ilustración 2 – Oído interno	10
Ilustración 3 – Umbrales del sonido.....	12
Ilustración 4 – Audiómetro eléctrico.....	14
Ilustración 5 – Audiograma.....	15
Ilustración 6 – Fase de inicialización	22
Ilustración 7 – Soporte de la aplicación en las operaciones básicas de la Clínica Audinsa	26
Ilustración 8 – Módulos de la aplicación.....	34
Ilustración 9 – Casos de uso	35
Ilustración 10 – Diagrama de clases.....	36
Ilustración 11 –Diseño conceptual de la solución.....	39
Ilustración 12 – Diseño de base de Datos.....	40
Ilustración 13 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.	58
Ilustración 14 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.	59
Ilustración 15 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.	59
Ilustración 16 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva instalada en un dispositivo inteligente.	60
Ilustración 17 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla de inicio.	61
Ilustración 18 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva pantalla de creación de perfil.	62
Ilustración 19– Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con perfil creado.	63
Ilustración 20 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con listado de exámenes.	64
Ilustración 21 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con menú de opciones.....	65
Ilustración 22 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla instrucciones de examen Sensibilidad de oído.	66
Ilustración 23 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla prueba de Sensibilidad de oído....	67
Ilustración 24 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla instrucciones de examen Cuestionario.	68
Ilustración 25 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla del examen Cuestionario.	69
Ilustración 26 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla resultado de examen Cuestionario.	
.....	70

Ilustración 27 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla opciones sobre los resultados.....	71
Ilustración 28 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla de acción compartir en pantalla resultados.....	72
Ilustración 29 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla Artículos (blog de la clínica).....	73
Ilustración 30 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla consultorios.....	74
Ilustración 31 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla Acciones sobre el perfil	75
Ilustración 32 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla confirmación del eliminación del perfil	76
Ilustración 33 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla perfil eliminado satisfactoriamente.	77
Ilustración 34 – Imágenes de aplicación basada en tecnología móvil para conocer el estado auditivo.....	78
Ilustración 35 - Pantalla principal uHear Aplicación uHear	103
Ilustración 36– Sensibilidad de oído uHear – Prueba en ejecución Aplicación uHear	104
Ilustración 37 – Pantalla de resultados examen de sensibilidad de oído.....	105
Ilustración 38 – Pantalla de resultados uHear	106
Ilustración 39 – Pantalla de resultados guardados.....	107
Ilustración 40 – Consejos auditivos	108
Ilustración 41 – Ubicación de centros especializados	109
Ilustración 42 – Aplicación test en línea: Flujo de imágenes	110
Ilustración 43 – Pantallas de la aplicación test auditivo Test Auditivo de Phonak.....	113
Ilustración 44 – Pantalla principal Test your hearing.....	114
Ilustración 45 – Interfaz de la prueba de rango de frecuencias	115
Ilustración 46 – Pantalla de resultados de rango de frecuencias	116
Ilustración 47 – Interfaz diferenciación de frecuencias.....	117
Ilustración 48 – Gráfico representativo diferenciación de frecuencias	118
Ilustración 49 – Pantalla de resultados de diferenciación de frecuencias Aplicación Test your hearing	119

4.2. Índice de tablas

Tabla 1 – Costo de recursos humanos estimado.....	27
Tabla 2 – Costo de activos por utilizar.....	28
Tabla 3 – Comparación de aplicaciones de audiología existentes	30
Tabla 4 – Escenarios de pruebas	44
Tabla 5 – Resultados de pruebas	50
Tabla 6 – Análisis de escenarios de pruebas	83

4.3. Índice de gráficos

Gráfico 1 – Principales sistemas operativos en Costa Rica	55
---	----

CAPÍTULO I - Introducción

1.1. Antecedentes

El análisis de la escucha es un aspecto muy importante que la población debe tomar en cuenta, y que muy pocos cuidan por el costo que significa y el tiempo que se requiere para ir a una clínica auditiva. La pérdida auditiva gradual es un problema que puede ser prevenido si se realizan los exámenes adecuados a tiempo, monitoreándose periódicamente el nivel de escucha con herramientas de fácil acceso.

Estos controles, claramente, deben ir de la mano con exámenes de un profesional en dicho campo de estudio, para lo cual existen clínicas como la Clínica Audinsa. Esta empresa inicia labores en el 2010 y tiene como misión ofrecer un servicio de salud auditiva, detectando a tiempo los problemas que puedan afectar la audición de la población, brindando soluciones auditivas de alta tecnología y desarrollando programas de conservación, educando a las personas para evitar trastornos en la manera de percibir el sonido. Su visión, reside en constituirse en una empresa líder en la prevención, educación, detección, habilitación y rehabilitación de las personas con problemas auditivos, brindando el mejor servicio y mejor calidad en productos (Clínica Audinsa S.A., 2012).

La Clínica Audinsa en concordancia con su visión, se ha enfocado en investigaciones realizadas acerca la prevención de problemas de escucha y soluciones de fácil acceso, en atención a una población con ciertas facilidades tecnológicas¹. Un ejemplo de ello lo constituye el programa de software para audiómetro de tamizaje, desarrollado por Diego Murillo Gómez y Carlos Castro (Murillo & Castro, 2012). En esta investigación se realizó un software de computadora que se comunica con un audiómetro de tamizaje para leer los datos que este genera. Sin embargo, esta solución depende exclusivamente de una computadora y de un audiómetro externo, por lo que la Clínica ha establecido diferentes opciones como el uso de dispositivos móviles inteligentes, tomando en cuenta su gran expansión y uso por parte de la población costarricense.

¹ El 40,3% de los ticos utiliza teléfonos inteligentes y de estos usuarios el 80,2% navega con conexiones superiores a 1Mbps, según una investigación realizada por la empresa Demoscopía para la Superintendencia de Telecomunicaciones Sutel (Recio, 2014)

Basándose en esta premisa, se investigó sobre una aplicación existente desarrollada por la empresa estadounidense Unitron (Unitron Hearing, 2012). Esta empresa generó una aplicación que realiza test auditivos a pacientes utilizando dispositivos móviles de Apple llamada uHear, la cual ha recibido una muy buena aceptación por parte de los usuarios. Esta tiene una calificación de 4+ estrellas, basada en 8838 calificaciones por parte de usuarios en la tienda App Store de Apple según la última visita en Noviembre del 2014.

La última investigación realizada que cabe mencionar, aun cuando se sale del enfoque de este proyecto fundamentado en proporcionar herramientas de fácil acceso a la población, es SANA Audio Pulse. Esta innovación ganó el premio Mobile Health Challenge en el año 2012 (Sana, 2012). En esta investigación se desarrolló una aplicación móvil de audiometría que detecta problemas de escucha en infantes menores de 6 meses. Sin embargo, al igual que el primer estudio citado, depende de un dispositivo externo que estimula el oído, el cual no es accesible por la población en general.

1.2. Justificación

En una sociedad informatizada en donde la tecnología y la ciencia modifican la vida cotidiana de las personas de manera constante, existen cambios trascendentales que nacen como resultado de relacionar la tecnología con la ciencia, y con la estructura económica y sociocultural a fin de solucionar problemas técnicos sociales concretos (Diez & Robino, 2012). Por esto, los trastornos auditivos presentes en la vida cotidiana brindan, en esta ocasión, un ejemplo de un problema, en el cual puede relacionarse el área de salud auditiva con el área tecnológica, buscando indagar procesos que les permitan a las personas monitorear su sentido auditivo de manera continua y eficaz.

Las empresas que brindan servicios de atención auditiva existen en un mercado competitivo, en donde usualmente los pacientes, carecen de conocimiento sobre esta área de la salud. Por ello, se origina la idea de crear una aplicación móvil, la cual, mediante un test de audición, permite al usuario realizar una prueba sin costo y de fácil acceso, apoyando la labor de la Clínica Audinsa S.A. en su función de educar y cuidar la salud auditiva de las personas. Dicha aplicación tiene gran potencial de aprovechamiento en el mercado de la salud, ya que ninguna

clínica auditiva de Costa Rica emplea medios móviles para determinar, analizar y trasmitir la información auditiva de los diferentes usuarios.

Cabe destacar que la solución no trata de reemplazar el análisis del experto, sino de apoyar la información generada por los instrumentos ya existentes con la variante de que se desarrolla en una plataforma móvil, para que el usuario que desee solicite luego un examen o asesoría con el personal de la Clínica Audinsa S.A.

1.3. Problemática por resolver

El campo de la salud audiológica cuenta con profesionales que se encargan de una serie de estudios y exámenes, mediante citas personales con sus pacientes. En estas reuniones logran realizar controles generales y, en algunos casos, detectar problemas en la audición de quienes acuden en busca de supervisión.

Actualmente, los audiólogos promueven su negocio mediante ferias y publicidad, por medio de centros médicos ya establecidos, o emplean tecnologías de información como: sitios Web, páginas en redes sociales, artículos en revistas, entre otros. Por lo tanto, se ha detectado la necesidad de brindar a la población una nueva opción que les permita diagnosticar por sí mismos, su estado de salud auditiva. En caso de existir un problema, el paciente podrá acudir a la clínica con la intención de asesorarse mediante un estudio más profundo, o bien, para la compra de un dispositivo que les permita mejorar su escucha.

En síntesis, la clínica Audinsa S.A. tiene la necesidad de incorporar la tecnología móvil para apoyar su misión y visión, y así mejorar el servicio que brinda, permitiendo a las personas realizar de manera personalizada, un diagnóstico sobre su estado auditivo, dándole al negocio la oportunidad de atraer posibles clientes.

1.4. *Objetivos*

1.4.1. General

Proporcionar una herramienta utilizando teléfonos móviles inteligentes a la clínica Audinsa S.A., para facilitar el análisis, diagnóstico y prevención de enfermedades relacionadas con los niveles de audición de sus pacientes.

1.4.2. Específicos

1. Investigar las diferentes plataformas móviles en el mercado actual para escoger la opción más adecuada a emplear en la arquitectura de la solución.
2. Evaluar las aplicaciones existentes en el área de la salud auditiva para definir las funcionalidades mínimas por implementar.
3. Determinar los tipos y niveles de sonidos que normalmente se dejan de percibir para decidir en las pruebas los sonidos que se van a incluir.
4. Identificar el equipo auricular más apropiado para la aplicación de la prueba desde un dispositivo móvil.
5. Diseñar una aplicación basada en tecnología móvil para que sea utilizada por las personas que desean conocer su estado auditivo y que disponen de teléfonos inteligentes.
6. Realizar pruebas de la aplicación para evaluar el nivel de aceptación de la misma por parte del profesional de la clínica.

CAPÍTULO II – Marco teórico

2.1. Marco Referencial

Audinsa, S.A., fundada en el 2010, es un centro especializado en la salud auditiva de las personas en general, en donde ofrecen la mejor tecnología y el mejor servicio de rehabilitación auditiva (Clínica Audinsa S.A., 2012).

2.1.1. Misión

Audinsa es una empresa que brinda un servicio de salud auditiva, detectando a tiempo los problemas que puedan afectar su audición, brindando soluciones auditivas de alta tecnología y desarrollando programas de conservación auditiva previniendo y educando a las personas para evitar trastornos en la manera de percibir el sonido (Clínica Audinsa S.A., 2012).

2.1.2. Visión

Ser la empresa líder en la prevención, educación, detección, habilitación y rehabilitación de las personas con problemas auditivos brindando el mejor servicio y la mejor calidad en productos (Clínica Audinsa S.A., 2012).

2.2. Marco Conceptual

Las tecnologías empleadas en el desarrollo de aplicaciones para telefonía móvil van de la mano con el crecimiento de usuarios que requieren acceder a ciertos servicios, independientemente del lugar en el que residen. Esta necesidad de las personas da paso a la evolución del teléfono móvil, el cual, pese a su fin principal de transmitir voz, ha tenido un rápido desarrollo en la sociedad de la información, creando un abanico de posibilidades en donde se emplea este dispositivo para ofrecer múltiples servicios (imagen, voz, datos, vídeo, entre otros) a altas velocidades.

Las aplicaciones móviles son de gran utilidad en diferentes sectores de la sociedad, como lo es el sector de la salud. Empresas como Research2Guidance, institución especializada en investigación de tecnologías móviles, ha detallado un informe sobre el mercado de estas aplicaciones, dejando en evidencia cifras que muestran el crecimiento certero de un sector que se espera tenga en el 2015, alrededor de 500 millones de personas usando aplicaciones médicas en sus dispositivos móviles (Editor Aplicaciones Médicas, 2011). Es aquí donde esta nueva tendencia permite a los profesionales aportar diferentes servicios a sus potenciales clientes.

Según lo anterior, se empleó esta tecnología para solventar la necesidad que la clínica Audinsa S.A. tiene, e incorporar así el desarrollo de aplicaciones móviles, para mejorar el servicio que brinda y con esto permitir a las personas realizar de manera personalizada un diagnóstico sobre su estado auditivo, dándole al negocio la oportunidad de atraer posibles clientes.

A continuación se describen los conceptos involucrados en el proceso de creación de la aplicación mencionada:

2.2.1. El sonido

El sonido se produce cuando un cuerpo vibra con una frecuencia comprendida entre 20 y 20000 Hercios y existe un medio material en el que pueda propagarse. Se transmite a través de medios materiales, sólidos, líquidos o gaseosos, pero nunca tomando como fuente el vacío. Asimismo, el sonido se percibe como una onda de energía que se propaga por el espacio (Fernández, Gil, Moriel, & Recio, 2012).

2.2.2. Frecuencia

Corresponde a la medición del tiempo entre dos repeticiones. Es el número de vibraciones u oscilaciones completas que se efectúan en 1 segundo (Fernández, Gil, Moriel, & Recio, 2012).

2.2.3. Decibel

El decibelio es la principal unidad de medida utilizada para el nivel de potencia o nivel de intensidad del sonido (Océano, 1996).

2.2.4. Hertz

La frecuencia de un sonido se mide en Hercios (Hertz, Hz) y describe la cantidad de ondas por segundo que completan un ciclo de esta. Esto sería la altura o tono de un sonido, es decir, la diferencia entre un sonido grave y uno agudo. El oído humano es capaz de percibir frecuencias que se encuentren entre 20 Hertz y 20 Kilohertz (Rossi, 2010).

2.2.5. Anatomía y fisiología del oído

El sentido de la audición comprende la interpretación de sonidos generados por distintas fuentes externas de parte de los órganos involucrados. A continuación se presenta la anatomía del oído humano.

2.2.6. Oído externo

Se encarga de captar las ondas sonoras y dirigirlas hacia la membrana timpánica. Consta de un pabellón auricular u oreja, estructura con forma de pantalla captadora, y del conducto auditivo externo, formación tubular que se introduce en el hueso temporal, y que está cerrada en su extremo interno por la membrana timpánica (Rodríguez & A'Gaytán, 2006).

2.2.7. Oído medio

El oído medio es un sistema cavitario, par y simétrico, el cual está compuesto por:

- La caja timpánica
- El sistema neumático del temporal (antro y celdas mastoidecas)
- La trompa de Eustaquio

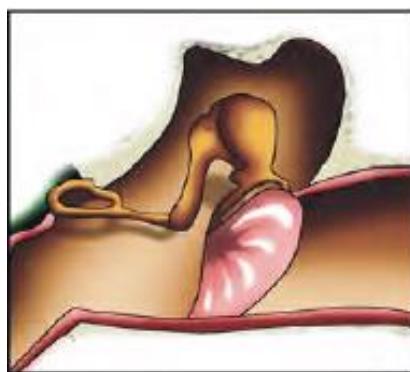


Ilustración 1 – Oído medio
(Rodríguez & A'Gaytán, 2006)

2.2.8. Oído interno

El oído interno es la parte esencial del órgano de la audición, en el laberinto anterior (cóclea o caracol), y es donde se produce la transformación de la onda sonora (energía mecánica) en impulsos nerviosos (energía eléctrica), y en él se realiza el análisis de los sonidos (Rodríguez & A'Gaytán, 2006).

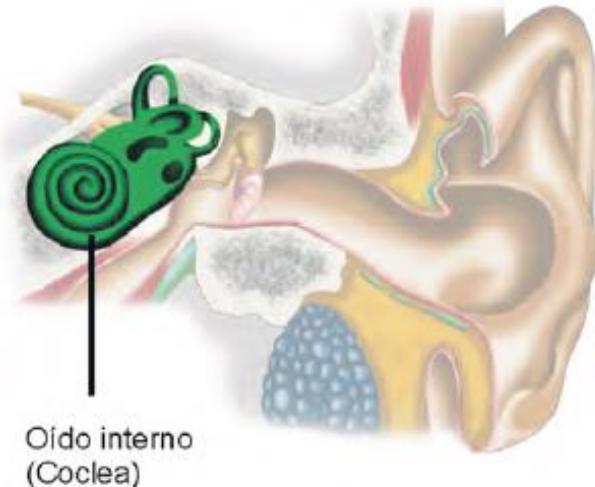


Ilustración 2 – Oído interno
(Rodríguez & A'Gaytán, 2006)

2.2.9. Nivel de intensidad y umbrales auditivos

Para medir los niveles de intensidad que el oído humano soporta, se tienen que definir los diferentes umbrales auditivos según la intensidad de sonido. Primeramente se definirá el concepto de onda sonora, para luego proceder con la definición de los umbrales de la audición.

2.2.9.1. Ondas sonoras

Se forman por medio de un diapasón en vibración. Las moléculas de aire son impulsadas y oscilan ida y vuelta de las cuales solo una pequeña porción alcanzan el oído (Fisher, 1987).

2.2.9.2. Umbrales absolutos

Los umbrales absolutos de la audición son aquellos valores de uno de los parámetros del estímulo físico a partir del cual la sensación comienza o deja de producirse.

2.2.9.3. Umbral de audibilidad

La mínima presión audible (MAP) se mide colocando pequeños micrófonos dentro del canal auditivo. La información (señal de prueba) es enviada, por lo general, por medio de auriculares. En el caso del mínimo campo audible (MAF) la medición se realiza en ausencia del sujeto, en cámaras anecoicas, colocando un micrófono en el centro mismo de donde se encontraba la cabeza del sujeto.

2.2.9.4. Umbrales de frecuencia

Los valores 20 Hz y 20 000 Hz (20 kHz) son conocidos como los umbrales de frecuencia de la audición. Corresponden a las frecuencias audibles que no causan ningún daño en el oído humano.

2.2.9.5. Umbral del dolor

Es el campo auditivo que inicia con sensaciones dolorosas en los 130 db generando consecuencias en la audición de las personas (Fisher, 1987).

2.2.10. Efectos nocivos del ruido en la audición

2.2.10.1. Trauma acústico (hipoacusia)

Es la pérdida de audición parcial o total, por largas exposiciones a ruido con altos niveles de presión sonora. Los daños, también, pueden ser producidos por sonidos impulsivos como explosiones. Este trauma puede ser temporal o permanente (La Audición del Bebé, 2012).

2.2.10.2. Acúfenos

Es la percepción de pitidos o zumbidos que no proceden de una fuente exterior. Se clasifican en subjetivos cuando solo el individuo escucha el zumbido y objetivos cuando otras personas pueden percibirlo mediante el uso de un estetoscopio (La Audición del Bebé, 2012).

2.2.10.3. Desplazamiento temporal de la audición – TTS

Es el cambio en los niveles correspondientes al umbral de audición debido a exposiciones de altas dosis de ruido durante un período determinado. La recuperación del umbral depende del tiempo y el nivel a que se estuvo expuesto (La Audición del Bebé, 2012)

El sonido en sí es uno de los pilares del proyecto, pues va de la mano con la audición, esta última es precisamente lo que la herramienta desarrollada evaluará.

El sistema auditivo no percibe señales con frecuencias menores a los 20 Hz o mayores a los 20 kHz o entre 16 Hz y 16 kHz, según la literatura. El sentido de la escucha se obtiene mediante el oído, el cual permite captar los sonidos de una frecuencia, usando el oído externo y

transformándolos con el oído interno, todos estos conceptos son de utilidad en el proyecto pues permiten entender con mayor conocimiento el área para la cual va a diseñarse la aplicación.

Con base en esta información puede decirse con propiedad que si la persona está expuesta al umbral de dolor corre el riesgo de ser víctima de efectos nocivos del ruido, generando, en algunos casos, pérdida auditiva en gran medida o en su totalidad. La siguiente imagen da mayor claridad a este tema:

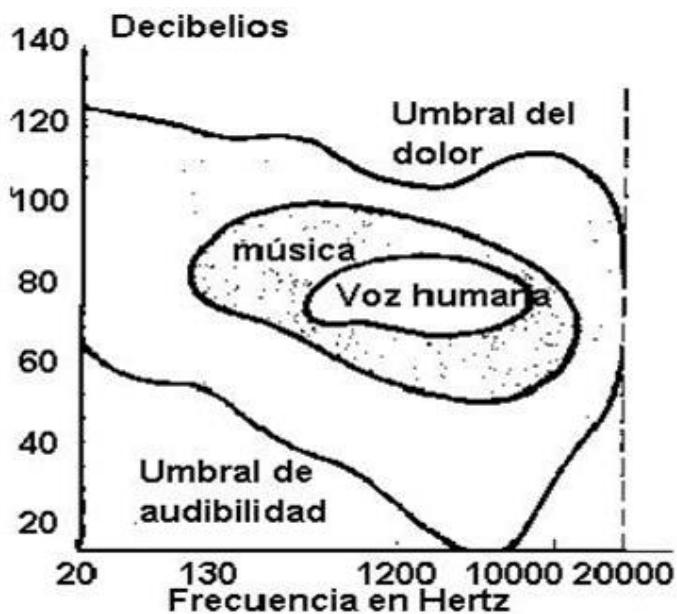


Ilustración 3 – Umbrales del sonido
(Instituto Doña Jimena)

2.2.10.4. Análisis

Tanto el umbral de dolor como el umbral de audibilidad dependen de la frecuencia de la onda. Lo que deja ver como el sonido en una intensidad de 120 db no se encuentra en el umbral del dolor si la frecuencia o tiempo entre dos repeticiones es menor a 1 000 Hz. En caso de que se perciba una mezcla de ondas sonoras de distintas frecuencias y distintas amplitudes, sumadas unas con otras, darán lugar a lo que se llama ruido, cuya representación gráfica es la de una onda sin forma.

2.2.11. Audiometría

Se define la audiometría como un examen que tiene por objeto cifrar las alteraciones de la audición en relación con los estímulos acústicos, cuyos resultados se anotan en un gráfico denominado audiograma (Rodríguez & A'Gaytán, 2006). El audiograma, siendo el resultado final, permite detectar pérdidas auditivas e identificar las posibles causas. La evaluación incluye la generación de tonos puros en diferentes frecuencias por parte de un audiómetro. El espacio en el que se practica un examen audiométrico tiene que estar aislado de ruidos de fondo para que la prueba sea exitosa.

2.2.11.1. Audiometría tonal

La audiometría tonal es una prueba que se realiza por medio de tonos puros estandarizados. Se estimula al paciente con una frecuencia específica y se determina el umbral de audición del individuo en esa frecuencia (Murillo & Castro, 2012).

2.2.11.2. Logoaudiometría o audiometría vocal

Mediante esta prueba pretende hallarse la capacidad de escucha y captación del paciente al lenguaje; se realiza mediante la proyección de palabras normalizadas y se determina qué porcentaje fue entendido correctamente (Murillo & Castro, 2012).

2.2.12. Audiómetro

Un audiómetro es un aparato eléctrico que posee:

- Un generador de tonos puros en distintas frecuencias. Tonos que el oído humano no está acostumbrado a escuchar en la vida diaria.
- Un atenuador de intensidades entre los 0 y 100 decibeles.
- Un generador de ruidos enmascarantes.
- Un vibrador óseo para el estudio de la vibración ósea.
- Un micrófono, salida para auriculares, vibrador y altavoces, tal y como se aprecia en la Ilustración 4.



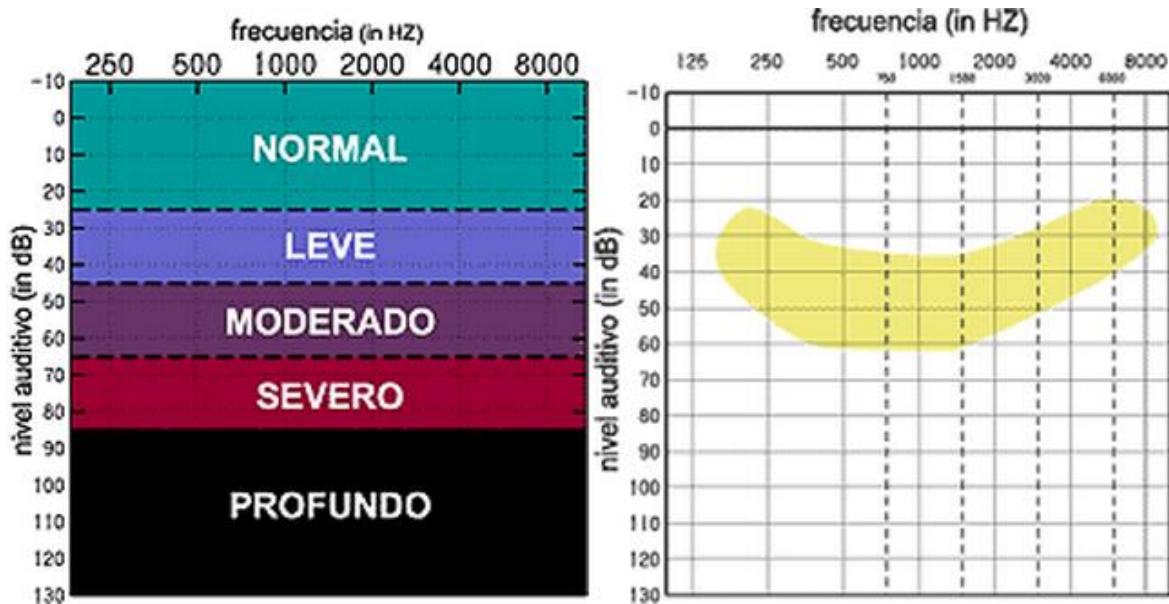
Ilustración 4 – Audiómetro eléctrico

(Rodríguez & A'Gaytán, 2006)

El audiómetro es un aparato de corriente eléctrica alterna que produce diferentes frecuencias e intensidades y que por medio de auriculares irradia los tonos más puros posibles. Es difícil producir tonos puros de suficiente volumen menores de 125 Hz, por lo que los audífonos comienzan su escala tonal desde 125 Hz, continuando con 250 Hz, 500 (750) Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz. Su volumen se regula desde lo inaudible hasta el límite superior propio del aparato, que en intensidades extremas puede, incluso, provocar molestia y dolor acústico (Rodríguez & A'Gaytán, 2006).

2.2.13. Audiograma o test auditivo

Es un gráfico de la prueba de audición que representa los sonidos más suaves que una persona puede escuchar en diferentes tonos o frecuencias (La Audición del Bebé, 2012). Un audiograma es establecido con las frecuencias en Hertz y emplea db para brindar el nivel de audición (alto, leve, moderado).



**Ilustración 5 – Audiograma
(La Audición del Bebé, 2012)**

La aplicación por desarrollar requiere de un profesional en audiometría, ya que en conjunto con esta persona se creó una prueba que busca ser un complemento a la función del audiómetro. Será un complemento, porque la prueba desarrollada no puede reemplazar la herramienta actual, ya que esta contiene entre otras funciones las posibilidades de emplear un vibrador óseo, el cual no está contemplado en la aplicación móvil desarrollada; sin embargo, debe cumplirse con funciones similares como la emisión de frecuencias e intensidades, y que por medio de auriculares irradiará los tonos definidos por el profesional en conjunto con los desarrolladores.

2.2.14. Los auriculares

Son transductores que reciben una señal eléctrica de un tocador de medios de comunicación o el receptor y usan altavoces colocados en la proximidad cercana a los oídos para convertir la señal en ondas sonoras audibles (Fundación Wikimedia Inc, 2012).

2.2.15. Las generalidades de audífonos

El primer aspecto que hay que tener en cuenta, por encima de cualquier otro a la hora de adquirir unos auriculares es la comodidad, por corto que sea el tiempo que los vamos a utilizar. Por desgracia, en la mayoría de las tiendas no tienen modelos fuera de sus cajas, lo que impide que el cliente pueda realizar una prueba, no de la calidad del sonido, que también es muy importante, sino tan solo de las sensaciones que nos proporcionan. Los que llevan diadema o banda suelen ser los más cómodos, pero también son los más voluminosos (PC Actual, 2011).

2.2.15.1. Diseños

El aspecto de los auriculares es realmente variado, aunque básicamente está condicionado por el tipo de sujeción implementado y el propio diseño del auricular. Los modelos de diadema pasan un arco (de piel, metálico, plástico u otros materiales) por encima de la cabeza, o bien, se agarran por la parte posterior de la misma (más modernos) y pueden ser circumaurales (cubren totalmente la oreja con la almohadilla, lo que provoca un mayor aislamiento del exterior) o supraaurales (la almohadilla se apoya en la oreja sin cubrirla del todo). Mientras, se tienen los que se circunscriben al pabellón auditivo, ya sean los denominados intrauriculares (*in-ear*, en inglés) de tamaño muy reducido y que van colocados dentro del propio oído.

En cuanto al diseño, puede diferenciarse entre los de estructura abierta (dejan circular el aire entre el casco y la oreja, consiguiendo mejor calidad de audio, pero permitiendo “fugas” de sonido desde y hacia el exterior) y los cerrados (PC Actual, 2011).

2.2.15.2. Características técnicas de los auriculares

Los auriculares poseen diversas características técnicas, las cuales se citan a continuación:

- La respuesta de frecuencia, medida en hercios (número de vibraciones por segundo), que representa el rango de sonidos que el auricular es capaz de reproducir. El oído humano medio capta sonidos que van desde los 20 Hz hasta los 20 KHz, de modo que con asegurarse de que estamos dentro de ese rango será más que suficiente. Hay auriculares que van más allá y, para los más exigentes, pueden empezar en 5 Hz y llegar hasta los 51 KHz. En este sentido, aunque el oído

humano no distingue sonidos en estas frecuencias, algunos estudios indican que la experiencia sonora, en general, mejora notablemente.

- La impedancia, que es la oposición al paso de la corriente. En el caso de los altavoces tradicionales, este valor suele estar en torno a los 8 ohmios, aunque algunos bajan a la mitad. En cambio, los auriculares de mayor calidad suelen tener 32 ohmios, pudiendo llegar hasta los 600 (obviamente menos sensibles y, por lo tanto, peores).
- La sensibilidad, medida en decibelios. Su valor indica hasta qué nivel puede el auricular reproducir sonidos de baja potencia.
- La distorsión, es decir, la precisión con la que los auriculares reproducen el sonido, qué porcentaje de la señal emitida es distorsionada. En general, casi todos los modelos presentan una distorsión inferior al 1%, que se considera aceptable para el oído humano, aunque los más delicados encontrarán valores del 0,1%, siendo mucho más caros (PC Actual, 2011).

El resto de características podríamos decir que son secundarias y su interés se centra en gustos personales, capacidad adquisitiva y características tecnológicas. Entonces con base a esta información puede definirse las características mínimas al adquirir un auricular como las siguientes:

- Frecuencias entre 20 Hz y 20 KHz aun cuando en el mercado se encuentran entre 5 Hz y 51 KHz.
- La impedancia deseada sugiere que un audífono de calidad debe de contener alrededor de 20-32 ohmios de impedancia y que normalmente los encontramos de 8, ahora bien esto no quiere decir que 600 ohmios definían un auricular como de calidad pues por el contrario son menos sensibles generando un mal sonido.
- En cuanto a la sensibilidad, el valor de esta indica hasta qué nivel puede el auricular reproducir sonidos de baja potencia.

- La distorsión, es decir, la precisión con la que los auriculares reproducen el sonido debe de oscilar entre el 1% (siendo esto lo común en el mercado) y el 0,1% (siendo estos de los más caros).

Así al realizar la aplicación y las pruebas de las mismas, se definirá un estándar de audífono que se requiere para el buen funcionamiento del producto por desarrollar.

2.2.16. Sistema operativo móvil o SO móvil

Es un sistema operativo que controla un dispositivo móvil al igual que los PC's utilizan Windows o Linux por ejemplo. Sin embargo, los sistemas operativos móviles son mucho más simples y están más orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos (Fundación Wikimedia Inc, 2012).

2.2.16.1. Middleware

El middleware es el conjunto de módulos que hacen posible la propia existencia de aplicaciones para móviles. Es totalmente transparente para el usuario y ofrece servicios claves como el motor de mensajería y comunicaciones, codecs multimedia, intérpretes de páginas web, gestión del dispositivo y seguridad (Fundación Wikimedia Inc, 2012).

2.2.16.2. Sistemas operativos móviles más conocidos

Se destacan los siguientes con sus respectivas características (Villar & Toledo, 2008):

Palm OS

- ✓ Arquitectura basada en procesador ARM de 32 bits.
- ✓ Soporte para tamaño de pantalla hasta 320 x 480.
- ✓ Menos de 300 k solo para el SO (RAM).
- ✓ Máximo de 128 MB de RAM.

Symbian

- ✓ Brinda servicios genéricos como base de datos SQL.
- ✓ Seguridad integrada contra virus.
- ✓ Soporte en varias plataformas de desarrollo como C++, J2ME, C, MIDP 2.0.
- ✓ Empleada por multinacionales como Nokia.

Windows Mobile

- ✓ Familia de Windows CE desarrollado por Microsoft.
- ✓ Diseñado específicamente para dispositivos móviles.
- ✓ Facilidad de aprendizaje para los usuarios, pues es similar a la interfaz de Windows que la mayoría tienen en su hogar o empresa de trabajo.
- ✓ 256 niveles de prioridad para hilos de ejecución.
- ✓ Cifrado en SSL.

Iphone OS

- ✓ Aparece en el mercado en el 2007.
- ✓ Adaptación del ya existente OS X.
- ✓ Inclinado a la interfaz de usuario y a los temas de usabilidad.
- ✓ Actualmente, ha superado a Windows Mobile y posee versiones superiores a la 4.0 para Iphone.

Android

- ✓ Entre sus promotores se encuentra Google.
- ✓ Se basa en el Kernel de Linux para funciones de seguridad, manejo de memoria, procesos networking.
- ✓ Emplea un SDK de dominio público para que los desarrolladores puedan programar aplicaciones que corran en este SO. Asimismo se puede usar Eclipse.
- ✓ Cada aplicación Android corre en su propio proceso.
- ✓ Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., una firma comprada por Google en 2005.
- ✓ La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución.
- ✓ Soporta HTML5.

El hecho de que la plataforma Android sea en código abierto y, además, sea posible realizar el desarrollo en lenguaje Java permite inclinarse hacia esta opción como la ideal para

desarrollar el proyecto, pues se considera que la curva de aprendizaje será menor, ya que, actualmente, se cuentan con conocimientos básicos en estas áreas, contrario a las otras plataformas mencionadas.

2.2.16.1. Teléfono inteligente

Un teléfono inteligente (en inglés: *smartphone*) es un teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades semejantes a una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional. El término “inteligente”, que se utiliza con fines comerciales, hace referencia a la capacidad de usarse como un computador de bolsillo, y llega incluso a reemplazar a un computador personal en algunos casos. (Fundación Wikimedia Inc, 2007)

2.3. Marco Metodológico

En definitiva, el desarrollo ágil de software intenta evitar los tortuosos y burocráticos caminos de las metodologías tradicionales, enfocándose en las personas y los resultados. Promueve iteraciones en el desarrollo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desarrollando software en cortos lapsos, minimizando los riesgos. Cada una de esas unidades de tiempo se llama iteración, la cual debe durar entre una y cuatro semanas. Las iteraciones del ciclo de vida incluyen: planificación, análisis de requerimientos, diseño, codificación, revisión y documentación. Cada iteración no debe añadir demasiada funcionalidad para justificar el lanzamiento del producto al mercado, sino que la meta debe ser conseguir una versión funcional depurada. Al final de cada iteración, el equipo volverá a evaluar las prioridades del proyecto.

2.3.1. Metodología ágil para el desarrollo de software móvil

En el ensayo Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles, el desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes especiales obtenidas de características básicas. Mobile-D, es parte de esta investigación y se recomienda en desarrollos ágiles para el desarrollo de aplicaciones móviles. (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodríguez, 2009)

Mobile-D: es una mezcla de muchas técnicas. Los investigadores no dudaron en echar mano de las prácticas habituales de desarrollo de software. Pero, al mismo tiempo, consiguieron crear una contribución original para el nuevo escenario: el desarrollo de aplicaciones para sistemas móviles. Se cree que este ejemplo ilustra perfectamente cómo pueden usarse conjuntamente diferentes metodologías y técnicas en el contexto del desarrollo ágil (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodríguez, 2009).

Los autores de Mobile-D apuntan a la necesidad de disponer de un ciclo de desarrollo muy rápido para equipos muy pequeños. De acuerdo con sus suposiciones, Mobile-D está pensado para grupos de no más de 10 desarrolladores, que elaboran en un mismo espacio físico. La aproximación de Mobile-D se ha apoyado en muchas otras soluciones bien conocidas y consolidadas: eXtreme Programming (XP) y Rational Unified Process (RUP) (Inicio, elaboración, construcción, transición). El RUP es la base para el diseño completo del ciclo de vida.

El ciclo del proyecto en Mobile-D se divide en cinco fases: **exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema.** Esta metodología se ajusta al proyecto, pues el desarrollo ágil es justo lo necesario para dos programadores a lo largo de cada fase:

Exploración, se realiza un estudio de factibilidad y debe establecerse un plan de proyecto o cronograma de trabajo.

Inicialización, el producto principal es un plan para cada fase, deben prepararse e identificarse todos los recursos necesarios. Se prepara el plan para las siguientes fases y se busca establecer el entorno técnico, para lo cual buscará reunirse definiendo si se requiere algún componente, librería, aplicación, artefacto importante hacia la culminación de cada fase de manera exitosa.

En el contexto de este proyecto, en la fase de inicialización se establecerá una línea de investigación que indique la posible utilización de una aplicación móvil para la realización de diagnósticos auditivos. Cuando los desarrolladores identifiquen la plataforma móvil a utilizar, se

tomarán las aplicaciones ya existentes y se realizará un *backlog* de requerimientos para determinar las funcionalidades mínimas que la aplicación móvil tiene que tener, junto con el patrocinador del proyecto. Finalmente, se determinarán los parámetros por utilizar en la prueba auditiva de la aplicación. A continuación se resume la fase de inicialización:

Fase de inicialización



Ilustración 6 – Fase de inicialización

Elaboración propia

Producción según la teoría se repite la programación de tres días (planificación trabajo-liberación). Primero se planifica la iteración de trabajo, para ello realizamos reuniones con el stakeholder para definir requisitos y tareas futuras. Esta fase nos parece importante y funcional para el proyecto porque genera un producto inicial.

En ella, se establecieron 11 iteraciones de 4 semanas cada una. En el primer día se extrajeron las historias más críticas del *backlog* y se materializaron en requerimientos por implementar. Los siguientes días se trabajaron en la realización de los requerimientos seleccionados, posteriormente, se realizaron pruebas técnicas y, por último, se liberó la iteración.

Estabilización, se llevan a cabo las últimas acciones de integración para asegurar que el sistema completo funciona correctamente. Tomando en cuenta la participación de dos

desarrolladores, debe prevenirse que al darse la división de tareas es necesario definir tiempo para unificar y garantizar que el proyecto cuente con las funcionalidades deseadas.

La última fase (**prueba y reparación del sistema**) tiene como meta la disponibilidad de una versión estable y plenamente funcional del sistema. En este punto, debe contarse con las evaluaciones definidas terminadas e integradas en una sola versión para iniciar las pruebas con los requisitos de la clínica y proceder a eliminar todos los defectos encontrados.

CAPÍTULO III – Procedimiento metodológico

3.1. Procedimiento Metodológico

3.1.1. Mobile-D – Fase de exploración

A continuación se detalla la realización de la fase de exploración de la metodología escogida.

3.1.1.1. Contacto inicial

El contacto inicial con la Clínica Audinsa se da mediante la doctora Silvia Bonilla Berríos, la cual establece la necesidad de crear una aplicación de audiológía para apoyar las operaciones de diagnóstico y prevención, y promover soluciones de alta tecnología y de fácil acceso. Al haber una necesidad por parte de los estudiantes de cumplir con un proyecto de graduación, se toma un mutuo acuerdo en realizar este proyecto en un lapso de nueve meses, y se elige una metodología por seguir, para el cumplimiento de este.

3.1.1.2. Realización del plan de trabajo

Para la realización del plan de trabajo, se tomó el acuerdo de dividir este proyecto en una fase de inicialización de 20 días y una fase de producción de 11 iteraciones de 4 semanas.

3.1.1.3. Estudio de factibilidad

Se realizó un análisis sobre la viabilidad de realizar e implementar una aplicación móvil de audiometría. Para ello seguidamente se destacan distintos apartados que aclaran la factibilidad técnica, operativa, financiera y legal del proyecto. Se tiene esperado que al implementar una solución tecnológica móvil, funcione en conjunto con las operaciones de exámenes audiométricos de la clínica Audinsa, incrementando la cartera del número de pacientes de esta empresa. A continuación se presenta un análisis sobre factibilidad técnica, operativa, financiera y legal del proyecto.

3.1.1.3.1. Técnica

Actualmente, la clínica no ha incursionado en promover sus servicios en medio móviles más que la página Web que posee, haciendo que esta sea una solución bastante atractiva para sus clientes existentes y futuros. En el apartado de Marco Teórico se incluyó los distintos tipos de sistemas operativos móviles existentes, esto apoyado con la revisión de artículos y gráficos ha permitido definir la implementación en teléfonos móviles inteligentes con sistema operativo

Android, por lo tanto, la aplicación móvil residirá en la tienda de aplicaciones de Google llamado Google Play. Esta herramienta, a su vez, permite la adquisición y soporte continuo de la aplicación, al estar completamente integrado con los teléfonos Android. Por lo tanto, la aplicación residirá en este servicio de Google.

En cuanto al recurso técnico disponible, los desarrolladores aportaron sus recursos tecnológicos (computadoras, teléfonos móviles) para el desarrollo del proyecto, haciendo que la empresa no se tenga que ocupar en la adquisición de equipos para el mismo.

En resumen, se destacan las siguientes razones que apoyan la factibilidad técnica:

1. El servicio de Google Play para subir y dar soporte a aplicaciones móviles.
2. Utilización de Java como lenguaje de programación, el cual es una licencia no paga de tipo *freeware*.
3. Aporte de recursos tecnológicos propios para la creación de la aplicación, por lo que la clínica no necesitará invertir en el desarrollo del proyecto.

3.1.1.3.2. Operativa

La factibilidad operativa va de la mano con el soporte que brinda la herramienta propuesta en las operaciones de la clínica, ofreciendo un servicio de audiometría en teléfonos móviles. El mismo, apoyará y acercará a los pacientes existentes y nuevos, ya sea al brindarles la opción de informarse mediante los artículos sugeridos, la opción de enviar al usuario información de los exámenes realizados desde la aplicación. A continuación, se describirá como la solución estará de la mano con el proceso operativo de la Clínica:

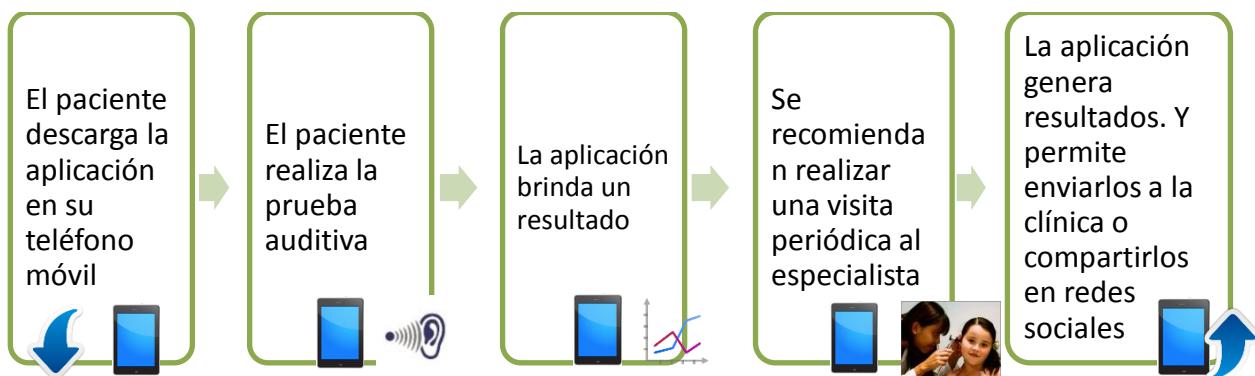


Ilustración 7 – Soporte de la aplicación en las operaciones básicas de la Clínica Audinsa

Fuente: Elaboración propia

El personal de la clínica no tiene que capacitarse en ningún aspecto, ya que la aplicación proveerá un servicio diseñado por ellos mismos, siendo esta bastante intuitiva para el usuario. La información generada por la herramienta será manejada por el personal vía correo electrónico y la política de respaldo de información queda en manos del personal de la clínica.

3.1.1.3.3. Financiera

Para la factibilidad financiera, se tomaron en cuenta:

- Los costos asociados al tiempo por parte de cada desarrollador (costo de los recursos humanos).
- Los costos asociados a los recursos tecnológicos y software por utilizar en la creación de la solución tecnológica.

3.1.1.3.3.1. Costo de recursos humanos

En este apartado se analizará el costo estimado por cada desarrollador del proyecto, los cuales son conformados por dos participantes, quienes trabajarán 16 horas por semana en un período de 9 meses aproximadamente:

	Precio por hora	Total de horas del proyecto	Total por cobrar
Desarrollador 1	\$15	598	\$8 970
Viáticos	\$15 por cada 6 horas de trabajo	598	\$1495
Desarrollador 1			
Desarrollador 2	\$15	598	\$8 970
Viáticos	\$15 por cada 6 horas de trabajo	598	\$1495
Desarrollador 2			
Total del proyecto			\$20930

Tabla 1 – Costo de recursos humanos estimado

Fuente: Elaboración propia

En este proyecto al tener la naturaleza de ser *ad honorem*, los desarrolladores no cobrarán el monto estimado con anterioridad de \$20930.

3.1.1.3.3.2. Costo de equipos y software por utilizar

Los recursos disponibles para la creación de la aplicación serán brindados por los mismos desarrolladores:

Nombre del activo	Detalle de uso	Precio del activo
Computadora portátil Sony Vaio	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de aplicación.• Documentación.	\$1 700
Computadora portátil Toshiba	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de aplicación.• Documentación.	\$1 300
Teléfono móvil inteligente Sony Ericsson Xperia Play	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de la aplicación	\$300
Audífonos	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de la aplicación	\$147
2 discos duros externos	<ul style="list-style-type: none">• Respaldo de información	\$229
Total activos		\$3 676

Tabla 2 – Costo de activos por utilizar

Fuente: Elaboración propia

El software que se va a emplear para programar la aplicación móvil tiene la característica principal de que sus licencias son gratis y de código abierto. El *IDE* con el cual se desarrollará la aplicación va a ser el Eclipse, *IDE* sin ningún costo en cuanto a licencias. Sin embargo, el uso de software libre no exenta los costos relacionados con su aprendizaje. El centro de especialización en informática CENFOTEC, ubicado en San Pedro de Montes de Oca ofrece cursos de actualización profesional de desarrollo en plataformas Android, el cual tiene un valor de 450 dólares por 32 horas, sin embargo, esto no se incluirá en los costos del proyecto, porque el aprendizaje será continuo mediante el desarrollo de la aplicación.

3.1.1.3.4. Legal

Los derechos de autor de la aplicación serán dados a la Universidad Nacional y a los desarrolladores responsables, los cuales formarán parte de los derechos intelectuales asociados a

la creación de dicha aplicación. El resultado final del proyecto será legal en todo su aspecto, ya que en la construcción del mismo no se usarán programas que ocupen licenciamiento.

Bajo la creación de un producto basado en software libre, se creará una licencia de tipo *Free Software Foundation* (Fundación de Software Libre) una vez entregado el producto a la Clínica. A la misma se le facilitará el código fuente. La clínica podrá utilizarlo libremente bajo las excepciones de poder privarlo o venderlo sin previa notificación a los creadores intelectuales.

3.1.2. Mobile-D – Fase de inicialización

En la fase de inicialización, se dedicó al trabajo de investigación, definición de requerimientos, creación conceptual de la solución y preparación tecnológica para llevar a cabo el proyecto.

3.1.2.1. Definición de requerimientos

En la definición de requerimientos se realizó un análisis de aplicaciones móviles y sistemas Web importantes ya existentes en esta área de la salud, y se creó un cuadro comparativo con las características fundamentales de cada una, tal y como se aprecia en la Tabla 3:

	uHear (iOS)	Test en línea: Pruebe su audición (Web)	Test auditivo (Web)	Test yourhearing (Android)
Gratis	•	•	•	•
Examen: Sensibilidad de oído	•			•
Examen: Habla en ruido	•	•	•	
Examen: Cuestionario	•		•	
Examen: Diferenciación de frecuencias				•
Instrucciones de prueba	•	•	•	•
Almacenamiento de resultados	•			
Uso de gráficos durante/después de las pruebas	•			•
Acerca de	•			
Medición de tiempo de prueba				
Medición de sensibilidad por oído (derecho e izquierdo)	•			
Explicación de resultados	•	•	•	•
Verificación de resultados falsos por parte del usuario				•
Consejos para la salud auditiva	•			
Compartir resultados (Facebook, Twitter)				•
Políticas de privacidad	•			
Soporte	•			
Selección de nivel de volumen al inicio de pruebas	•			
Selección de nivel de volumen durante la prueba				•
Perfiles de usuario				

Tabla 3 – Comparación de aplicaciones de audiolología existentes

Elaboración propia

Luego de haber analizado las aplicaciones existentes, y con la necesidad de la clínica en la realización de una aplicación móvil similar, se levanta una lista de requerimientos, la cual se detalla a continuación:

- **REQ-FN-1** Las siguientes pantallas solo contendrán un botón de opciones con la posibilidad de regresar:
 - Pantallas con las instrucciones de los exámenes.
 - Pantallas de los exámenes (se realiza un examen audiológico).
 - Pantalla de resultados.
 - Acerca de.
- **REQ-FN-2** La aplicación móvil tendrá la opción de Acerca de, la cual contendrá:
 - La versión de la aplicación
 - Especificación de que esta prueba no pretende remplazar la visita a un especialista.
- **REQ-FN-3** Al ingresar a la aplicación, esta desplegará los perfiles de usuario ingresados, junto con una opción para agregar un nuevo perfil y modificar los existentes. Al presionar “agregar perfil” se solicitará la siguiente información:
 - Nombre
 - Fecha de nacimiento (día/mes/año)
 - Correo electrónico
- **REQ-FN-4** Al ingresar a un perfil, la aplicación contendrá una pantalla principal, con diferentes pruebas auditivas y su duración aproximada.(Pantalla Principal)
- **REQ-FN-5** Al presionar el botón de opciones (si está disponible, ver REQ-FN-1), aparecerán las siguientes acciones:
 - Perfil
 - Resultados
 - Artículos
 - Consultorio
 - Acerca de
 - Regresar o salir
- **REQ-FN-6** Cada examen audiológico de la aplicación contendrá una pantalla de instrucciones, la cual le explicará al usuario los pasos requeridos.
- **REQ-FN-7** El sistema almacenará los distintos resultados de los exámenes realizados en

el dispositivo, los cuales podrán ser accedidos en la pantalla de Opciones/Resultados, ubicada dentro del perfil seleccionado. Esta desplegará:

- La lista de los resultados ordenados por fecha.
- Un ícono descriptivo, junto con el nombre de la prueba, resultado y duración de esta.
- Opción de eliminar, contactar y compartir.
- **REQ-FN-8** La pantalla resultado, accedida al final de cada prueba, debe de tener el siguiente detalle:
 - Gráfico del resultado obtenido.
 - Despliegue de diagnóstico final, el cual explicará el diagnóstico al usuario.
 - La fecha en la cual se hizo la prueba.
 - La duración de la prueba.
 - Opciones para:
 - Contactar a la clínica audiológica.
 - Compartir el resultado con las distintas aplicaciones sociales instaladas en el dispositivo.
- **REQ-FN-9** La opción de Artículos desplegará las publicaciones realizadas por el especialista de la clínica en el blog para velar por la salud auditiva del usuario.
- **REQ-FN-10** Sensibilidad de oído-La aplicación contendrá un examen que medirá la sensibilidad auditiva:
 - Esta medición se realizará por oído (derecho u izquierdo).
 - Los sonidos será en igual cantidad, con las mismas frecuencias y pondrán a prueba cada oído.
 - Las frecuencias a utilizar serán establecidas por el especialista entre un rango de 250-8 000 Hz.
 - Los tonos a utilizar contendrán un volumen constante de 20 db.
 - La cantidad de tonos es de 4 en cada oído.
- **REQ-FN-11** Las siguientes pantallas solo contendrán un botón de opciones con la posibilidad de salir:
 - La pantalla inicial para agregar o escoger el perfil de la aplicación.
- **REQ-FN-12** Cuestionario- La aplicación contendrá un examen que:

- Tendrá 10 preguntas, de selección única.
- Según las respuestas establecerán 2 niveles de escucha
 - Escucha óptima.
 - Escucha moderada.
- **REQ-FN-13** Si el usuario escoge contactar a la Clínica Audiológica, se le presentará la opción de confirmar el envío de su perfil, los datos del mismo y el resultado de la prueba realizada.
- **REQ-FN-14** Si el usuario selecciona la opción de Consultorio, se le presentarán los consultorios de la clínica Audinsa, S.A., configurados en el momento de entrega de la aplicación.

3.1.2.2. Diseño conceptual de la solución

La vista o diseño conceptual es usada para definir los requerimientos funcionales y la visión que los usuarios del negocio tienen de la aplicación y describir el modelo de negocio que la arquitectura debe cubrir.

Esta vista estará descripta en términos de Casos de Uso que definen la funcionalidad que la aplicación deberá brindar. Además, la vista muestra los subsistemas y módulos en los que se divide la aplicación:



Ilustración 8 – Módulos de la aplicación

Elaboración propia

3.1.2.2.1. Diagrama de casos de uso

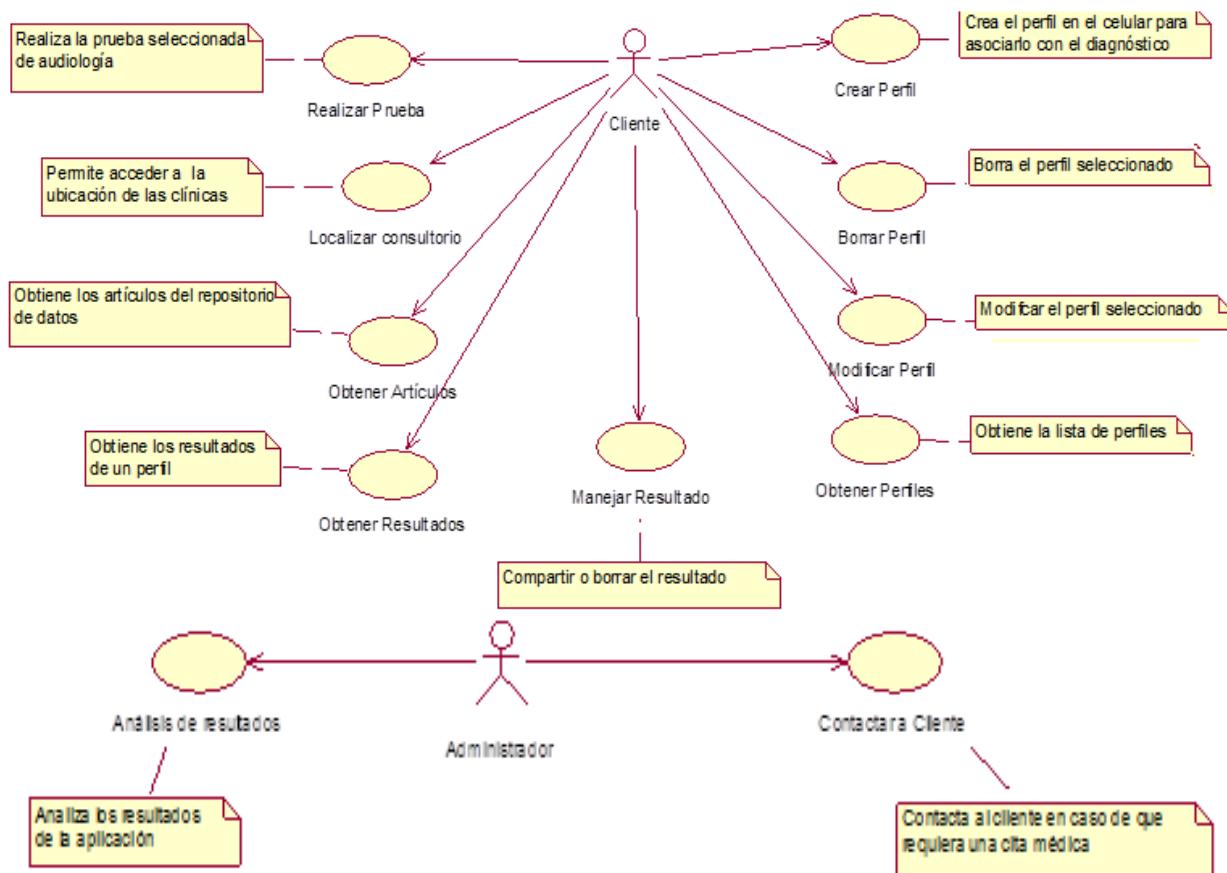


Ilustración 9 – Casos de uso

Elaboración propia

3.1.2.2.2. Diagrama de clases

A continuación se presenta el diagrama de clases basado en la definición de requerimientos.

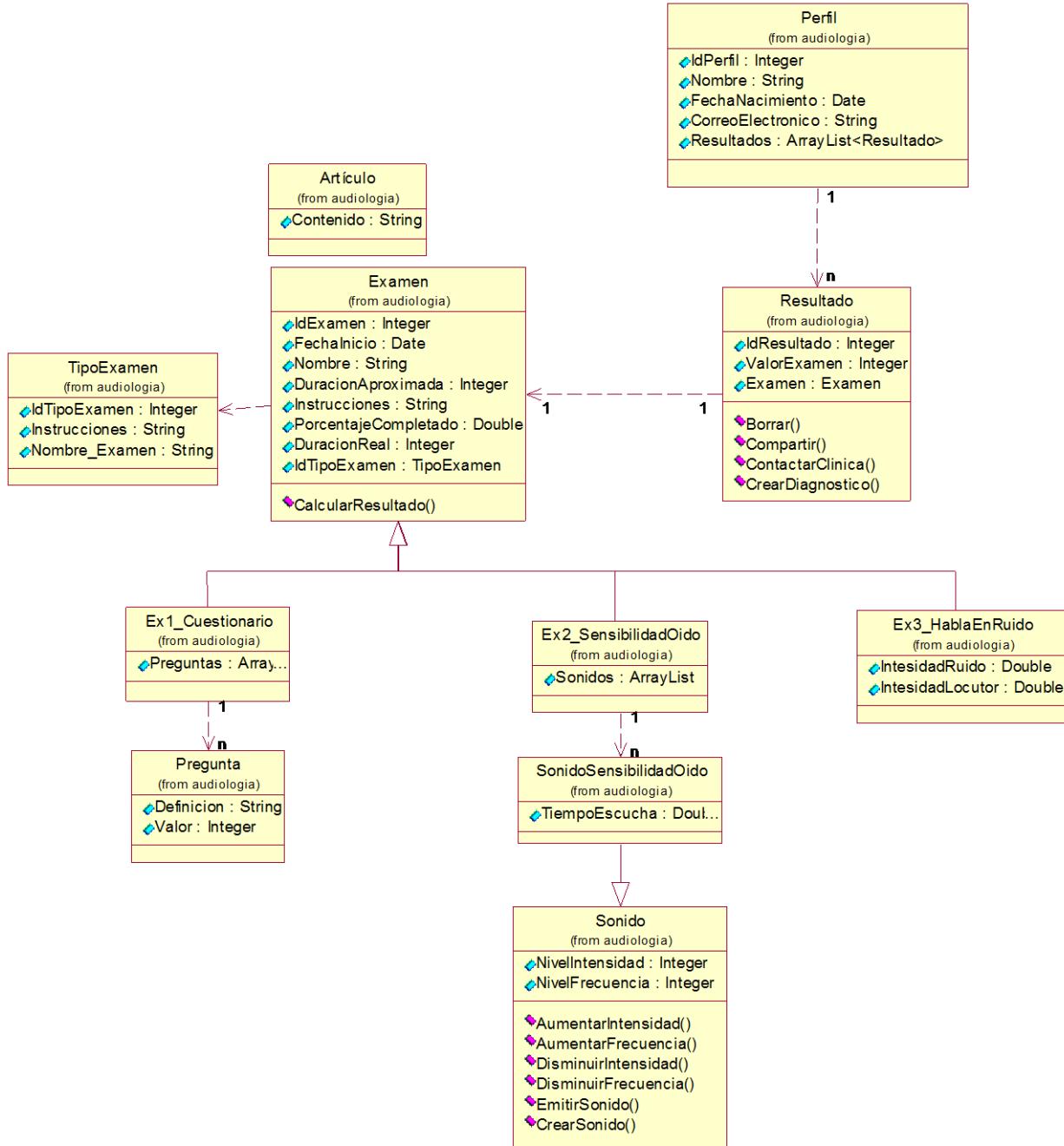
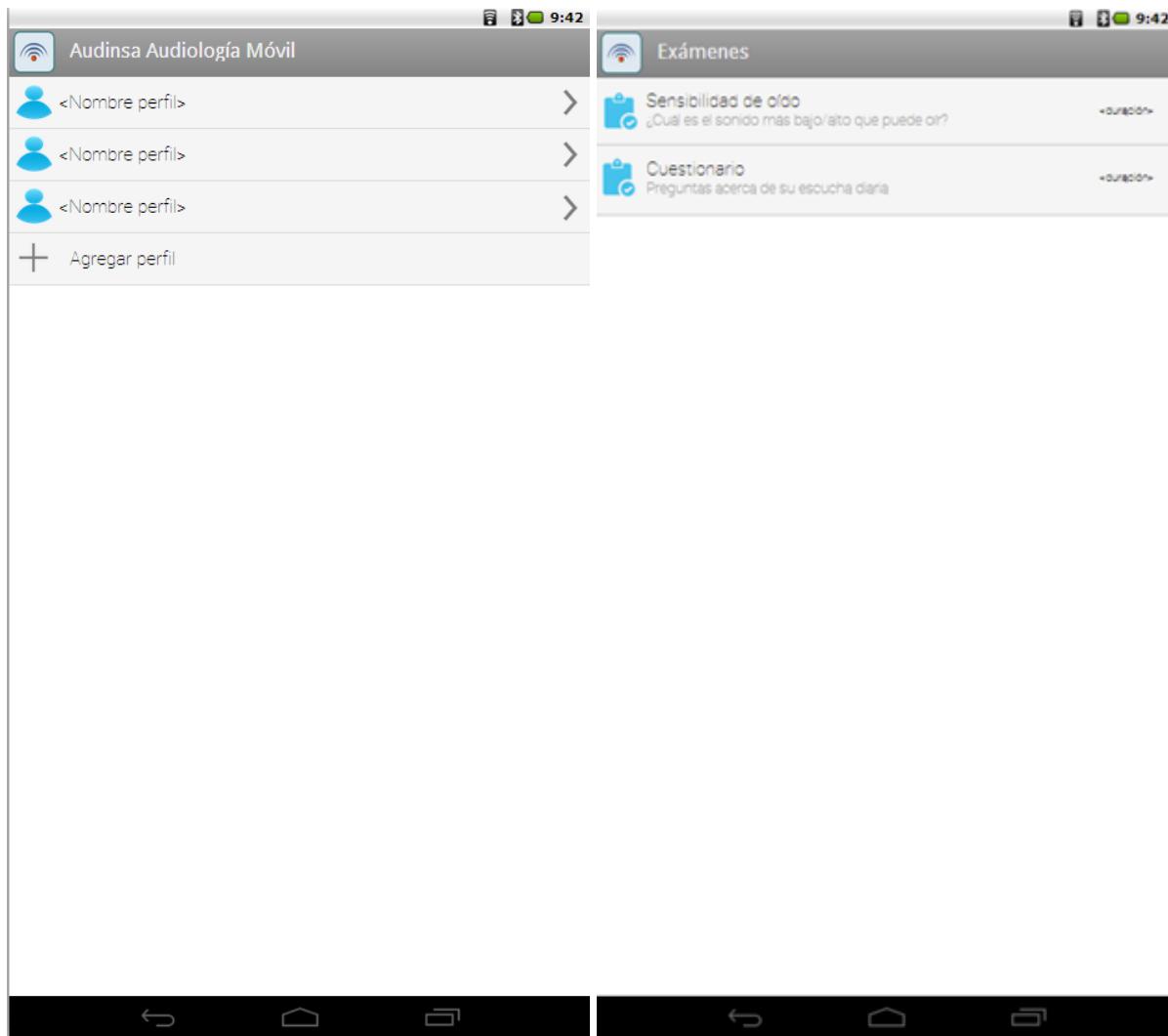


Ilustración 10 – Diagrama de clases

Elaboración propia

3.1.2.1. Diseño de interfaces

Se detalla en esta subsección el prototipo realizado en las pantallas más significativas de la aplicación:



Sensibilidad de Oídos

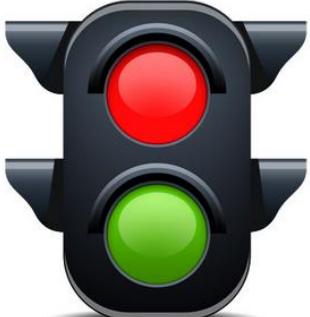
Indique en que oído percibió el sonido



9:42

Resultado Sensibilidad de Oído

Resultado



«Descripción del resultado del examen, se le explicará al usuario el resultado de la prueba y la recomendación a realizar»

Acciones

- Contacter a la clínica
- 🔗 Compartir

Regresar

9:42

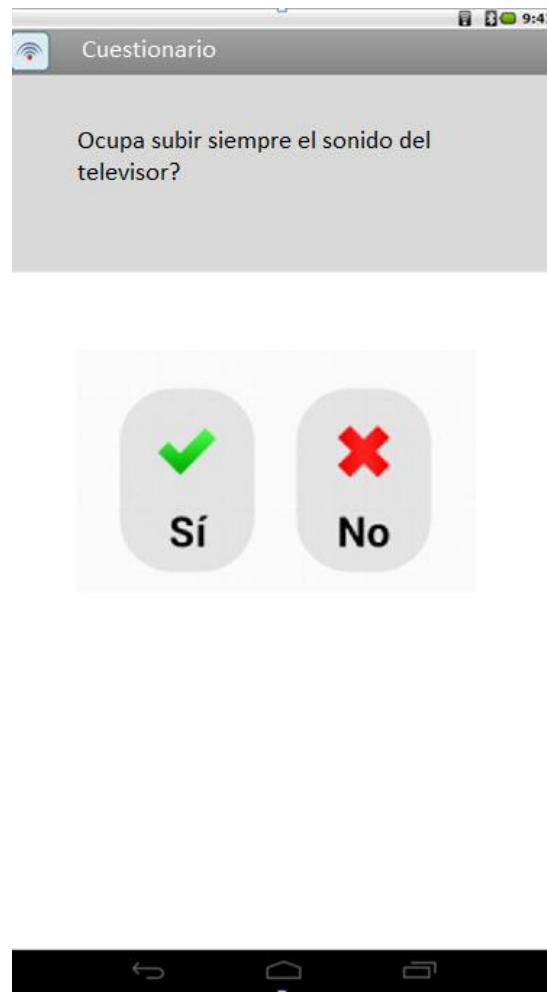


Ilustración 11 –Diseño conceptual de la solución
Elaboración propia

3.1.3. Diseño de base de datos

Los dispositivos móviles Android cuentan con un motor de base de datos integrado llamado Sqlite, en el cual, se pueden diseñar tablas usando tipos de datos definidos por el mismo. A continuación, se adjunta el diseño de la base de datos de la aplicación:

Diagrama de Base de Datos Audinsa App

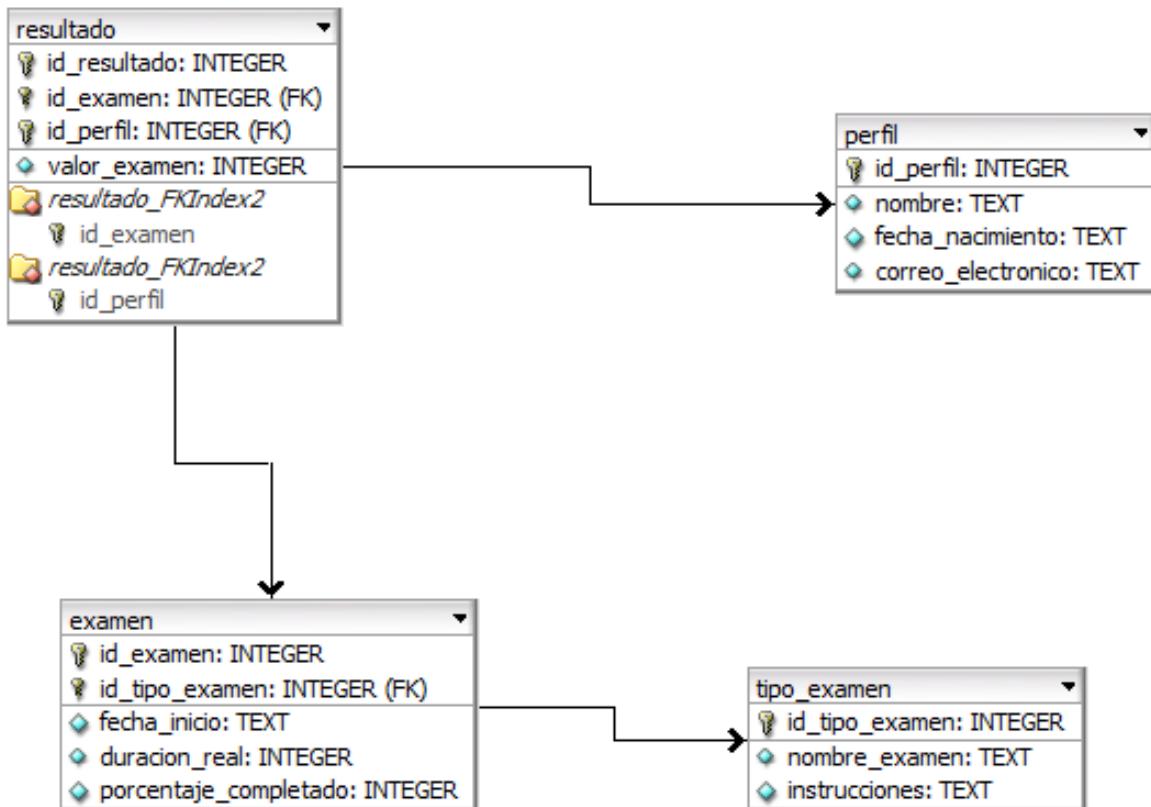


Ilustración 12 – Diseño de base de Datos

Elaboración propia

El diagrama define cuatro tablas que se encargan de contener la información, las mismas son creadas la primera vez que se accede a la aplicación desde el dispositivo.

3.1.4. Pruebas

Se diseña una lista de los posibles escenarios, agrupados por colores en donde el naranja se asocia con el examen de sensibilidad de oído, el celeste con la prueba de cuestionario, y el color gris es usado para las funcionalidades generales de la aplicación.

Con base en estas pruebas, el usuario decidirá si aplican o no la realización de los escenarios. Dicha lista contiene una columna para establecer el resultado de la prueba y las observaciones para cada escenario en caso de ser necesario. Finalmente, contiene una columna

que será utilizada para realizar un análisis de la columna resultado, mediante una reunión entre los desarrolladores y el usuario.

Escenarios				
Número	Descripción	Resultado	Observaciones	Estado del análisis de los escenarios (desarrolladores y patrocinador)
1	Al ingresar se despliega la opción de agregar perfil y se solicitan los siguientes datos ◦ Nombre ◦ Fecha de nacimiento (día/mes/año) ◦ Correo electrónico			
2	Agregar Perfil satisfactoriamente			
3	El sistema valida que se completen los campos: Nombre, correo electrónico			
4	Funcionalidad adecuada del botón agregar y cancelar en la pantalla perfil			
5	Opciones del perfil (modificar y eliminar) se despliegan al presionar constantemente el perfil, en la pantalla inicial			
6	Perfil modificado con éxito			
7	Se selecciona cancelar en la pantalla de modificar perfil			
8	Perfil eliminado con éxito			
9	Se selecciona cancelar al seleccionar eliminar perfil			
10	Sistema permite seleccionar examen de cuestionario			
11	Sistema despliega de manera correcta las instrucciones de examen de cuestionario			
12	Las opciones en la pantalla de instrucciones, funcionan de manera correcta. Botones empezar y cancelar, además el menú al presionar el botón de menú del teléfono			
13	Examen cuestionario, se muestra resultado adecuado (reprobado) cuando 3 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta Sí			

14	Examen cuestionario, se muestra resultado adecuado (aprobado) cuando 8 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta No		
15	Examen cuestionario, muestra mensaje del resultado correcto.		
16	Examen cuestionario, semáforo de resultado es acorde al mensaje		
17	Examen cuestionario, permite contactar y compartir. Anotar observaciones en caso de falla de alguno de los dos o de ambos		
18	Examen cuestionario, permite regresar		
19	Examen cuestionario, permite acceder al menú de opciones en el resultado		
20	Examen cuestionario, funciona el menú de opciones presionando el botón de menú del teléfono. Anote observaciones sino funciona alguna opción de la manera deseada		
21	Examen cuestionario, tiene 10 preguntas		
22	Sistema permite seleccionar examen de sensibilidad de oído		
23	Las opciones en la pantalla de instrucciones, funcionan de manera correcta. Botones empezar y cancelar, además, el menú al presionar el botón de menú del teléfono		
24	Sistema despliega de manera correcta las instrucciones del examen sensibilidad de oído		
25	Sistema valida que se cumplan con los pasos de las instrucciones para poder empezar en el examen de sensibilidad de oído		
26	Examen Sensibilidad de oído, se muestra resultado adecuado cuando se equivoca uno o más sonidos (requiere acudir a un especialista)		
27	Examen Sensibilidad de oído, se muestra resultado adecuado cuando no se equivoca los sonidos (no requiere acudir a un especialista)		
28	Examen Sensibilidad de oído, semáforo de resultado es acorde al		

	mensaje			
29	Examen Sensibilidad de oído, permite contactar y compartir			
30	Examen Sensibilidad de oído, permite regresar			
31	Examen Sensibilidad de oído, permite acceder al menú de opciones.			
32	Examen sensibilidad de oído, funciona el menú de opciones. Anote observaciones, si no funciona alguna opción de la manera deseada			
33	Examen sensibilidad de oído cumple con: ◦ Realizar evaluación por oído (derecho u izquierdo). ◦ Los sonidos son en igual cantidad, con las mismas frecuencias y pondrán a prueba cada oído. ◦ Las frecuencias a utilizar están en un rango de 250-8 000 Hz. ◦ Los tonos por utilizar contendrán un volumen constante de 20 db. ◦ La cantidad de tonos es de 4 en cada oído.			
34	Los exámenes realizados en el dispositivo, son accedidos en la pantalla de Opciones/Resultados			
35	La pantalla de resultados muestra la lista de los resultados ordenados por fecha (ascendentemente)			
36	La pantalla de resultados muestra el ícono descriptivo del resultado, junto con el nombre de la prueba, resultado de la prueba y duración de la misma.			
37	Al presionar el resultado se muestra menú para compartir, contactar, eliminar.			
38	En la pantalla de resultados generales, al dar clic sobre un resultado el menú para compartir, contactar, eliminar funciona de manera adecuada			

	Solo estás pantallas tienen menú con varias opciones: ◦ Pantallas con las instrucciones de los exámenes. ◦ Pantallas de los exámenes se realiza un examen audiológico. ◦ Pantalla de resultados. ◦ Acerca de.			
39	Aplicación permite acceder a la opción acerca de			
40	En la opción acerca de se muestra la versión de la aplicación y especificación definida de que la prueba no reemplaza la visita a un especialista			
41	Al ingresar al perfil se despliegan las pruebas junto con su duración aproximada			
42	Al desplegar el menú de opciones, dentro del perfil seleccionado, aparecen las siguientes acciones posibles: ◦ Perfil ◦ Resultados ◦ Artículos ◦ Consultorio ◦ Acerca de ◦ Regresar o salir			
43	Cada examen audiológico de la aplicación tiene una pantalla de instrucciones, la cual le explica al usuario los pasos para llevar a cabo la prueba.			
44	La opción de Artículos desplegará las publicaciones realizadas por el especialista de la clínica en el blog para velar por la salud auditiva del usuario.			
45	La opción de Consultorio, presentará los consultorios de la clínica Audinsa, S.A., configurados en el momento de entrega de la aplicación.			
46				

Tabla 4 – Escenarios de pruebas

Elaboración propia

3.1.5. Resultados

Las columnas número y descripción son las diseñadas para las pruebas. Por otro lado las columnas Resultado y Observaciones son completadas por el usuario al realizar cada una de las pruebas. La columna final permite evidenciar si las observaciones y resultados eran acordes a las pruebas creadas y si la aplicación requirió de un ajuste.

Escenarios				
Número	Descripción	Resultado	Observaciones	Estado del análisis de los escenarios (desarrolladores y patrocinador)
1	Al ingresar se despliega opción de agregar perfil y se solicitan los siguientes datos <ul style="list-style-type: none">◦ Nombre◦ Fecha de nacimiento (día/mes/año)◦ Correo electrónico	PASA	No se indica el formato de la fecha de nacimiento dd/mm/aa y a la hora de enviar la información a la clínica la fecha no se coloca con formato de fecha, por ejemplo pone: Fri Mar 06 00:00:00 CST 1987	Se realiza el ajuste solicitado.
2	Agregar Perfil satisfactoriamente	PASA		
3	El sistema valida que se completen los campos Nombre, correo electrónico	PASA		
4	Funcionalidad adecuada del botón agregar y cancelar en la pantalla perfil	PASA		
5	Opciones del perfil (modificar y eliminar) se despliegan al presionar constantemente el perfil, en la pantalla inicial	PASA		
6	Perfil modificado con éxito	PASA		
7	Se selecciona cancelar en la pantalla de modificar perfil	PASA		
8	Perfil eliminado con éxito	PASA		
9	Se selecciona cancelar al seleccionar eliminar perfil	PASA		
10	Sistema permite seleccionar	PASA		

	examen de cuestionario			
11	Sistema despliega de manera correcta las instrucciones de examen de cuestionario	PASA		
12	Las opciones en la pantalla de instrucciones, funcionan de manera correcta. Botones empezar y cancelar, además el menú al presionar el botón de menú del teléfono	PASA		
13	Examen cuestionario, se muestra resultado adecuado (reprobado) cuando 3 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta Sí	REPROBADO	Aparece el mensaje (reprobado) cuando 2 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta Sí	RESUELTO, estado cambio a PASA
14	Examen cuestionario, se muestra resultado adecuado (aprobado) cuando 8 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta No	PASA		
15	Examen cuestionario, muestra mensaje del resultado correcto.	PASA		
16	Examen cuestionario, semáforo de resultado es acorde al mensaje	PASA		
17	Examen cuestionario, permite contactar y compartir. Anotar observaciones en caso de falla de alguno de los dos o de ambos	REPROBADO	No deja anotar observaciones en caso de falla en uno o en ambos oídos, con el cuestionario no se puede determinar esto.	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.
18	Examen cuestionario, permite regresar	PASA		
19	Examen cuestionario, permite acceder al menú de opciones en el resultado	REPROBADO	Dentro del examen cuestionario solo se puede acceder a "Regresar"	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.

20	Examen cuestionario, funciona el menú de opciones presionando el botón de menú del teléfono. Anote observaciones sino funciona alguna opción de la manera deseada	REPROBADO	Dentro del examen cuestionario solo se puede acceder a "Regresar" presionando el menú del teléfono	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.
21	Examen cuestionario, tiene 10 preguntas	PASA		
22	Sistema permite seleccionar examen de sensibilidad de oído	PASA		
23	Las opciones en la pantalla de instrucciones, funcionan de manera correcta. Botones empezar y cancelar, además el menú al presionar el botón de menú del teléfono	REPROBADO	En la pantalla de instrucciones los botones "EMPEZAR" y "CANCELAR" sí funcionan, el menú del teléfono solo da la opción de "REGRESAR" y al iniciar la prueba solo sale una opción que dice "Settings"	RESUELTO, estado cambio a PASA
24	Sistema despliega de manera correcta las instrucciones del examen sensibilidad de oído	PASA		
25	Sistema valida que se cumplan con los pasos de las instrucciones para poder empezar en el examen de sensibilidad de oído	PASA		
26	Examen Sensibilidad de oído, se muestra resultado adecuado cuando se equivoca uno o más sonidos (requiere acudir a un especialista)	PASA		
27	Examen Sensibilidad de oído, se muestra resultado adecuado cuando no se equivoca los sonidos (no requiere acudir a un especialista)	PASA		
28	Examen Sensibilidad de oído, semáforo de resultado es acorde con el mensaje	PASA		

29	Examen Sensibilidad de oído, permite contactar y compartir	PASA		
30	Examen Sensibilidad de oído, permite regresar	PASA		
31	Examen Sensibilidad de oído, permite acceder al menú de opciones.	PASA	La única opción que aparece es "REGRESAR"	No aplica la observación.
32	Examen sensibilidad de oído, funciona el menú de opciones. Anote observaciones sino funciona alguna opción de la manera deseada	PASA	La única opción que aparece es "REGRESAR"	No aplica la observación.
33	Examen sensibilidad de oído cumple con: ◦ Realizar evaluación por oído (derecho u izquierdo). ◦ Los sonidos son en igual cantidad, con las mismas frecuencias y pondrán a prueba cada oído. ◦ Las frecuencias a utilizar están en un rango de 250-8 000 Hz. ◦ Los tonos a utilizar contendrán un volumen constante de 20 db. ◦ La cantidad de tonos es de 4 en cada oído.	PASA		
34	Los exámenes realizados en el dispositivo, son accedidos en la pantalla de Opciones/Resultados	PASA		
35	La pantalla de resultados muestra la lista de los resultados ordenados por fecha (ascendentemente)	REPROBADO	Muestra los resultados "descendente" de la primera prueba realizada hasta la última	RESUELTO, estado cambio a PASA
36	La pantalla de resultados muestra el ícono descriptivo del resultado, junto con el nombre de la prueba, resultado de la prueba y duración de la misma.	PASA		
37	Al presionar el resultado se muestra menú para compartir, contactar, eliminar.	PASA		
38	En la pantalla de resultados generales, al dar clic sobre un resultado el menú para compartir,	PASA		

	contactar, eliminar funciona de manera adecuada			
39	<p>Solo estás pantallas tienen menú con varias opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pantallas con las instrucciones de los exámenes. ◦ Pantallas de los exámenes se realiza un examen audiológico. ◦ Pantalla de resultados. ◦ Acerca de. 	REPROBADO	Pantallas con las instrucciones de los exámenes. Solo sale regresar Acerca de. Solo sale regresar	No aplica la observación ni resultado reprobado según los requerimientos el escenario PASA
40	Aplicación permite acceder a la opción acerca de	PASA		
41	En la opción acerca de se muestra la versión de la aplicación y especificación definida de que la prueba no reemplaza la visita a un especialista	PASA	¿Se puede poner, abajo de la versión, la página WEB de Audinsa S.A. y un mensaje que diga "Todos los Derechos de autor reservados baja la marca AUDINSA"?	PENDIENTE observación, sin embargo el resultado de la prueba es pasa y al estar fuera de los requerimientos se evaluará.
42	Al ingresar al perfil se despliegan las pruebas junto con su duración aproximada	PASA		
43	<p>Al desplegar el menú de opciones, dentro del perfil seleccionado, aparecen las siguientes acciones posibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Perfil ◦ Resultados ◦ Artículos ◦ Consultorio ◦ Acerca De ◦ Regresar o salir 	PASA	¿Podemos sacar de aquí la opción artículos y colocarlos afuera en la opción de los exámenes como "ARTICULOS DE INTERES"?	PENDIENTE observación, sin embargo el resultado de la prueba es PASA y al estar fuera de los requerimientos se evaluará.
44	Cada examen audiológico de la aplicación tiene una pantalla de instrucciones, la cual le explica al usuario los pasos para llevar a cabo la prueba.	PASA		
45	La opción de Artículos desplegará las publicaciones realizadas por el especialista de la clínica en el blog para velar por la salud auditiva del usuario.	PASA		

46	<p>La opción de Consultorio, presentará los consultorios de la clínica Audinsa, S.A., configurados en el momento de entrega de la aplicación.</p>	REPROBADO	<p>Las direcciones están incorrectas. No se ve claramente la ubicación de las dos oficinas. Tal vez se puedan colocar dos opciones iniciales en la pantalla del mapa que digan "Audinsa Heredia. Frente al Hospital San Vicente de Paúl 2560-5580/ 4000-1126" y "Audinsa Guadalupe. 150 metros Este de la Municipalidad en Centro Médico Santa Clara 2560-5580/ 4000-1126" y que al darle clic direccione a la ubicación en el mapa.</p>	RESUELTO, estado cambio a PASA
----	---	-----------	--	-----------------------------------

Tabla 5 – Resultados de pruebas

Elaboración propia

CAPÍTULO IV – Análisis retrospectivo

4.1. Análisis Retrospectivo o Análisis de Resultados

4.1.1. General

Proporcionar una herramienta utilizando teléfonos móviles inteligentes a la clínica Audinsa S.A., para facilitar el análisis, diagnóstico y prevención de enfermedades relacionadas con los niveles de audición de sus pacientes.

El objetivo de este proyecto está enfocado al área de salud auditiva de los pacientes de la clínica Audinsa S.A., mediante un aplicativo que brinda la oportunidad de realizar pruebas auditivas definidas por un especialista. Posteriormente, la aplicación brinda un diagnóstico de las pruebas y ofrece la opción de acceder a información relevante publicada por el o la profesional de la clínica, cuyo tema está relacionado a los diferentes cuidados o avances en el tema auditivo.

La metodología empleada permite en la Exploración, realizar un estudio de factibilidad y un plan de proyecto para dar paso a la fase inicial. En esta, mediante una investigación se determina la plataforma de Android como la mejor opción para desarrollar este aplicativo. Seguidamente, las comparaciones entre aplicaciones similares llevan a establecer las funcionalidades mínimas que la aplicación móvil a desarrollar debe de tener. Aquí es en donde se inicia el planteamiento o diseño de Audinsa con la toma inicial de requerimientos. En este punto, los analistas junto con el usuario dedican sesiones de trabajo para definir los requisitos de la aplicación, denominada por sus autores Audinsa Salud Auditiva.

La aplicación AUDINSA Salud Auditiva es el producto generado en la fase de producción. En esta fase, se desarrollaron cada uno de los requerimientos solicitados, dando origen al producto que se crea para ser utilizado en teléfonos móviles inteligentes con sistema operativo Android y así cumplir con el objetivo general del proyecto, logrando apoyar la labor de la clínica Audinsa S.A. de analizar, diagnosticar y dar información para la prevención de enfermedades a sus pacientes. Esto mediante los exámenes y funcionalidades definidas en los requerimientos.

Es importante mencionar que los colaboradores de la clínica siempre apoyaron la realización del proyecto, por lo cual las reuniones y la definición de un grupo de trabajo usando

mensajería, permitieron estar en contacto directo en todo momento. Finalmente, luego de la fase de producción mencionada, las últimas acciones permiten estabilizar y probar fallas que impidan el funcionamiento correcto del sistema.

En palabras propias del dueño del producto (ver Anexo Razones de la creación de la aplicación móvil Audinsa), el beneficio que obtiene la empresa con el cumplimiento de este objetivo radica en:

- La originalidad de la idea: En Costa Rica no existía una aplicación sobre salud auditiva.
- Dar a conocer la página web: Audinsa ya tenía aplicaciones digitales como la página web.
- Dar a conocer la clínica en la aplicación móvil: Otras aplicaciones similares no incluyen ubicación de la clínica, artículos y tamizaje auditivo.
- Ofrecer servicios de contactar a la clínica y solicitar citas: No existe en el mercado ninguna aplicación sobre salud auditiva que permita al usuario solicitar una cita directamente a la clínica.

Finalmente, destaca que la elección de que la aplicación sea móvil se da por el auge de esta nueva tecnología en el mercado costarricense, y porque el uso de la misma le permite acercarse a las personas, ya que, actualmente la población costarricense omite realizar un control adecuado de su sentido de la audición (Ver análisis retrospectivo del primer objetivo específico)

La realización de este objetivo permitió solventar la problemática actual de la clínica Audinsa S.A., la cual tiene la necesidad de incorporar la tecnología móvil para apoyar su misión y visión, y así mejorar el servicio que brinda.

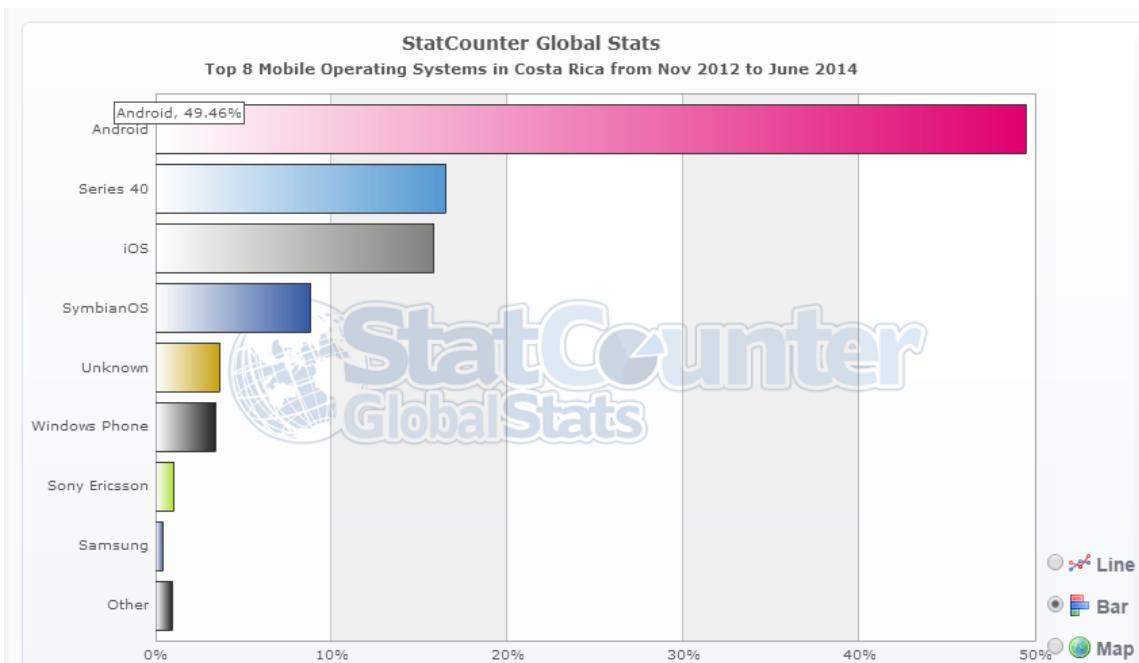
4.1.2. Específicos

Investigar las diferentes plataformas móviles en el mercado actual para escoger la opción más adecuada a emplear en la arquitectura de la solución.

Los sistemas operativos móviles son utilizados en dispositivos de tamaño reducido que pueden ser trasladados de un lugar a otro de manera sencilla y que disponen en su mayoría de una capacidad de procesamiento que permite al usuario realizar tareas, en su mayoría sencillas. Se consideran reducidos porque sus dimensiones son menores que las de una computadora, ya sea portátil o de escritorio.

Desde un principio se analizaron diferentes plataformas móviles disponibles en el mercado y sus ventajas y desventajas. El análisis incluyó un listado de sistemas operativos móviles y sus características (Ver Sistema operativo móvil o SO móvil), esto con la intención de establecer las fortalezas de cada sistema operativo.

Como parte de la investigación se consultaron artículos y sitios en Internet que permitieron conocer sobre el uso de los sistemas operativos en Costa Rica. Por ejemplo, el sitio StatCounter, empresa de análisis de visitación web, ubicada en Dublin, permite obtener estadísticas relevantes acerca del estado de los sistemas operativos móviles en el país. El siguiente gráfico agrupa información desde Noviembre 2012 hasta Junio 2014, y muestra como Android se posiciona de manera abrumadora con un 49,6 % sobre los demás sistemas operativos móviles.



**Gráfico 1 – Principales sistemas operativos en Costa Rica
(StatCounter, 2014)**

En el artículo del editorial de tecnología de La Nación titulado “Android ‘viste’ al 79% de los celulares vendidos”, se afirma que: “Casi ocho de cada diez teléfonos inteligentes vendidos en el mundo, en 2013, funcionan con el sistema operativo Android de Google”. El informe de la firma de investigación Strategy Analytics confirma el ascenso de Android, usado en 78,9% de los smartphones, que ha ampliado su ventaja sobre el iOS de Apple, la plataforma del iPhone y otros dispositivos (La Nación, 2014).

Apoyados en las características de cada sistema operativo, la factibilidad técnica (ver Sección 3.1.1.3.1) y la información de los artículos o sitios mencionados, se decide realizar la solución de AUDINSA Salud Auditiva en el sistema operativo Android. Finalmente, se toman en cuenta factores tales como: buscar la flexibilidad del código abierto, esto con el fin de tener mayor control de los diferentes componentes de audio del teléfono, así como programar sin el hecho de requerir licencias ni computadoras de gran valor económico para realizar el proyecto.

La información anterior contribuye a la realización del objetivo general, pues la selección del sistema operativo Android, como la opción más adecuada para emplear en la arquitectura de

la solución, permite a los ingenieros definir e iniciar con el proceso de investigación, instalación y capacitación en las herramientas seleccionadas. Esta tarea de capacitación, se convierte en una de las más arduas durante el proyecto, pues el desconocimiento lleva a los programadores a iniciar un desafiante proceso, que, a lo largo de un año requirió de al menos cincuenta por ciento de las horas semanales definidas en el cronograma inicial, siendo necesario la solicitud de una prórroga de seis meses para poder cumplir con las tareas, sin que los retrasos impactaran el objetivo trazado.

Evaluar las aplicaciones existentes en el área de la salud auditiva para definir las funcionalidades mínimas por implementar.

En conjunto, los analistas y la especialista de la clínica se dan a la tarea de seleccionar las aplicaciones existentes relacionadas al tema auditivo. Esta revisión surge para verificar si las necesidades son solventadas o no en el mercado actual y definir la mejor manera de llevar a cabo el proyecto.

Luego de la selección realizada, se procede a detallar: el diseño gráfico, los exámenes, la interpretación de resultados y demás funcionalidades que posee cada aplicación que formó parte de la selección mencionada (Ver Análisis de aplicaciones similares)

Las similitudes y diferencias definidas dan paso al proceso de selección. Este proceso, junto con los resultados de las comparaciones entre aplicaciones similares (Ver Tabla 3 – Comparación de aplicaciones de audiología existentes) lleva al usuario de la clínica a establecer las funcionalidades que la aplicación móvil debe de tener.

En este punto de la fase inicial, se genera la lista de requerimientos y así se logra cumplir la definición de las funcionalidades mínimas a implementar luego de evaluar las aplicaciones existentes (Ver Definición de requerimientos). Los requerimientos 9 y 15 nacen como una propuesta de los ingenieros para ayudar a la clínica con su objetivo de acercarse a sus clientes, mediante consejos y la opción de ubicar las oficinas en donde se puede encontrar a los profesionales de la empresa.

Asimismo, se identifican funcionalidades que ninguna de las aplicaciones existentes tiene y que son requeridas por la empresa Audinsa. Esto permite obtener ideas para crear los requerimientos que den paso al producto final.

Posterior a la definición, los ingenieros brindan el diseño de interfaces (Ver Diseño de interfaces), el cual es analizado en conjunto con el usuario. Esto permite definir un gran porcentaje de la herramienta que se indica en el objetivo general.

Determinar los tipos y niveles de sonidos que normalmente se dejan de percibir para decidir en las pruebas los sonidos que se van a incluir.

En el cumplimiento de este objetivo fue de suma importancia la experiencia y conocimiento de la especialista de la clínica Audinsa S.A., quien mediante una reunión (Ver Minutas), indica que los sonidos que se dejan de percibir varían según la pérdida auditiva.

En esta misma reunión se describe la audición normal, de sonidos del lenguaje, como aquella que está entre 0 db y 20 db. Esto para cualquier frecuencia. Según el análisis realizado por la especialista, el empleo de frecuencias: tonos graves y agudos, en un rango de decibeles es aceptable para definir los sonidos que se van a incluir, buscando detectar en la prueba si existe algún fallo. En este punto se establecen las frecuencias a emplear, iniciando en 250 y finalizando en 8000 Hertz.

Luego se define que la aplicación a desarrollar debe de generar cuatro tonos, en 20 decibeles, para cada oído. Y así, se establece que los sonidos que nos interesan estudiar son los del lenguaje, y por ello se define que la aplicación a realizar solo evalúe de 250 Hertz a 8000 Hertz. Contemplando, al mismo tiempo, los sonidos utilizados en tamizaje que van desde 500 Hertz a 6000 Hertz.

Finalmente, se establece que los sonidos se seleccionan en esos rangos porque cuando no se perciben, existe una posible lesión auditiva.

La realización satisfactoria de este objetivo permite brindar el insumo requerido para crear una de las pruebas definidas. La prueba de diferenciación de frecuencias, es creada por el usuario y desarrollada por los ingenieros según el rango establecido anteriormente, para lo cual se empleó la herramienta Adobe Audition²

Identificar el equipo auricular más apropiado para la aplicación de la prueba desde un dispositivo móvil.

La finalidad de este objetivo consiste en determinar cuáles son las características de los auriculares óptimos para realizar pruebas audiológicas en la aplicación desarrollada. Los investigadores se dieron a la tarea de averiguar las características técnicas de los auriculares y sus niveles de intensidad soportados (ver Características técnicas) para definir las características que se debió considerar al seleccionar los audífonos adecuados.

En conjunto con la especialista se determina que cualquier auricular estéreo permite realizar las pruebas de la aplicación siempre y cuando se cumplan con las condiciones establecidas en el apartado de instrucciones de la prueba (ver imágenes)



1. Asegúrese de estar en un lugar silencioso.

Ilustración 13 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.

Elaboración propia

El lugar donde se realiza la prueba es de suma importancia, ya que el usuario no puede obtener un resultado confiable si se encuentra en un sitio poco silencioso.

² Adobe Audition es una aplicación en forma de estudio de sonido destinado para la edición de audio digital de Adobe Systems Incorporated, que permite tanto un entorno de edición mezclado de ondas multipistano-destructivo como uno destructivo, por lo que se le ha llamado la "navaja suiza" del audio digital por su versatilidad. No es DAW, sino un editor de sonido. (Fundación Wikimedia Inc., 2014)



2. Coloque sus audífonos según corresponda el oído

Ilustración 14 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.

Elaboración propia

La característica particular de esta prueba requiere de un tipo de audífono estéreo en buen estado. El dispositivo móvil genera sonidos en las frecuencias establecidas para los diferentes oídos, y así despliega un resultado del estado auditivo.



3. El volumen del teléfono debe estar al 100%

Ilustración 15 – Instrucciones de la prueba Sensibilidad de oído.

Elaboración propia

La aplicación valida que el volumen del dispositivo móvil esté al 100%. Esto es porque se necesita generar sonidos en una intensidad definida por el audiólogo.

De esta manera se determina que el objetivo se cumple, primero, con la investigación realizada sobre la característica de los auriculares en general; y segundo, es necesario que el usuario satisfaga las precondiciones de las pruebas.

Diseñar una aplicación basada en tecnología móvil para que sea utilizada por las personas que desean conocer su estado auditivo y que disponen de teléfonos inteligentes.

La selección de la plataforma Android da paso a crear la aplicación móvil AUDINSA Salud Auditiva, para teléfonos inteligentes. Mediante las siguientes pantallas se evidencia la creación de dicha aplicación y sus principales funcionalidades:



Ilustración 16 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva instalada en un dispositivo inteligente.
Elaboración propia

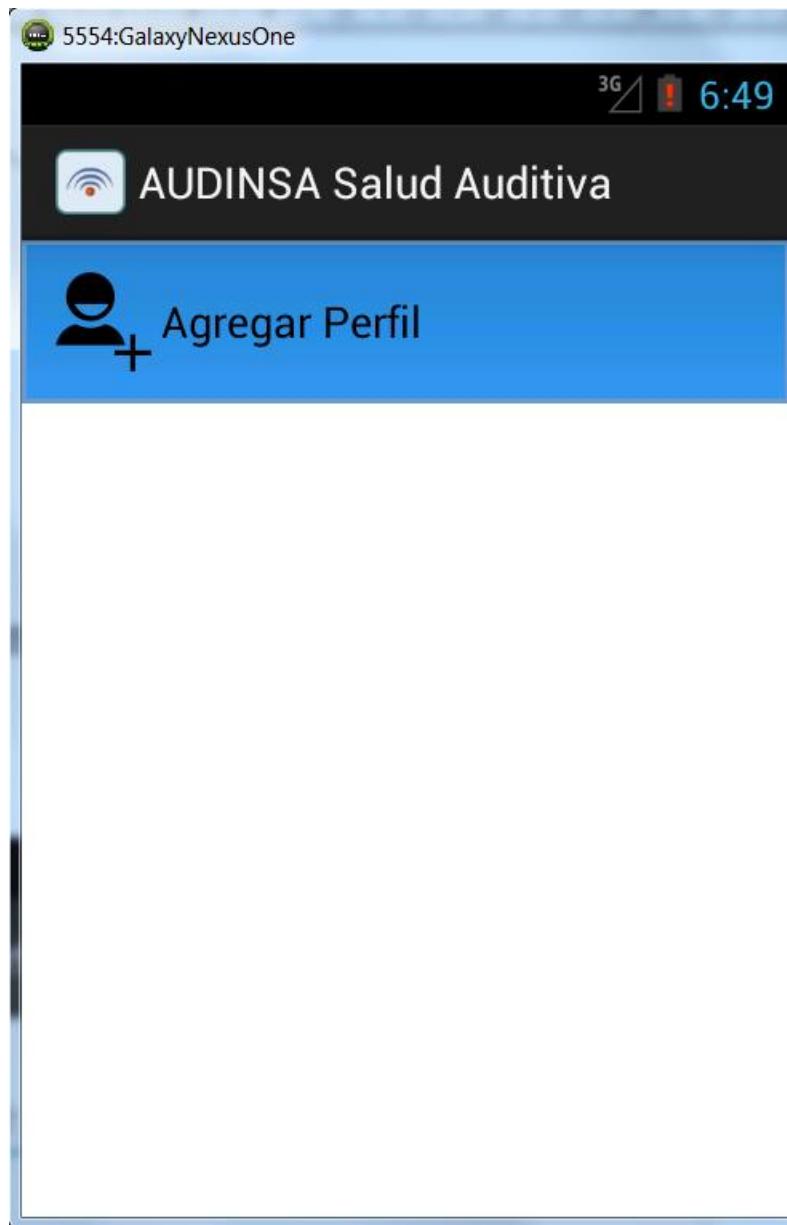


Ilustración 17 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla de inicio.

Elaboración propia

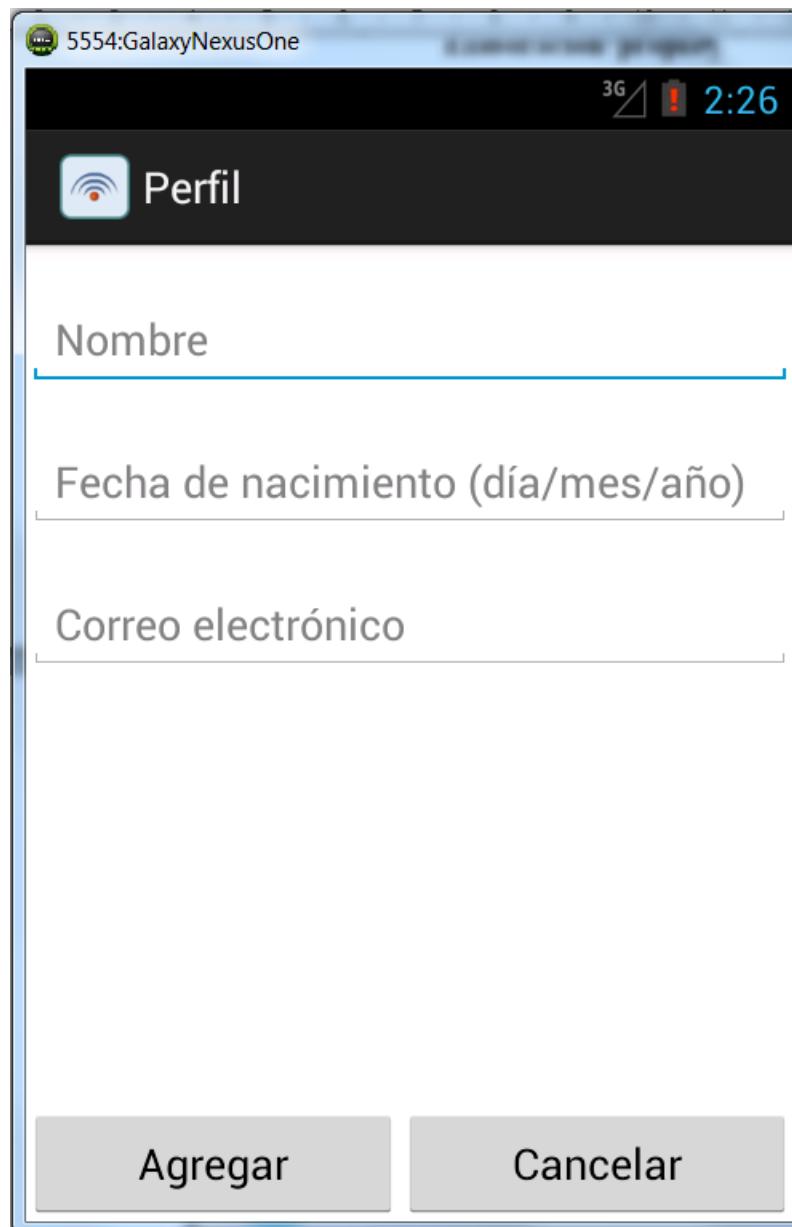


Ilustración 18 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva pantalla de creación de perfil.
Elaboración propia

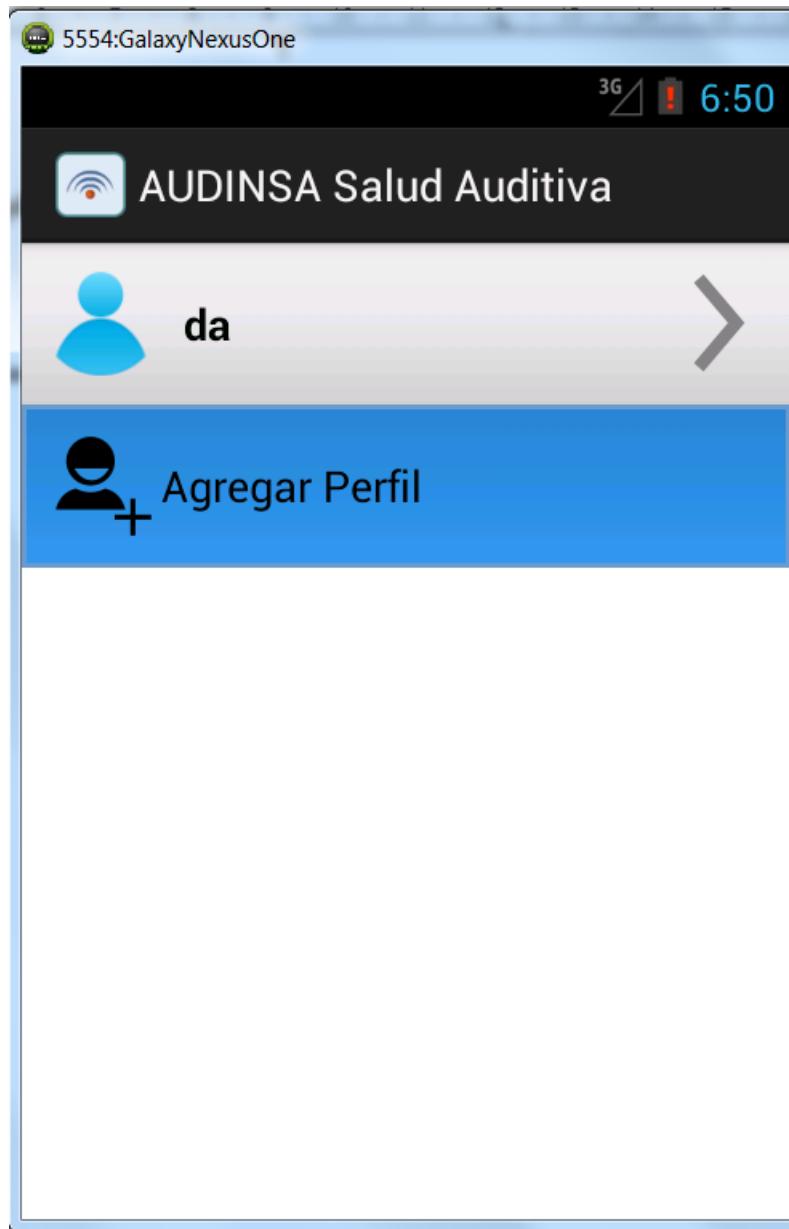


Ilustración 19– Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con perfil creado.

Elaboración propia

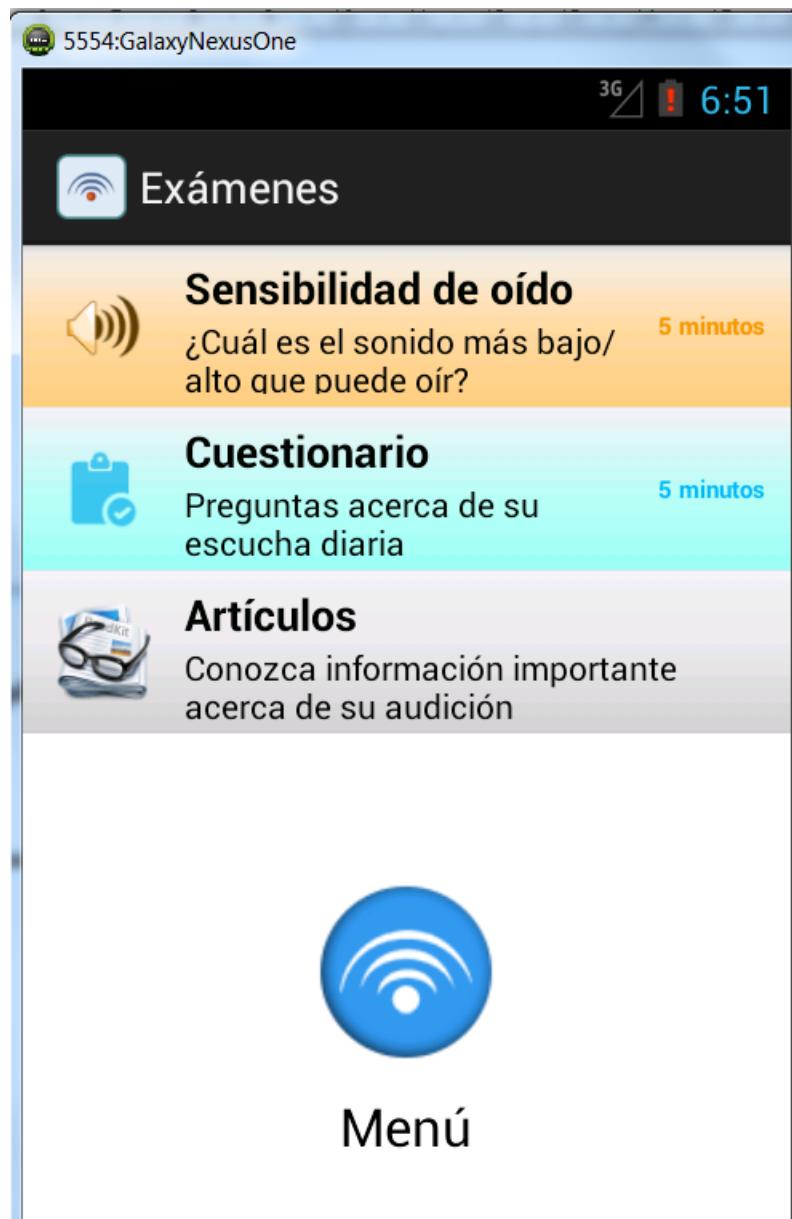


Ilustración 20 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con listado de exámenes.
Elaboración propia

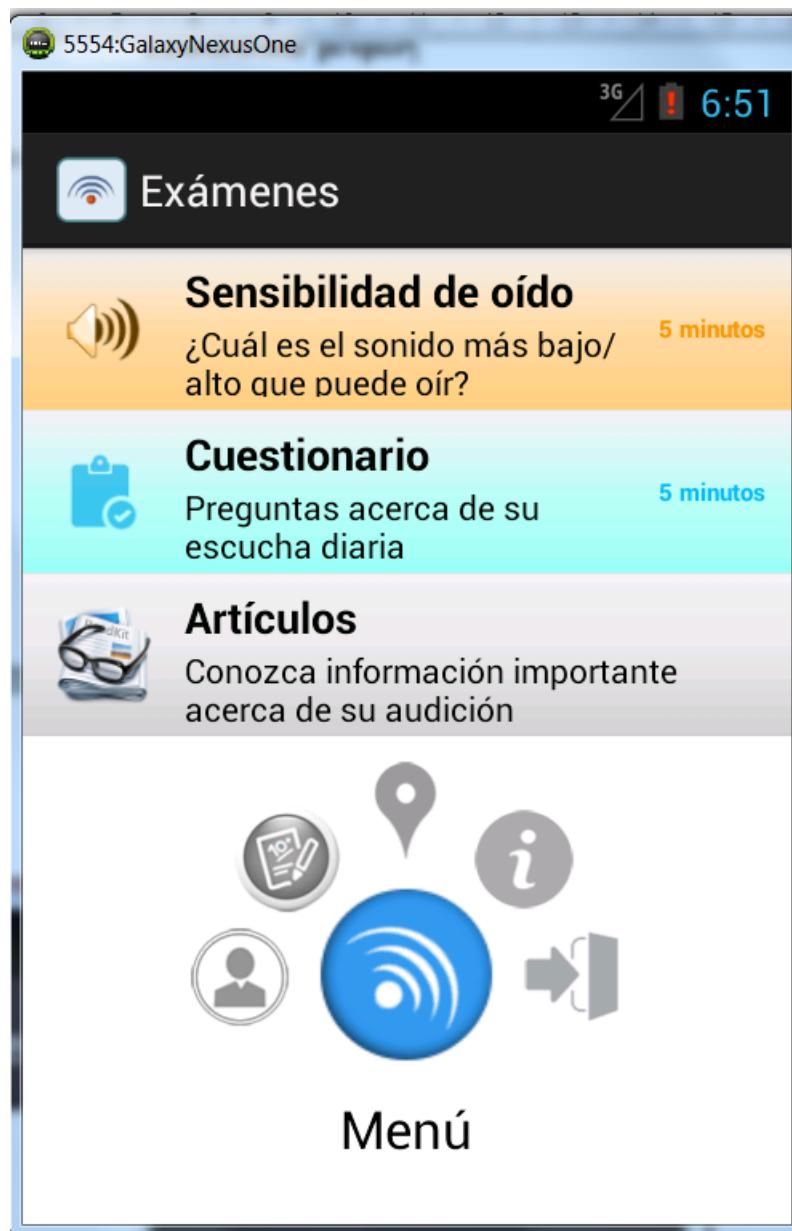


Ilustración 21 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla con menú de opciones.
Elaboración propia

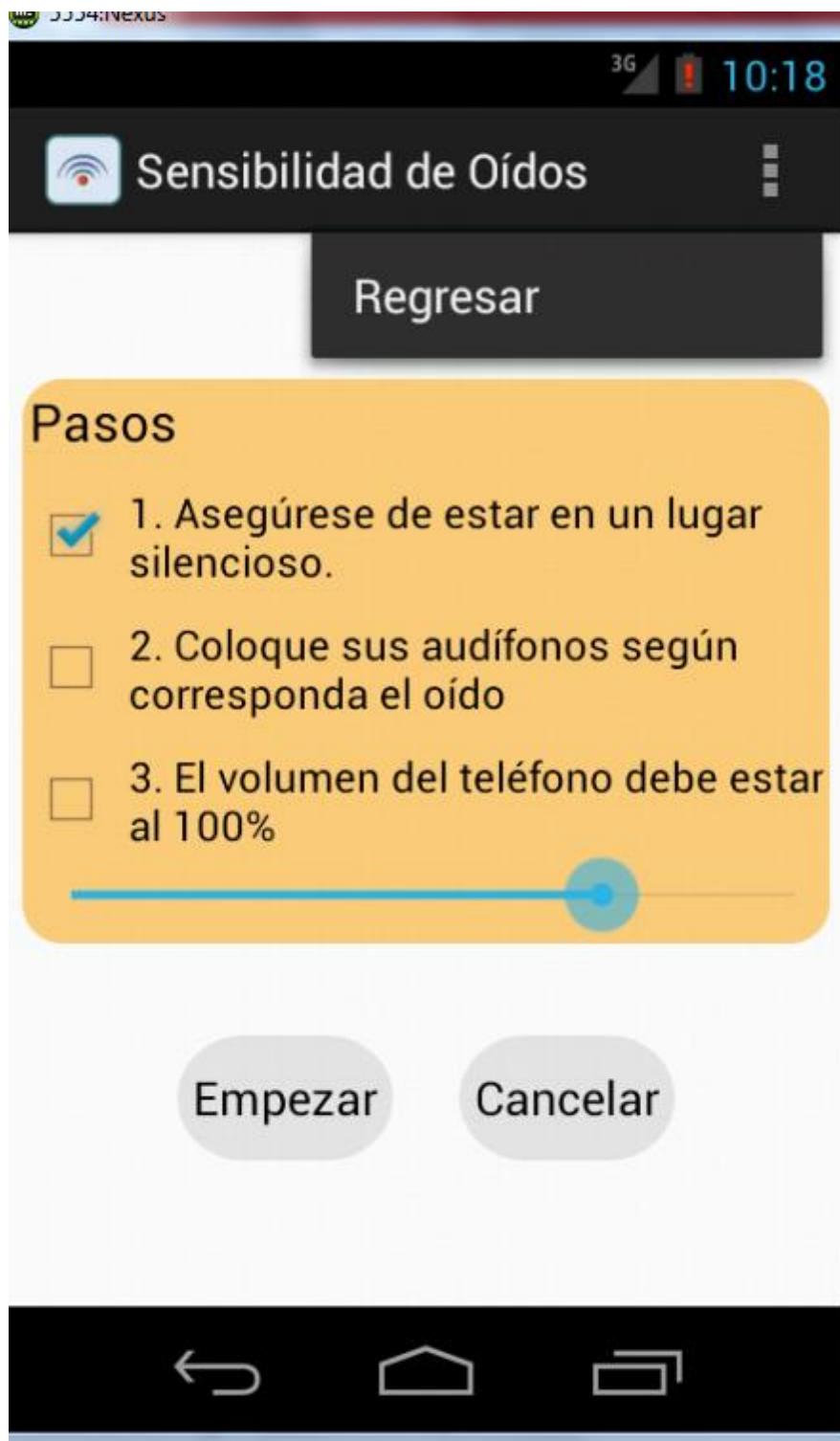


Ilustración 22 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla instrucciones de examen
Sensibilidad de oído.
Elaboración propia

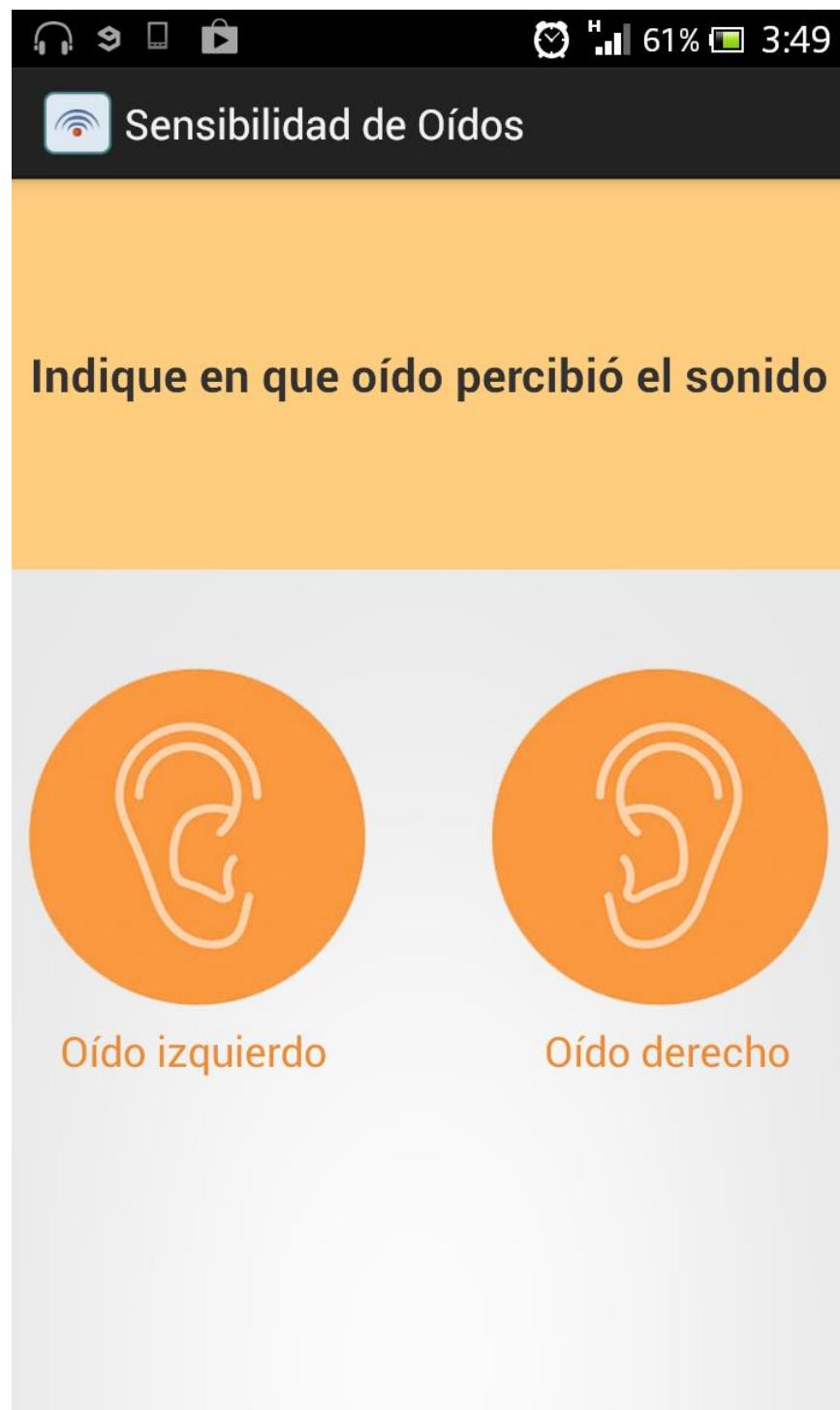


Ilustración 23 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla prueba de Sensibilidad de oído.

Elaboración propia

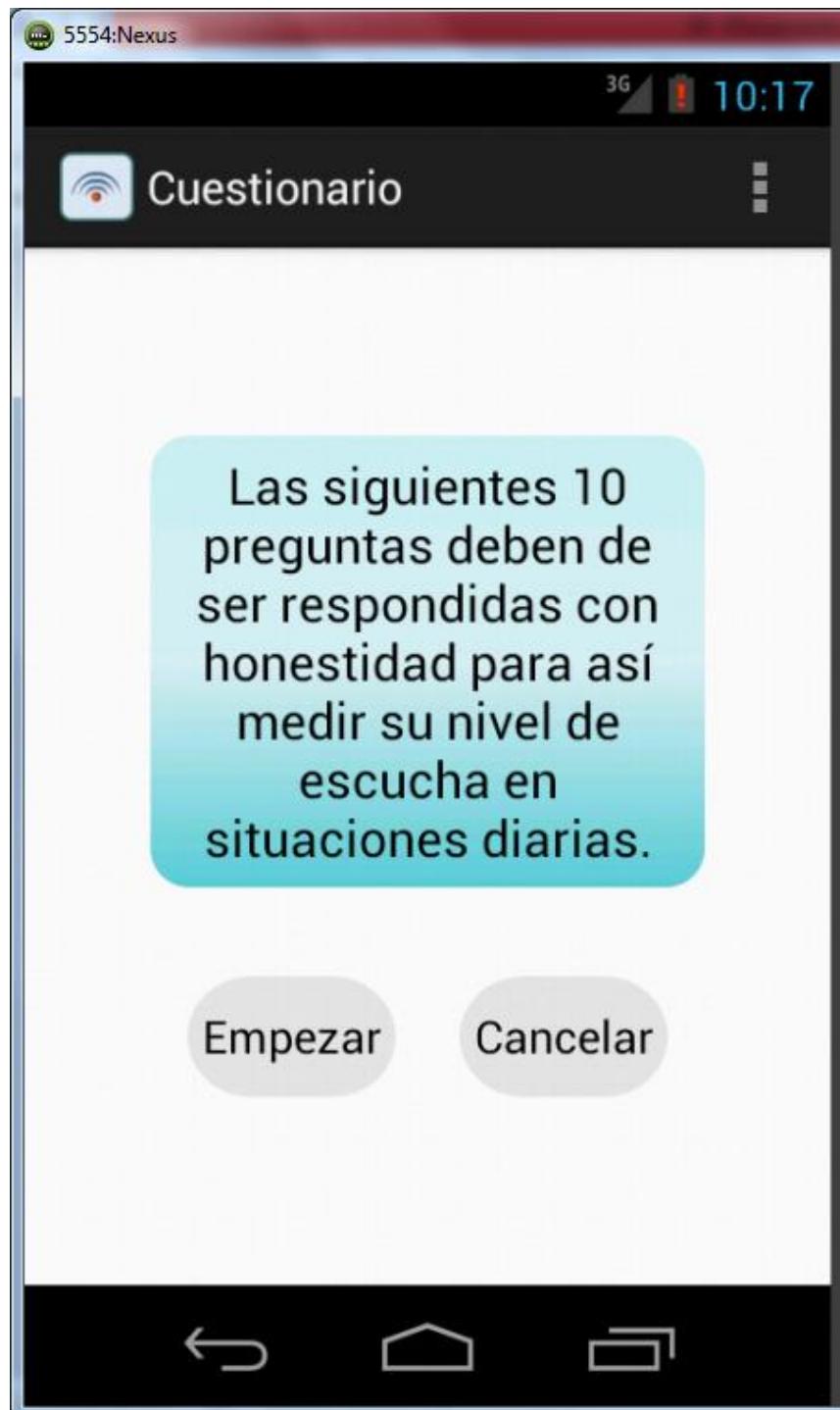


Ilustración 24 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla instrucciones de examen
Cuestionario.
Elaboración propia

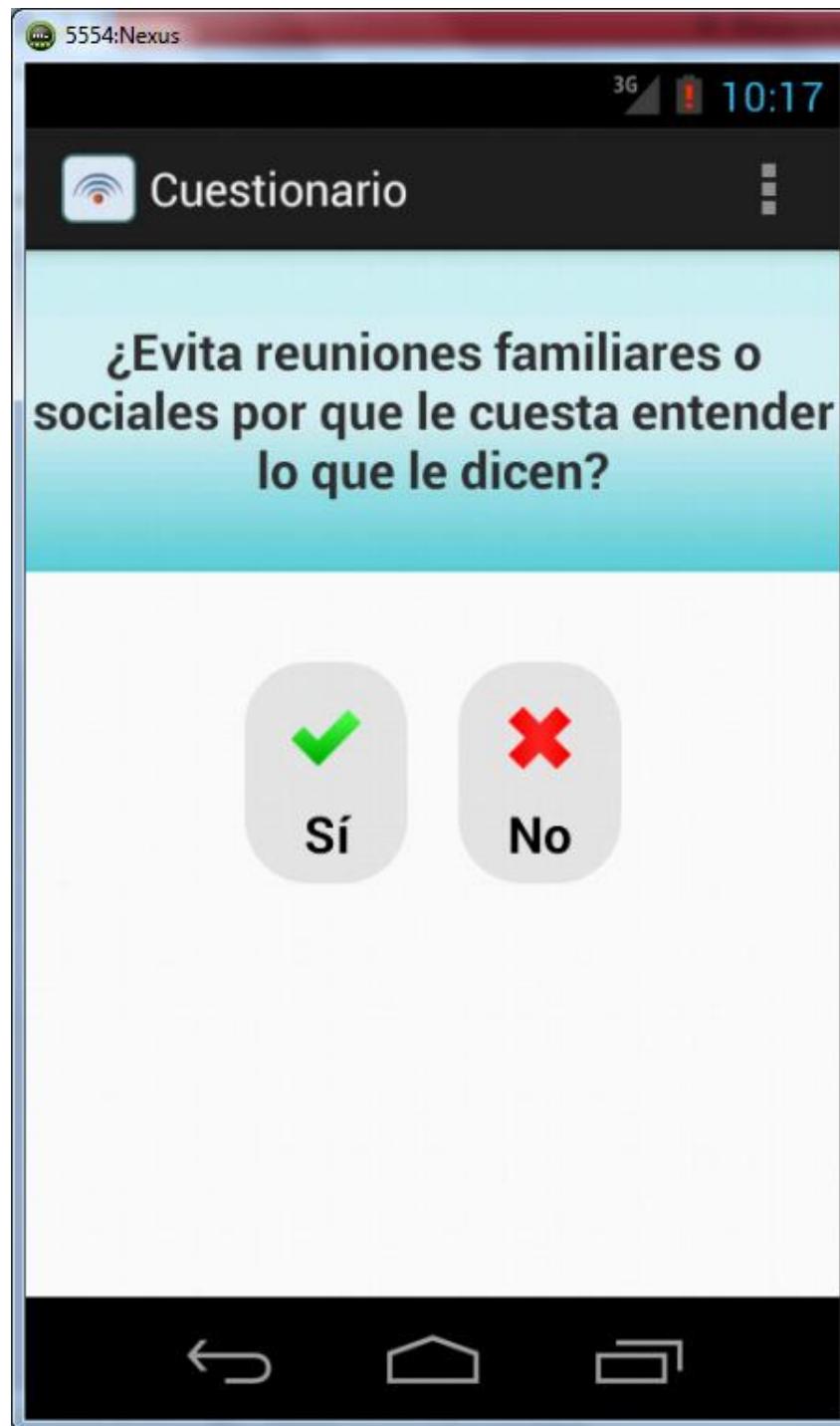


Ilustración 25 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla del examen Cuestionario.
Elaboración propia



Ilustración 26 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla resultado de examen

Cuestionario.

Elaboración propia

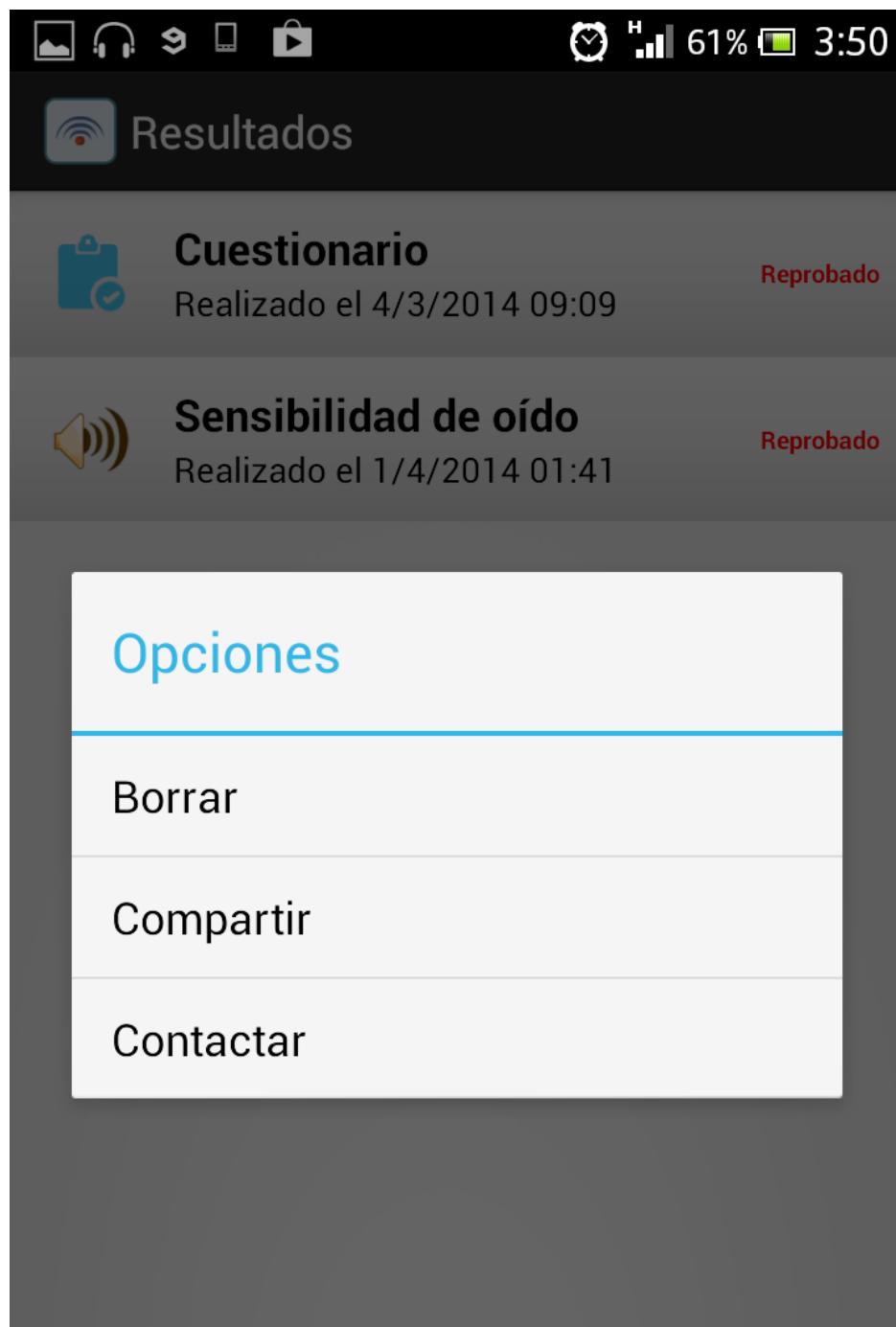


Ilustración 27 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla opciones sobre los resultados.
Elaboración propia

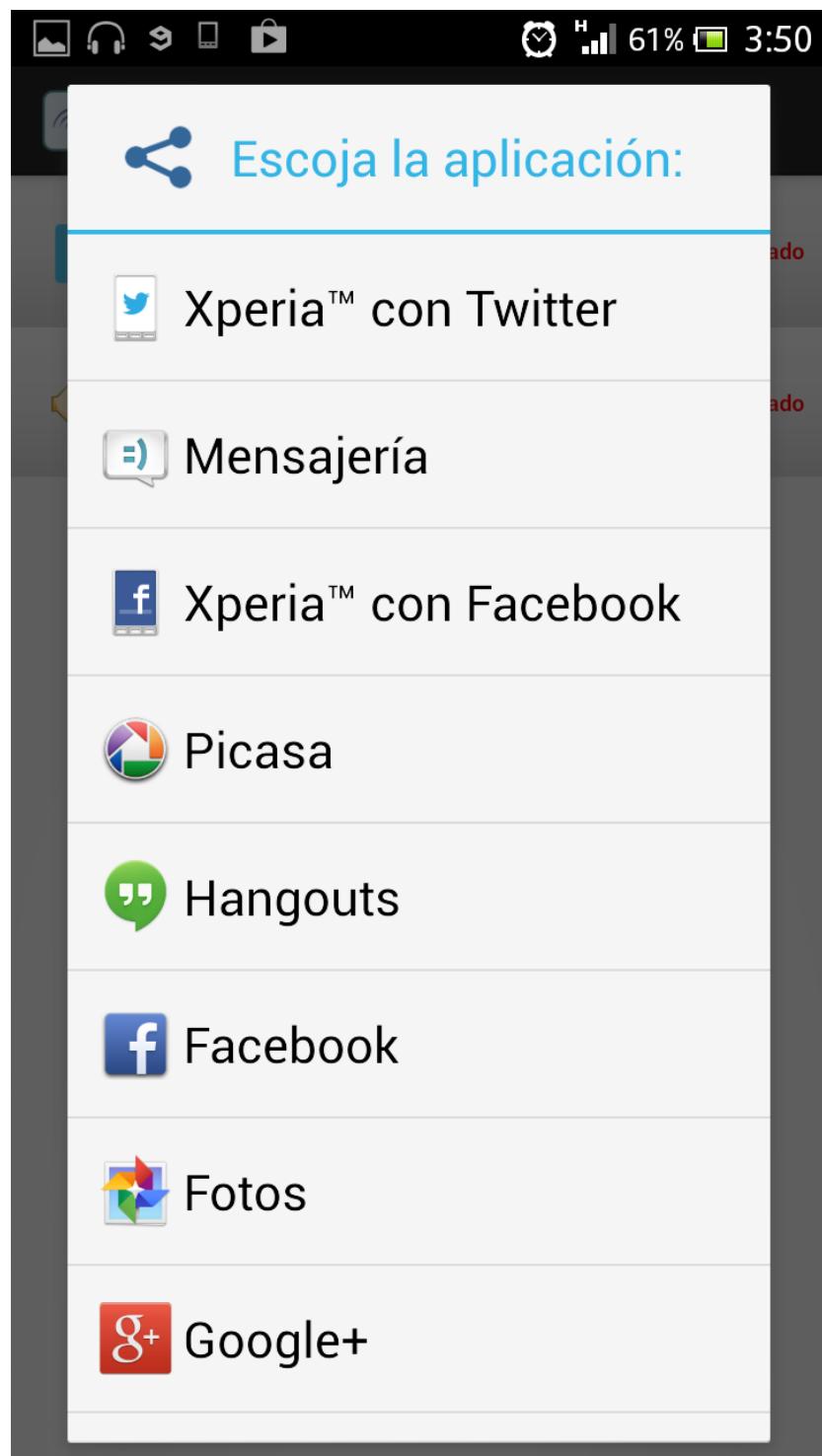


Ilustración 28 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla de acción compartir en pantalla resultados.

Elaboración propia



Ilustración 29 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla Artículos (blog de la clínica).

Elaboración propia

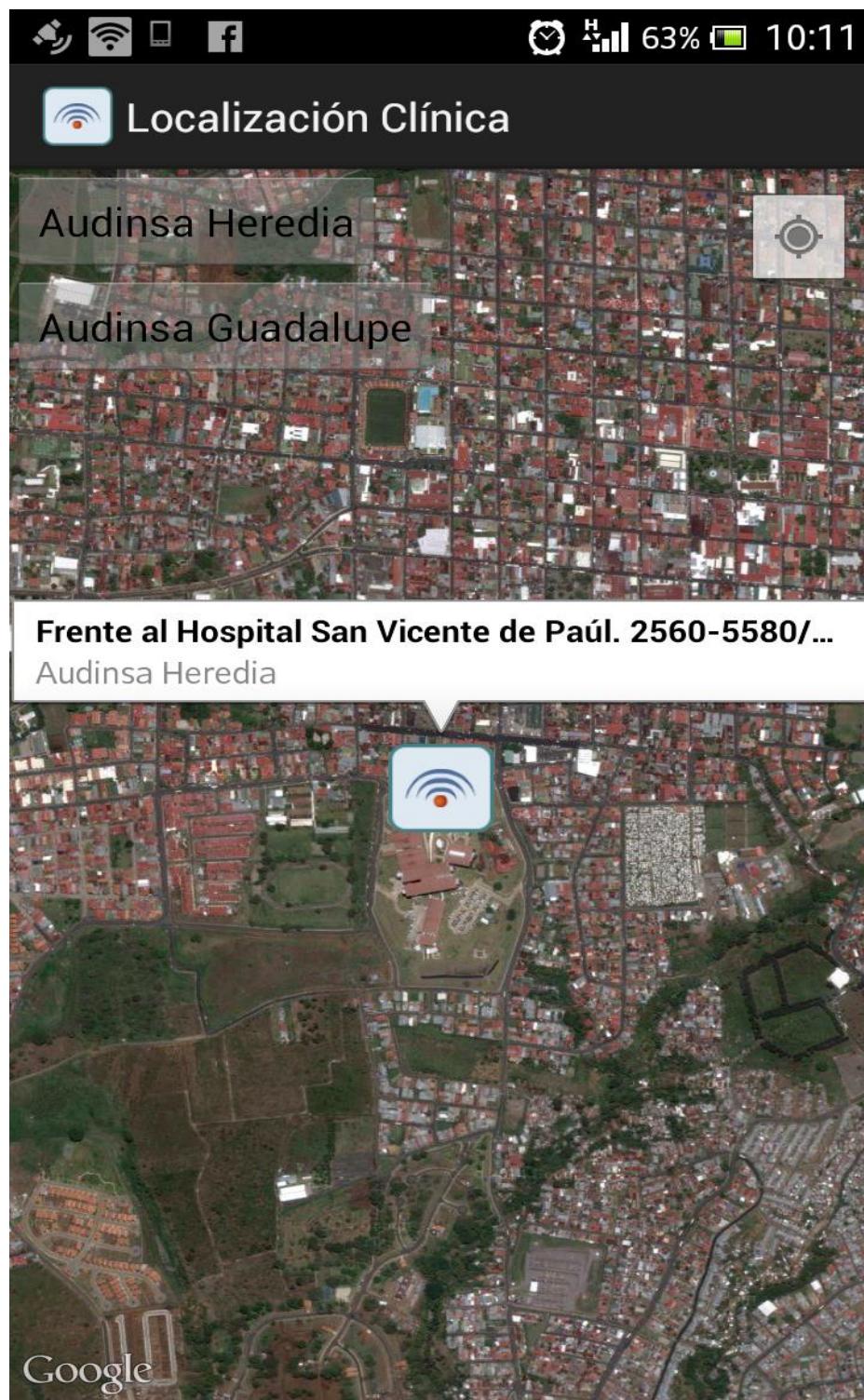


Ilustración 30 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla consultorios.
Elaboración propia

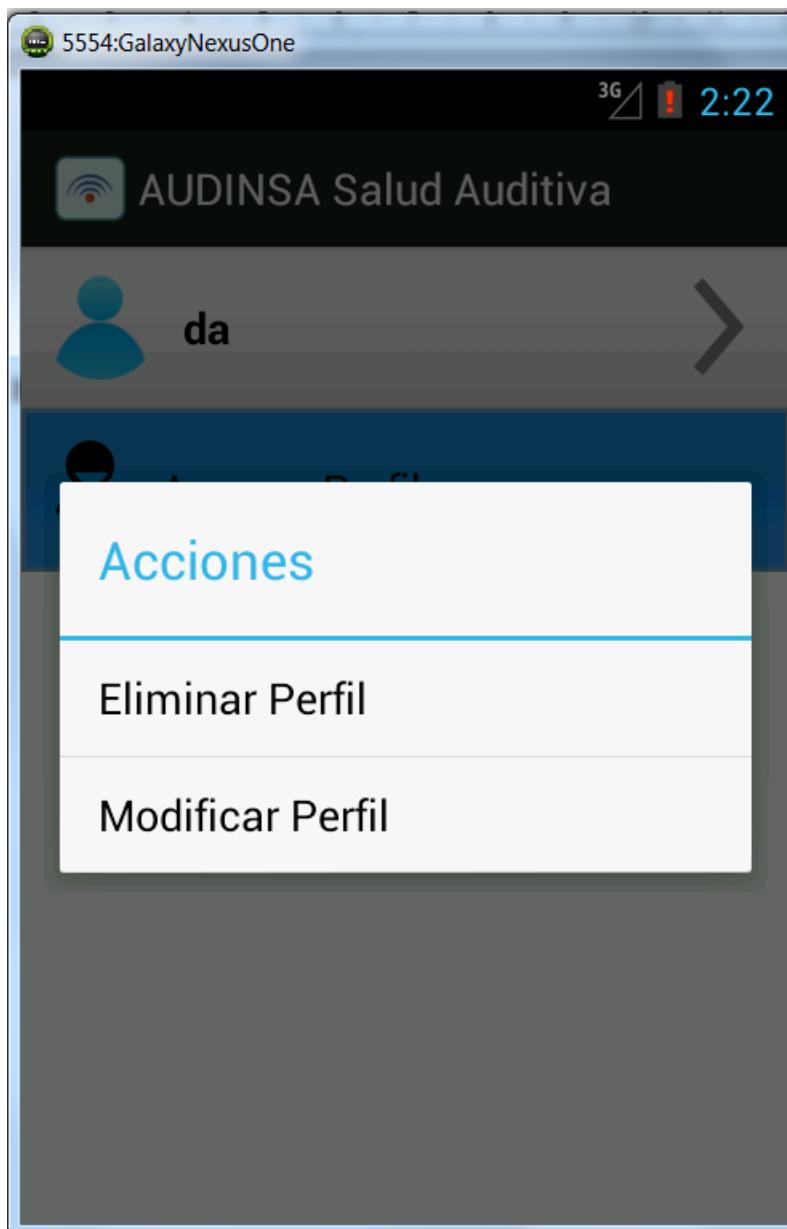


Ilustración 31 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla Acciones sobre el perfil.

Elaboración propia

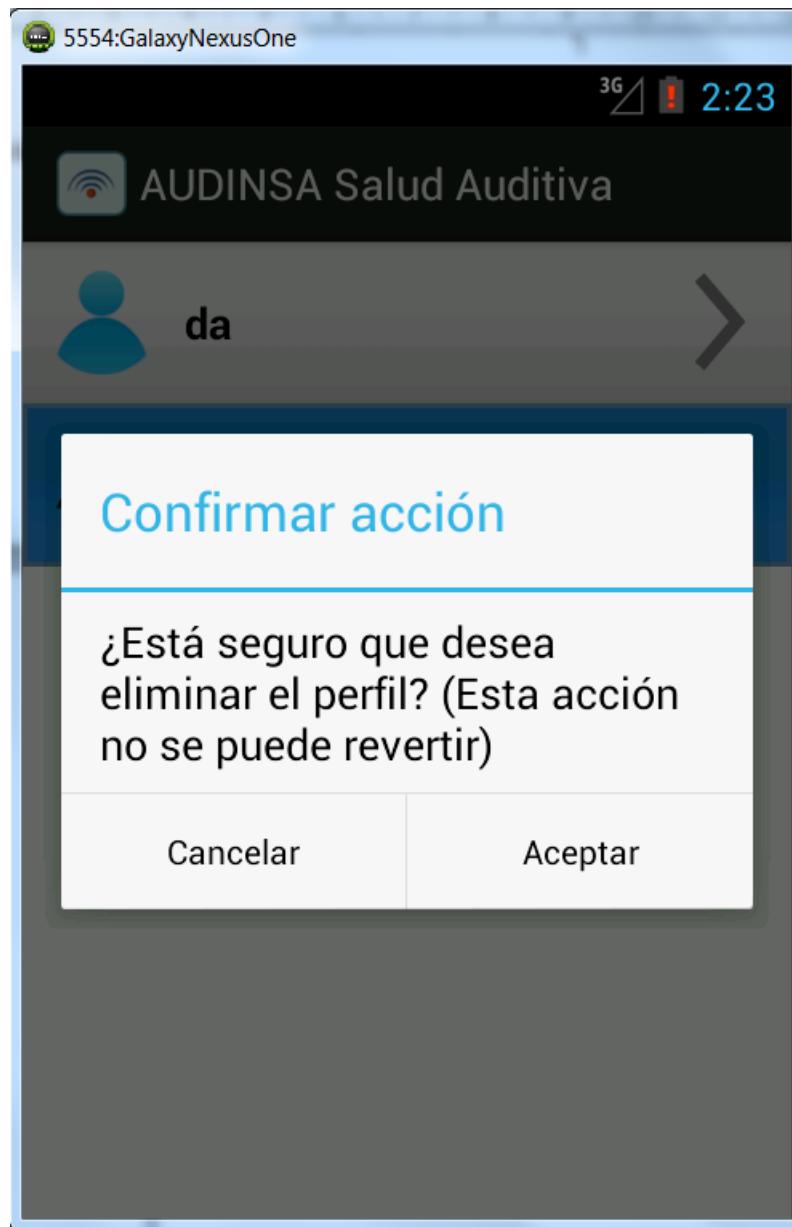


Ilustración 32 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla confirmación del eliminación del perfil.

Elaboración propia

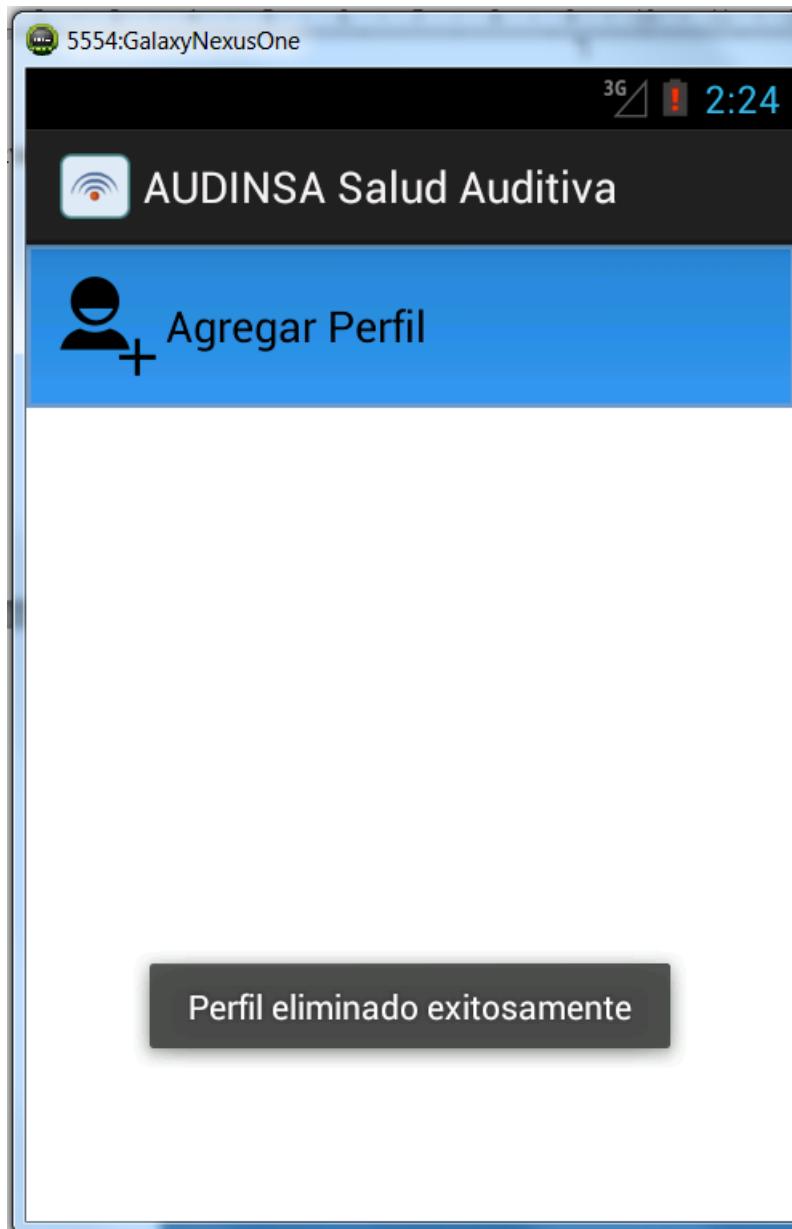


Ilustración 33 – Aplicación Audinsa Salud Auditiva, pantalla perfil eliminado satisfactoriamente.
Elaboración propia



**Ilustración 34 – Imágenes de aplicación basada en tecnología móvil para conocer el estado auditivo
Elaboración propia**

Las imágenes anteriores demuestran el cumplimiento exitoso del objetivo, evidenciando la creación de una aplicación que cumple con los requerimientos establecidos, siendo esta la herramienta de tecnología móvil creada para personas que desean conocer su estado auditivo y que disponen de teléfonos inteligentes. Este objetivo contribuye con el objetivo general de facilitar el análisis, diagnóstico y prevención de enfermedades relacionadas con los niveles de audición de sus pacientes.

La definición de las interfaces y de los mensajes establecidos por el dueño del producto, buscan informar en todo momento al usuario, acerca de la variedad de opciones de la aplicación. La misma además de los exámenes, busca que el usuario contacte a la clínica. Esto mediante un correo, una aproximación al blog, o una revisión de las oficinas definidas en los mapas de Google.

La aplicación brinda una importante comodidad para las personas que inicialmente no busquen una aproximación directa con los especialistas. Sin embargo, permite crear un acercamiento importante, que a la larga brindará a los usuarios la posibilidad de sentirse más cómodos en esta área de la salud, la cual, es de suma importancia, pero actualmente no es conocida por gran cantidad de la población que no cuida de manera preventiva el sentido de la audición.

Realizar pruebas de la aplicación para evaluar el nivel de aceptación de la misma por parte del profesional de la clínica.

Luego de las pruebas aplicadas por los programadores en cada iteración y tomando como base los requerimientos planteados (Ver Definición de requerimientos), se determina que las pruebas finales deben de ser realizadas por la profesional de la clínica. Pues al ser la patrocinadora, es quien debe de indicar el grado de aceptación que la aplicación tiene para Audinsa, S.A.

En las primeras nueve iteraciones las pruebas fueron llevadas a cabo por los desarrolladores, esto según el avance de los requerimientos. Las mismas son pruebas individuales, realizadas sobre cada uno de los módulos.

Las pruebas de cada iteración se definen exitosas, pues las mismas permiten la finalización de una iteración. Detalle de las pruebas:

Iteración 1: Pruebas del módulo de perfiles.

Iteración 2 y 3: Programación de menús, selección de las interfaces e iconos.

Iteración 4: Pruebas examen cuestionario.

Iteración 5 y 6: Módulo de resultados.

Iteración 7 y 8: Módulo de acceso a los artículos y consultorios.

Iteración 9: Pruebas de examen de sensibilidad de oído.

Durante las iteraciones 10 y 11 las pruebas se realizaron sobre el sistema completo, incluyendo lo que consideramos el valor agregado propuesto: opciones de envío de la información por correo, opciones de publicación en redes sociales y el menú dinámico inicial.

En la última fase (**prueba y reparación del sistema**) que tiene como meta la disponibilidad de una versión estable y plenamente funcional del sistema, se involucra a la profesional de la empresa para realizar las pruebas finales.

Es importante mencionar que dichas pruebas evalúan lo solicitado en los requerimientos. El alcance de las pruebas es evidenciar que la aplicación cumple o no con las funcionalidades

solicitadas inicialmente. En el apartado Pruebas se encuentran los cuarenta y seis escenarios creados para medir el grado de aceptación. Los mismos fueron realizados por los desarrolladores y aprobados por el usuario como plan final de pruebas.

Cada escenario satisfactorio tuvo un valor cercano a 2.173%, permitiendo definir un porcentaje de aceptación del 100% si se contaba con la palabra PASA en la columna Resultado de cada uno de los cuarenta y seis escenarios comentados. El apartado Resultados, está basado en las respuestas brindadas por el usuario. El análisis de este apartado demuestra que existen 38 escenarios que contienen la palabra PASA, y 8 escenarios que no. Con esta información, y con base en el valor aproximado de cada escenario se establece un grado de aceptación de 82% sobre la aplicación desarrollada.

Ahora bien, en la fase I el usuario realiza los escenarios y procede a completar la columna: Estado del análisis de los escenarios (desarrolladores y patrocinador), ubicada en la sección Resultados. Este documento es brindado por el usuario como resultado de la fase I.

La fase II, se lleva a cabo mediante una reunión con la especialista y usuaria (Ver en Razones de la creación de la aplicación móvil Audinsa)

Seguidamente, en la Tabla 6 – Análisis de escenarios de pruebas, se muestra el análisis de aquellos escenarios que no fueron etiquetados como satisfactorios, en las pruebas del usuario. La última columna contiene el estado final del escenario de prueba, luego del análisis o respectivos ajustes.

Escenarios				
Número	Descripción	Resultado	Observaciones	Estado del análisis de los escenarios (desarrolladores y patrocinador)
13	Examen cuestionario, se muestra resultado adecuado (reprobado) cuando 3 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta Sí	REPROBADO	Aparece el mensaje (reprobado) cuando 2 o más de las preguntas fueron seleccionadas con respuesta Sí	RESUELTO, estado cambia a PASA
17	Examen cuestionario, permite contactar y compartir. Anotar observaciones en caso de falla de alguno de los dos o de ambos	REPROBADO	No deja anotar observaciones en caso de falla en uno o en ambos oídos, con el cuestionario no se puede determinar esto.	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.
19	Examen cuestionario, permite acceder al menú de opciones en el resultado	REPROBADO	Dentro del examen cuestionario solo se puede acceder a "Regresar"	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.
20	Examen cuestionario, funciona el menú de opciones presionando el botón de menú del teléfono. Anote observaciones sino funciona alguna opción de la manera deseada	REPROBADO	Dentro del examen cuestionario solo se puede acceder a "Regresar" presionando el menú del teléfono	No aplica la observación inicial, ni resultado reprobado, según los requerimientos el escenario PASA.
23	Las opciones en la pantalla de instrucciones, funcionan de manera correcta. Botones empezar y cancelar, además el menú al presionar el botón de menú del teléfono	REPROBADO	En la pantalla de instrucciones los botones "EMPEZAR" y "CANCELAR" sí funcionan. El menú del teléfono solo da la opción de "REGRESAR". Al iniciar la prueba sale una opción "Settings"	RESUELTO, estado cambia a PASA

35	La pantalla de resultados muestra la lista de los resultados ordenados por fecha (ascendentemente)	REPROBADO	Muestra los resultados "descendente" de la primera prueba realizada hasta la última	RESUELTO, estado cambia a PASA
39	Solo estás pantallas tienen menú con varias opciones: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pantallas con las instrucciones de los exámenes. ◦ Pantallas de los exámenes se realiza un examen audiológico. ◦ Pantalla de resultados. ◦ Acerca de. 	REPROBADO	Pantallas con las instrucciones de los exámenes. Solo sale regresar Acerca de. Solo sale regresar	No aplica la observación ni resultado reprobado según los requerimientos el escenario PASA
46	La opción de Consultorio, presentará los consultorios de la clínica Audinsa S.A., configurados en el momento de entrega de la aplicación.	REPROBADO	Las direcciones están incorrectas. No se ve claramente la ubicación de las dos oficinas. tal vez se puedan colocar dos opciones iniciales en la pantalla del mapa que digan "Audinsa Heredia. Frente al Hospital San Vicente de Paúl 2560-5580/ 4000-1126" y "Audinsa Guadalupe. 150 metros Este de la Municipalidad en Centro Médico Santa Clara 2560-5580/ 4000-1126" y que al darle clic direccione a la ubicación en el mapa.	RESUELTO, estado cambia a PASA

Tabla 6 – Análisis de escenarios de pruebas

Elaboración propia

Asimismo, además de realizar las pruebas que permitieron dar por satisfactorio este objetivo, los ingenieros brindan un período de 6 meses posteriores a la fecha en la que se publicó la aplicación, para que el usuario realizara los ajustes que considerara sobre las funcionalidades

existentes. Al finalizar este período de tiempo, se le comunicó al usuario que los ingenieros dan por finalizado el período de pruebas y ajustes. Garantizando así, la calidad y el compromiso que brinda el trabajo de los estudiantes de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Finalmente, es importante mencionar que el cumplimiento de este objetivo permite a los ingenieros colocar la aplicación, para que pueda ser accedida por los usuarios de Google Play y promovida por el patrocinador entre sus clientes.

Con la información de la tabla anterior, luego de realizar los ajustes que realmente eran requeridos, se cambia el estado de los 8 escenarios de REPROBADO a PASA y se establece un grado final de aceptación del 100% sobre la aplicación desarrollada.

CAPÍTULO V – Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

5.1.1. Conclusiones

1. La aplicación audiológica realizada brinda mediante la utilización de tecnologías móviles, una nueva opción para los pacientes que deseen estar en contacto con la clínica. Este acercamiento a la vez trata de cuidar y de advertir a la población de un problema muy subestimado en nuestra sociedad: la salud de nuestros oídos. Es en nuestra sociedad donde diariamente, el ruido excede muchas veces lo que nuestros oídos pueden tolerar, generando así pérdidas auditivas progresivas que son fácilmente prevenibles con el uso de dispositivos que filtren los ruidos excesivos.
2. La experiencia y el conocimiento del especialista en el área auditiva definieron en los requerimientos la creación de dos pruebas audiológicas: Sensibilidad de oído y el cuestionario. La primera prueba pretende determinar posibles pérdidas de frecuencias, las cuales fueron indicadas por el audiólogo previamente. La segunda prueba, el cuestionario, un tanto personal, pretende acercar al usuario a analizar un poco más su nivel de escucha. Todas estas pruebas innovan en el campo de la salud auditiva, apoyando la visión de la empresa y poniendo a la vanguardia a la clínica auditiva Audinsa.
3. La preparación académica y profesional con la que cuenta los ingenieros de la Universidad Nacional de Costa Rica contribuye en el éxito de este proyecto. Permitiendo que los informáticos se desempeñen como agentes de innovación y evolución. Son quienes, junto con especialistas de otras áreas, logran crear herramientas que permiten expandir a todo tipo de mercados.
4. Queda en evidencia como la venta de dispositivos móviles ha aumentado en los últimos años, es por esto que el mercado de aplicaciones móviles se establece como un sector con mucho potencial para ser desarrollado y consumido por profesionales y usuarios.
5. El envío de los resultados de las pruebas por parte de la aplicación al especialista de la clínica permite a los profesionales de Audinsa S.A. contactar a los usuarios, con el fin de ofrecerles atención personalizada con base en los

resultados analizados, y ofrecerles dispositivos actualizados para la mejora de su audición.

6. Este proyecto apoya la misión de la empresa de desarrollar programas de conservación auditiva, previniendo y educando a las personas para evitar trastornos en la manera de percibir el sonido, empleando para ello la opción de acceder a los artículos publicados por la clínica. Esto mediante la opción de Artículos, ubicada en el menú principal del perfil del usuario.
7. El nivel de aceptación de 100%, alcanzado en las pruebas satisfactorias realizadas por el usuario sobre la aplicación, permite definir el desarrollo de la misma como exitoso para la clínica Audinsa S.A.
8. La finalización de la aplicación, permite culminar de manera exitosa un proyecto de gran exigencia. Iniciando por el nivel de investigación, definición y análisis que requiere el planteamiento de esta innovadora idea en al área de la salud auditiva costarricense, en donde la informática y el área de la salud se unen para brindar opciones en un mercado competitivo. Seguido por los procesos de capacitación autodidacta en herramientas desconocidas para ambos ingenieros, con el reto que involucra la nueva tendencia tecnológica de los dispositivos móviles inteligentes. Finalmente, la creación de escenarios exigentes de pruebas, verifican que cada proceso del ciclo de vida del proyecto se llevó a cabo de la manera esperada, generando un producto de calidad y satisfacción para el cliente.
9. La aplicación es desarrollada para una población específica y contribuye en temas de desplazamiento, tiempo y economía, generando altas posibilidades de contacto mutuo.
10. Al finalizar el proyecto, los ingenieros brindan a la clínica la oportunidad de enlazar a las personas que tienen la aplicación audiológica instalada. Esta comunicación, se realiza mediante el envío de mensajes desde la página de la empresa, usando el servicio gratuito de mensajería de Google llamado Google Cloud Messaging, hacia los usuarios de la aplicación.

5.1.2. Recomendaciones.

1. AUDINSA Salud Auditiva constituye una primera versión de la aplicación, por ello, se recomienda a la dueña de la clínica que pida constantemente retroalimentación a sus clientes, para lo cual puede sugerirles calificar la aplicación en Google Play, plataforma que contiene este tipo de software para los dispositivos con sistema operativo Android. Esta retroalimentación permitirá solicitar mejoras y así velar porque la clínica se mantenga en el mercado competitivo del uso de aplicaciones móviles actualizadas.
2. La aplicación creada permite ubicar las clínicas Audinsa mediante los mapas de Google, esto según la definición inicial. El usuario contará con el código fuente de la aplicación, por tanto, en caso de que requiera realizar algún ajuste de ubicación, podrá solicitar a los profesionales que mejor le parezca los respectivos ajustes.
3. A la Dra. Silvia Bonilla Berrios se le recomienda actualizar la página web de su empresa, para que mediante ésta promocione la nueva herramienta de la clínica, de esta manera se le puede brindar una breve explicación al usuario y mediante un link se permita acceder a la descarga de Audinsa Salud Auditiva para teléfonos inteligentes cuyo sistema operativo sea Android.
4. Se le recomienda a la Dra. Bonilla de la clínica mostrar la aplicación en las charlas y ferias de la salud en las que participen, con el fin de atraer la atención de los posibles usuarios y validar la efectividad de las pruebas desarrolladas.
5. Automatizar los expedientes de los pacientes e incorporar los resultados obtenidos mediante la información brindada por la aplicación, es una de las recomendaciones que permitirá a la clínica posicionarse tecnológicamente con una plataforma amplia en un mercado que día a día es más exigente.
6. En los casos cuyos escenarios son satisfactorios, la columna observaciones del apartado Resultados, considera aspectos o posibles requerimientos que el usuario puede solicitar como mejoras posteriores.
7. Se le recomienda a la clínica definir y crear más exámenes, con el fin de continuar innovando y finalizar la definición de la evaluación de habla en Ruido.

8. La empresa debe de considerar crear formas de evaluar la información que reciba, con el fin de realizar estudios que permitan indagar acerca de los padecimientos de los costarricenses.

Referencias Bibliográficas

- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Werterski, A., & Rodríguez, P. (2009). Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Universidad Técnica de Madrid, Madrid, España. Recuperado el 12 de Mayo de 2012, de http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile_doc_TemasAnv.pdf
- Clínica Audinsa S.A. (2012). *Inicio*. Recuperado el 29 de Setiembre de 2012, de Audinsa Audiología Integral: <http://www.clinicaaudinsa.com/espanol/index.htm>
- Diez, V., & Robino, A. (2012). *El impacto social de la tecnología informática*. Argentina: En Editor (Primera Edición).
- Editor Aplicaciones Médicas. (12 de Enero de 2011). *Estudio sobre el futuro de las Aplicaciones Móviles en la industria médica y de la salud*. Recuperado el 5 de Mayo de 2012, de Guía Cirugía Estética: <http://guiacirugiaestetica.com/estudio-sobre-el-impacto-de-las-aplicaciones-moviles-en-la-industria-medica-y-de-la-salud/>
- Fernández, M., Gil, Y., Moriel, A., & Recio, J. (2012). *Recursos TIC y bilingües para el área de Ciencias*. Recuperado el 5 de Mayo de 2012, de El Sonido: http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema4/index.htm
- Fisher, B. (1987). *Niños con trastornos auditivos*. Buenos Aires: En Editor.
- Fundación Wikimedia Inc. (14 de 08 de 2007). *Teléfono inteligente*. Recuperado el 23 de 08 de 2014, de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono_inteligente
- Fundación Wikimedia Inc. (25 de Abril de 2012). *Auriculares*. Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Auriculares>
- Fundación Wikimedia Inc. (10 de Abril de 2012). *Sistema Operativo Móvil*. Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_operativo_m%C3%B3vil
- Fundación Wikimedia Inc. (24 de 08 de 2014). *Adobe Audition*. Recuperado el 21 de 09 de 2014, de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Audition
- Instituto Doña Jimena. (s.f.). *Nivel de intensidad del sonido*. Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de El sonido: http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_franciscga/intenson.htm
- La Audición del Bebé. (2012). *¿Qué es un audiograma?* Recuperado el 5 de Mayo de 2012, de La audición de mi bebé:

<http://www.audiciondelbebe.org/laaudicionylaamplificacion/perdidaauditiva/audiograma.asp>

La Nación. (01 de 02 de 2014). *Android 'viste' al 79% de los celulares vendidos.* Recuperado el 27 de 03 de 2014, de La Nación Tecnología: http://www.nacion.com/tecnologia/Android-viste-celulares-vendidos_0_1394060583.html

Murillo, D., & Castro, C. (2012). Aplicativo de software para audímetro de tamizaje. Universidad de San Buenaventura, Bogotá, Colombia. Recuperado el 5 de Mayo de 2012, de [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/risci/pdfs/GN303PT.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/risci/pdfs/GN303PT.pdf)

Océano. (1996). *Océano Uno Color.* Barcelona, España: Océano Grupo Editorial.

PC Actual. (30 de Mayo de 2011). *Tu auricular ideal: los formatos y tecnologías que se adaptan a ti.* Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de Laboratorio / Especiales: http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/8728/auricular_ideal_los_formatos_tecnologias_que_adaptan.html

Recio, P. (24 de 02 de 2014). *Telecomunicaciones.* Recuperado el 23 de 08 de 2014, de La nación: http://www.nacion.com/nacional/telecomunicaciones/costarricenses-usa-telefonos-inteligentes_0_1398660275.html

Rodríguez, R., & A'Gaytán, P. (2006). Manual de audiprotésismo. Guadalajara, Jalisco, México. Obtenido de <http://www.blauton.com.mx/files/Audioprotestismo%20COMPLETO1.pdf>

Rossi, S. (13 de Noviembre de 2010). *¿Cómo se mide el sonido?* Recuperado el 5 de Mayo de 2012, de Ojo Científico: <http://www.ojocientifico.com/2010/11/13/como-se-mide-el-sonido>

Sana. (2012). *Hearing Loss.* Recuperado el 20 de Setiembre de 2012, de Sana AudioPulse: <http://sana.mit.edu/audiopulse/>

StatCounter. (27 de 09 de 2014). *Top 8 mobile Operating Systems in Costa Rica from Nov 2014 to June 2014.* Recuperado el 27 de 09 de 2014, de StatCounter Global Stats: http://gs.statcounter.com/#mobile_os-CR-monthly-201211-201406-bar

Unitron Hearing. (2012). *Hearing Self Assessment.* Recuperado el 20 de Setiembre de 2012, de Steps to Better Hearing: http://www.unitronhearing.com/unitron/us/en/about_us.html

Villar, G., & Toledo, I. (25 de Junio de 2008). *Sistemas Operativos Para Dispositivos Móviles.* Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de Slideshare: <http://www.slideshare.net/robert2kx/sistemas-operativos-moviles>

Anexos

7.1. Carta de aceptación de tutor

Heredia, 28 de mayo de 2012

Señores

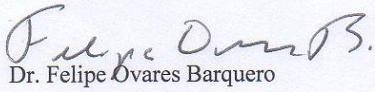
COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

Presente

Estimados señores:

Por medio de la presente, el suscrito Doctor Felipe Ovares Barquero, portador de la cédula de identidad número 4-0122-0140, manifiesto mi anuencia en ser el Tutor del Proyecto de Graduación denominado "**Tecnologías móviles aplicadas al diagnóstico audiométrico de pacientes**" elaborado por el Ingeniero Roberto Baltodano García y la Ingeniera Daniela Campos Ulate, así como aceptación de las funciones y responsabilidades que dicha labor implica.

Atentamente,


Dr. Felipe Ovares Barquero

7.2. Carta de apoyo de la empresa

Clínica Auditiva Audinsa S.A.
3-101-595233



Heredia, Costa Rica
Miércoles 30 de Mayo 2012
AUD012-12

Señores
Comisión de Trabajos Finales de Graduación
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de Gerente de la empresa CLÍNICA AUDITIVA AUDINSA S.A. muy respetuosamente, nos permitimos manifestarle nuestro apoyo incondicional los Ingenieros Campos Ulate Daniela y Baltodano García Roberto para que desarrollen el proyecto de graduación denominado "**Tecnologías Móviles Aplicadas al Diagnóstico Audiometrónico de Pacientes**".

No omitimos manifestarles nuestro agradecimiento por la aprobación del citado proyecto, ya que para esta empresa una valiosa oportunidad con contar con una aplicación sumamente necesaria para la toma de decisiones.

Sin otro particular,


Silvia Bonilla Berrios
Audióloga
Presidente
Clínica Auditiva Audinsa S.A.

C. Archivo
Consecutivo AUD012-12


audinsa
Audiología Integral
Aud. Silvia Bonilla Berrios
Cod: T3499


audinsa
Audiología Integral
www.clinicaaudinsa.com
Tel/Fax: 2560-5580

7.3. Carta de revisión del filólogo

CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO

San José, 14 de junio del 2014.

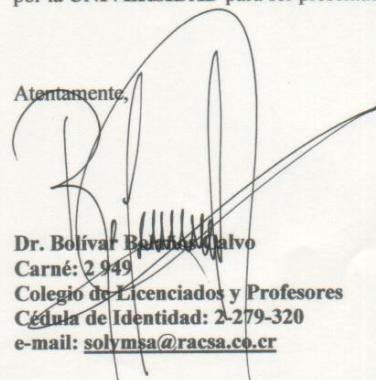
**Señores
UNIVERSIDAD NACIONAL**

Estimados señores:

Hago constar que he revisado el **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN** de los estudiantes **ROBERTO BALTODANO GARCÍA** y **DANIELA CAMPOS ULIATE** denominado **TECNOLOGÍAS MÓVILES APLICADAS AL DIAGNÓSTICO AUDIOMÉTRICO DE PACIENTES**, para optar por el grado académico de **LICENCIATURA EN INFORMÁTICA CON ÉNFASIS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y EN SISTEMAS WEB**.

He revisado errores gramaticales, de puntuación, ortográficos y de estilo que se manifiestan en el documento escrito, y he verificado que estos fueron corregidos por los autores.

Con base en lo anterior, se considera que dicho trabajo cumple con los requisitos por la **UNIVERSIDAD** para ser presentado como requisito final de graduación.

Atentamente,

Dr. Bolívar Barrantes Salvo
Carné: 2.949
Colegio de Licenciados y Profesores
Cédula de Identidad: 2-279-320
e-mail: solymsa@racsac.co.cr

7.4. Declaración jurada de no plagio

Heredia, 16 de junio de 2004

Señores

COMISION DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

Presente

Estimado señores:

Por medio de la presente, nosotros Roberto Baltodano García y Daniela Campos Ulate, autores del Proyecto de Graduación denominado **“Tecnologías móviles aplicadas al diagnóstico audiométrico de pacientes”** conocedores de las posibles implicaciones legales, penales y disciplinarios, declaro bajo la fe del juramento, que la citada investigación fue realizada por los suscritos, por ende todas aquellas referencias y consultas de otros autores se acreditan mediante citas conforme a la normativa vigente.

Atentamente,

Roberto Baltodano García
Cédula 206330736

Daniela Campos Ulate
Cédula 401940250

7.5. Razones de la creación de la aplicación móvil Audinsa



28 de julio 2014

A QUIEN INTERESE
AUD-067-14-GER

Por este medio hago de su conocimiento que Audinsa tomó la iniciativa de la creación de un app sobre "Salud Auditiva" y no utilizar una aplicación digital ya existente por las siguientes razones:

1. En Costa Rica no existía una aplicación sobre salud auditiva.
2. Audinsa ya tenía aplicaciones digitales como la página web www.clinicaaudinsa.com
3. Otras aplicaciones similares miniales para dispositivos móviles no incluyen ubicación de la clínica, artículos y tamizaje auditivo.
4. No existe en el mercado ninguna aplicación sobre salud auditiva que permita al usuario solicitar una cita directamente a la clínica ni compartir los resultados en redes sociales.

Sin más por el momento,
Se despide,

Adriana Bonilla Berrios
Gerente General
Clínica Auditiva Audinsa


www.clinicaaudinsa.com
Tel/ Fax: 2560-5580

www.clinicaaudinsa.com
info@clinicaaudinsa.com
2560-5580/ 4000-1126


PYME JOVEN
EXPOPYME 2013
A LA EMPRESA
Clínica Auditiva Audinsa S.A.

7.6. Minutas

Minuta 1

Fecha: 15-10-2012

Inicio 3.36 p.m.- fin 4.05 p.m.

Observaciones: Se emplea como muestra el modelo desarrollado para iphoneUhear, el mismo cuenta con 3 apartados:

1. Hearing sensitivity.

Según el análisis realizado por Silvia esta opción emplea frecuencias: tonos graves y agudos en un rango de decibeles aceptable buscando detectar en cada prueba si existe algún fallo. Se nos explica que lo Normal está entre 0 db – 20 db en cualquier frecuencia. Las frecuencias empleadas son 5 iniciando en 250 finalizando en 8 000 hrtz. (250.500.1000.3000.4000.6000.8000).

La opción propuesta para la aplicación a desarrollar es: Generar tonos en 20 decibeles si uno no lo escucha demuestra fallo. Silvia menciona la similitud con un tamizaje, pues la idea es realizar una prueba general que alerte en caso de alguna probabilidad de enfermedad.

El sonido se mide por frecuencia. Se proponen 500 sonidos, mil, dos mil, 4 mil o 6 mil para realizar el examen.

2. Speech in noise:

Se propone analizar y realizar algo similar tomando en cuenta que según la teoría la palabra está a 60 dcb para oír correctamente el ruido debe de estar 15 db por debajo de la voz

3. Questionnaire 10-15

Silvia nos indica que ya ella cuenta con las preguntas para realizar el cuestionario.

Generalidades

1. Al final de la prueba la aplicación debe brindar la oportunidad de llenar correo electrónico, teléfono, nombre, edad indicando al cliente si desea ser contactado por alguno de estos medios por un profesional de Audinsa.

2. Generación de resultados: Al final de la prueba se le brinda a la persona un mensaje alertando sus resultados.

Compromisos

1. Daniela y Roberto harán un análisis más profundo de la aplicación con el fin de brindar una sugerencia un poco más completa de la aplicación a brindar.
2. Silvia analizará si existe algún otro test que le interese realizar durante la prueba además de las opciones examinadas.

Minuta

2

Fecha:

02-02-2013

Inicio 5.36 p.m. fin 6.05 p.m.

Observaciones: Se muestra el prototipo realizado en flash por lo que los comentarios están asociados al mismo.

Generalidades

1. Silvia indica que desea prescindir del examen diferenciación de frecuencias pues el mismo es empleado en su mayoría para definir si una persona tiene un oído de músico o no.
2. En lugar de usar gráficos es más útil usar imágenes con un check en caso de correcto o una X en caso de incorrecto, pues es más intuitivo para las personas. Se acuerda usar un semáforo.
3. Se especifica que la información de resultados y perfiles podrá ser visualizado por Audinsa solo si el usuario decide enviarla por correo.
4. No delimitar la aplicación a un audífono más óptimo, por el contrario establecer el nivel de tolerancia aceptable sin un audífono específico (**Importante pues varía objetivo de la documentación**).
5. Daniela indica que la aplicación en lugar de artículos brindara una serie de tips o consejos de cuidados generales. Los mismos deben de ser brindados por Silvia, esto por la limitante de la página de Audinsa al tener material en flash por tanto no hay de donde obtener la información.

Compromisos

1. Daniela y Roberto deben de investigar el formato más liviano para grabar los sonidos en la aplicación.
2. Silvia brindará software de audífonos que tienen muestras de sonidos.
3. Daniela y Roberto revisarán si existe alguna manera de que Silvia propague información una vez que las personas ya cuenten con la app instalada en sus celulares.

4. Daniela enviará documento de tesis a Silvia junto con las minutas.

Minuta

3

Fecha:

19-08-2013

Inicio 6.36 p.m. fin 7.05 p.m.

Observaciones: Se muestra la aplicación instalada en el celular, contiene examen de cuestionario finalizado.

Generalidades

1. Se definen los colores a emplear en los exámenes: (Encargado: Roberto)
 - Sensibilidad de oído (Anaranjado)
 - Habla en ruido (Gris)
 - Cuestionario (Celeste)
2. Silvia sugiere colocar una barra de progreso en el cuestionario (Deseable con el logo de Audinsa y las rayas verticales) (Se acuerda investigar el tema , encargada Daniela)
3. Se tiene que cambiar lógica del cuestionario pues el resultado está invertido (Encargada: Daniela)
4. Cambiar mensaje de "Consulte a un especialista" con "Usted podría estar presentando una dificultad auditiva. Le recomendamos contactar a la clínica" (Encargada: Daniela).
5. Crear pantalla de resultados (se evidencia que actualmente no se están guardando). (Encargados: Daniela y Roberto).
6. Cambiar título "Su calificación" al final del cuestionario a "De acuerdo a sus respuestas" (Encargado: Roberto).
7. Cambiar mensaje "Su escucha está al 100%" al final del cuestionario a "Usted no presenta una dificultad auditiva. Le recomendamos una valoración anual" (Encargado: Roberto).
8. En el menú de opciones, cambiar Localizar a Consultorios (Encargada: Daniela).
9. Se creará grupo de Whatsapp para futuras reuniones o temas relacionados a la aplicación.
10. Silvia debe de enviar los sonidos para las pruebas restantes.

Fecha:21-04-2014**Inicio 7.30 p.m. fin 8.30 p.m.**

Observaciones: Se analizan los resultados de las pruebas realizadas por el usuario con el fin de determinar el grado de aceptación y revisar si los resultados de los escenarios son válidos según los requerimientos definidos.

Generalidades

1. Se analizan las pruebas con resultado REPROBADO y se establece las acciones que requieren corrección.
2. Se descartan aquellos escenarios que fueron marcados como REPROBADOS, pero que cumplían con los requerimientos establecidos, por lo que cambiaron a estado PASA.
3. Se le expresa al usuario que no se cumple con una especificación clara del examen de Habla en Ruido por parte de la clínica (ver Definición de requerimientos, REQ-FN-11), por lo que se pospone la creación del mismo hasta que el usuario interesado defina con claridad el examen.

7.7. Análisis de aplicaciones similares

7.7.1. Análisis de la aplicación uHear

La aplicación uHear es soportada para dispositivos Apple, corriendo sobre el sistema operativo móvil iOS. Es una aplicación gratis, el cual posee las siguientes funcionalidades:

Pantalla Principal

La pantalla principal contiene las siguientes opciones:



Ilustración 35 - Pantalla principal uHear

Aplicación uHear

El examen de sensibilidad de oído evalúa el sonido más bajo que usted puede escuchar.

En este el usuario pulsa un botón apenas oye el sonido (ver imagen abajo).



Ilustración 36– Sensibilidad de oído uHear – Prueba en ejecución

Aplicación uHear

La ejecución de esta prueba tuvo una duración aproximada de 5 minutos, en los cuales se presentaron un total de 30 sonidos en diferentes frecuencias, cada uno en diferentes oídos: 15 sonidos para el oído derecho y 15 sonidos para el oído izquierdo. Al finalizar la prueba, al usuario se le presenta una pantalla que muestra un gráfico con el resultado para los diferentes oídos y sus niveles de escucha en las diferentes frecuencias.

El siguiente examen es el de habla en ruido, el cual trata de escuchar un locutor en un nivel de ruido que el usuario establece. Cuando el usuario está conforme que escucha al interlocutor, pulsa un botón el cual despliega los resultados de la habla en ruido:

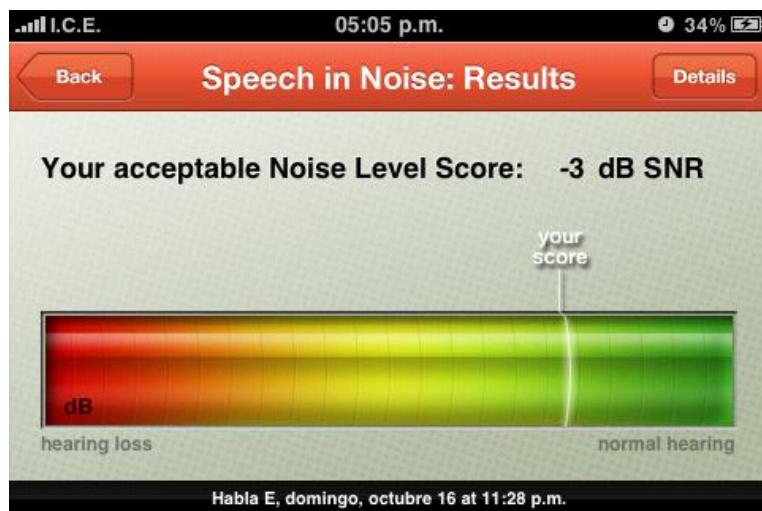


Ilustración 37 – Pantalla de resultados examen de sensibilidad de oído

Aplicación uHear

La interpretación de resultados de este examen es el siguiente:

- Rango < 7 db Bien
- 7 <db< 12 Aceptable
- > 12 db Preocupante.

El **cuestionario** lo que realiza es un perfil de desempeño de escucha. Al usuario se le hacen preguntas sobre su escucha diaria, y a partir de varias preguntas, se realiza el perfil de escucha. Al finalizar el cuestionario se le presenta la siguiente pantalla:



Ilustración 38 – Pantalla de resultados uHear

Aplicación uHear

Esta aplicación guarda todas los resultados de las diferentes pruebas con nombres únicos que el usuario escoge al finalizar las pruebas auditivas:

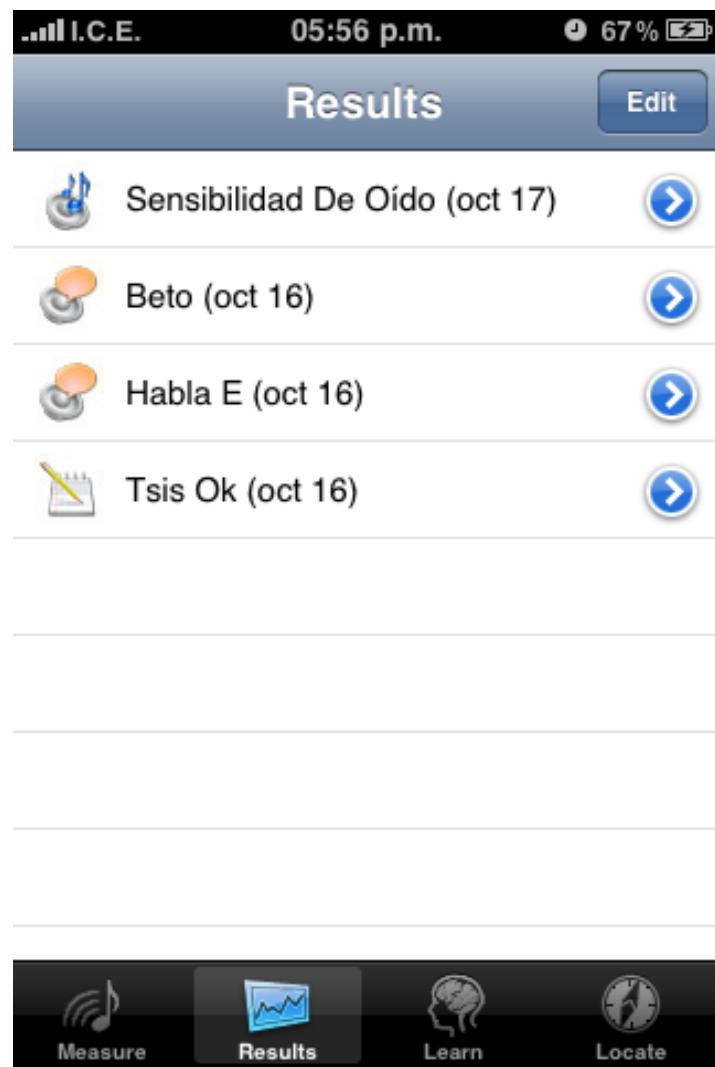


Ilustración 39 – Pantalla de resultados guardados

Aplicación uHear

También muestra información de consejos y artículos auditivos, tal y como se requiere para la aplicación de la Clínica Audinsa:

The screenshot shows the 'Learn' section of the uHear app. At the top, there's a header bar with signal strength, time (05:57 p.m.), battery level (67%), and a clock icon. Below the header, the word 'Learn' is centered in a blue bar. The main content area has a light gray background. It displays several sections with titles and right-pointing arrows:

- Healthy Hearing Tips**
- Warning for People with MP3 Players**
- The 60 - 120 Rule**
- Healthy Hearing Myths**

Below the 'Healthy Hearing Myths' section, there's a note: "From: The better Hearing Institute" followed by a link "<http://www.betterhearing.org/>".

At the bottom of the screen, there's a dark navigation bar with four icons: 'Measure' (ruler icon), 'Results' (graph icon), 'Learn' (brain icon), and 'Locate' (location pin icon).

Ilustración 40 – Consejos auditivos

Aplicación uHear

Por último se destaca la utilidad de mostrar la ubicación de una clínica especializada de audología. Esto, también forma parte de los requerimientos del proyecto de la Clínica Audinsa:

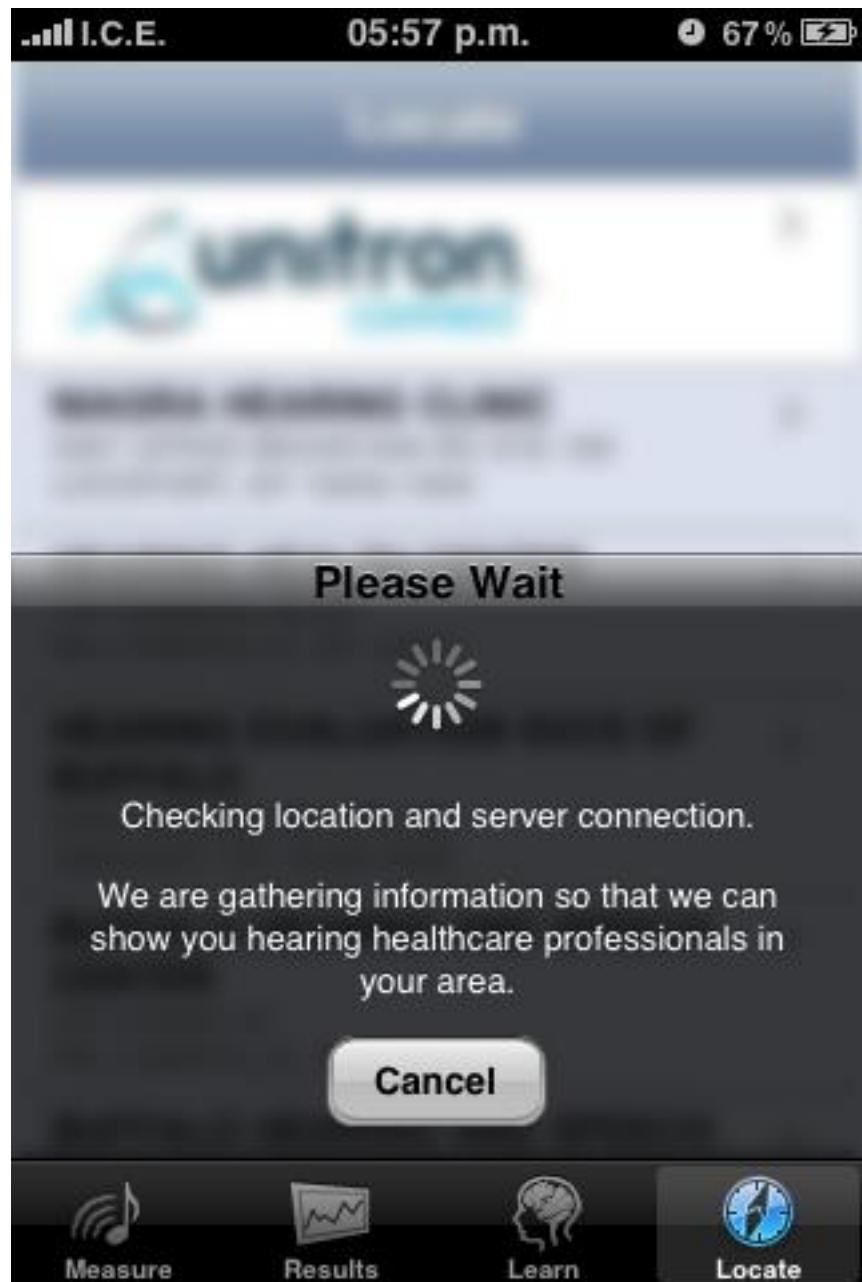


Ilustración 41 – Ubicación de centros especializados

Aplicación uHear

7.7.2. Análisis de la aplicación Test en línea

La aplicación Test en Línea evalúa su agudeza auditiva al escuchar números con distintos niveles de ruido de fondo. Puede ser accedido en este URL: <http://www.spanish.hear-it.org/Pruebe-su-audicion>. Muy similar a la aplicación uHear, específicamente la prueba de habla en ruido. A continuación se presentan imágenes de la aplicación:

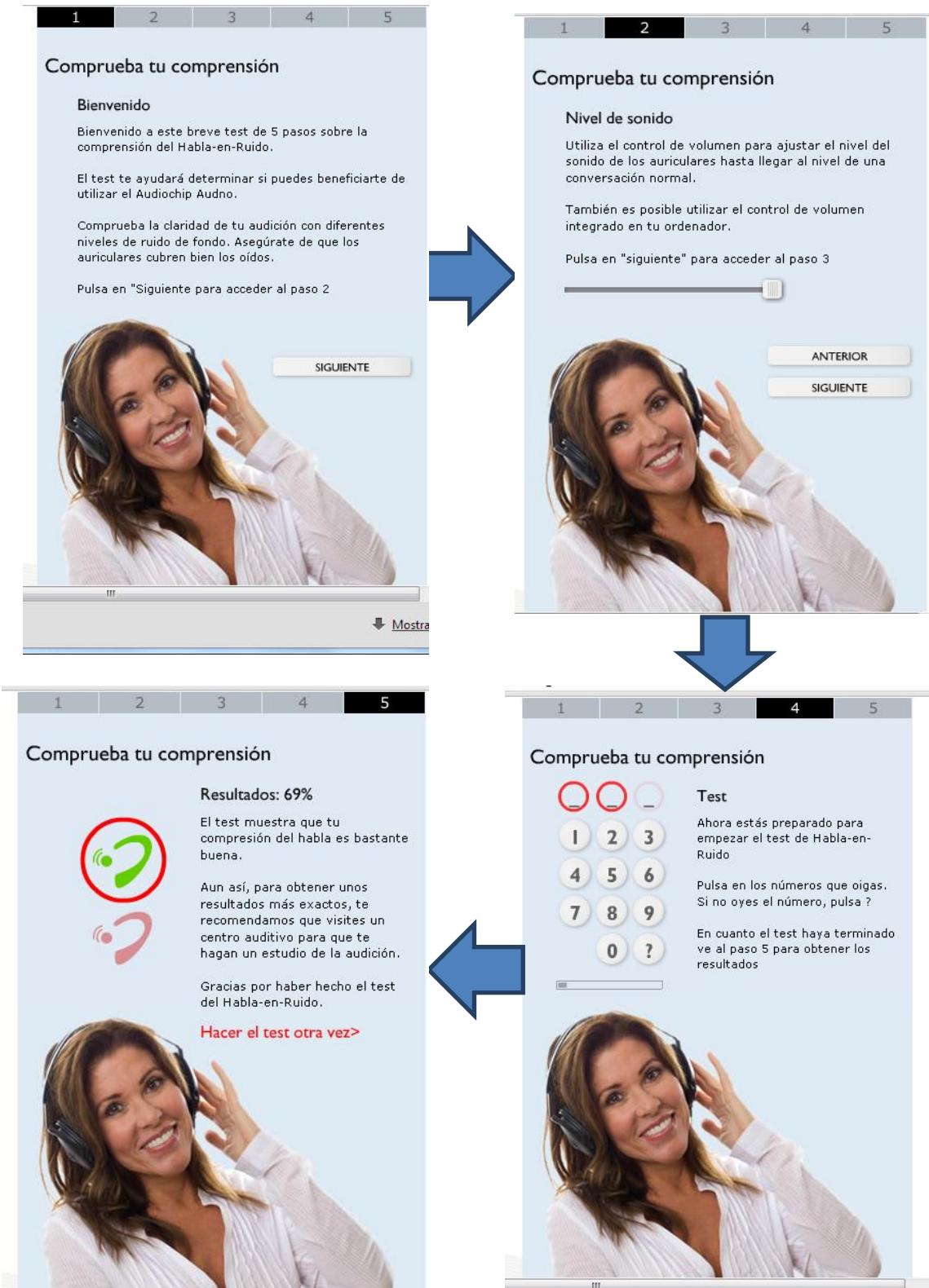
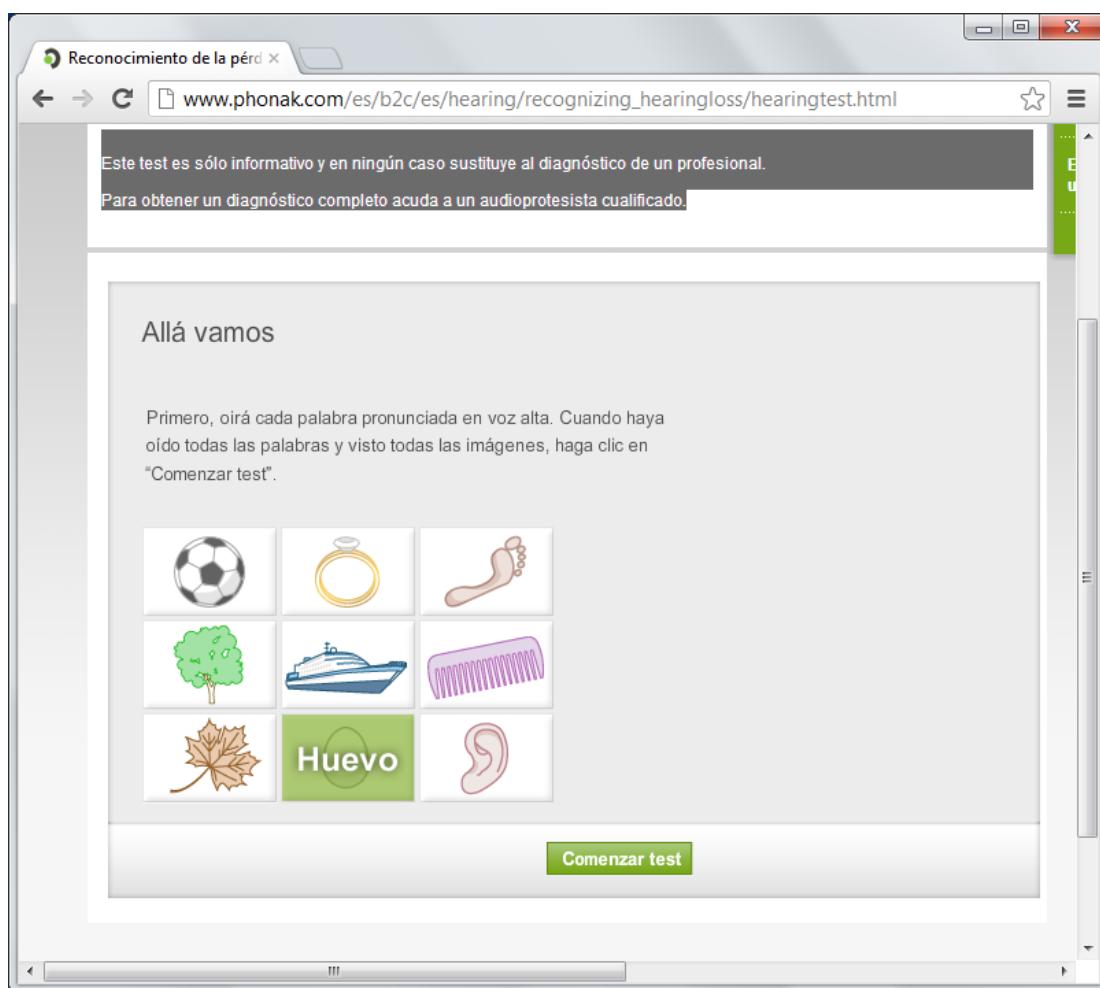


Ilustración 42 – Aplicación test en línea: Flujo de imágenes

Aplicación Test en línea

7.7.3. Análisis de la aplicación Test auditivo

Test auditivo es una aplicación Web desarrollada por la empresa Phonak, la cual provee a los consumidores con dispositivos para mejorar la escucha (audífonos, entre otros). Puede ser accedida en la página www.phonak.com. Consiste en la creación de un perfil de escucha basado en la edad, el sexo de la persona y en realizarle preguntas específicas sobre la escucha diaria del usuario, como por ejemplo: ¿En alguna ocasión le ha resultado difícil oír a otras personas en ciertas situaciones? Despues de la realización del perfil, al usuario se le aplica el test auditivo que consta de una prueba de palabras en ruido, muy similar a las aplicaciones anteriores. Estas son algunas imágenes de la aplicación:



Reconocimiento de la pérdida

Este test es sólo informativo y en ningún caso sustituye al diagnóstico de un profesional.
Para obtener un diagnóstico completo acuda a un audioprotesista cualificado.

¿Qué palabra se ha pronunciado?

Cuando se pronuncie el nombre de un objeto en voz alta, haga clic en él. Añadiremos ruido a las palabras a medida que avanza. El objetivo es descubrir su comprensión verbal en entornos ruidosos.

		indeciso

Ejercicio
5 / 27

The screenshot shows a web-based hearing test interface. At the top, a banner states: "Este test es sólo informativo y en ningún caso sustituye al diagnóstico de un profesional. Para obtener un diagnóstico completo acuda a un audioprotesista cualificado." Below this, a question asks: "¿Qué palabra se ha pronunciado?" A descriptive text follows: "Cuando se pronuncie el nombre de un objeto en voz alta, haga clic en él. Añadiremos ruido a las palabras a medida que avanza. El objetivo es descubrir su comprensión verbal en entornos ruidosos." To the right, a sidebar titled "Ejercicio" shows "5 / 27". The main area features a 3x3 grid of icons: soccer ball, ring, foot (labeled "Pie"), tree, cruise ship, comb, leaf, egg, and ear. The "Pie" icon is highlighted with a green background. A button labeled "indeciso" is also present. A progress bar at the bottom indicates completion of 5 out of 27 exercises.

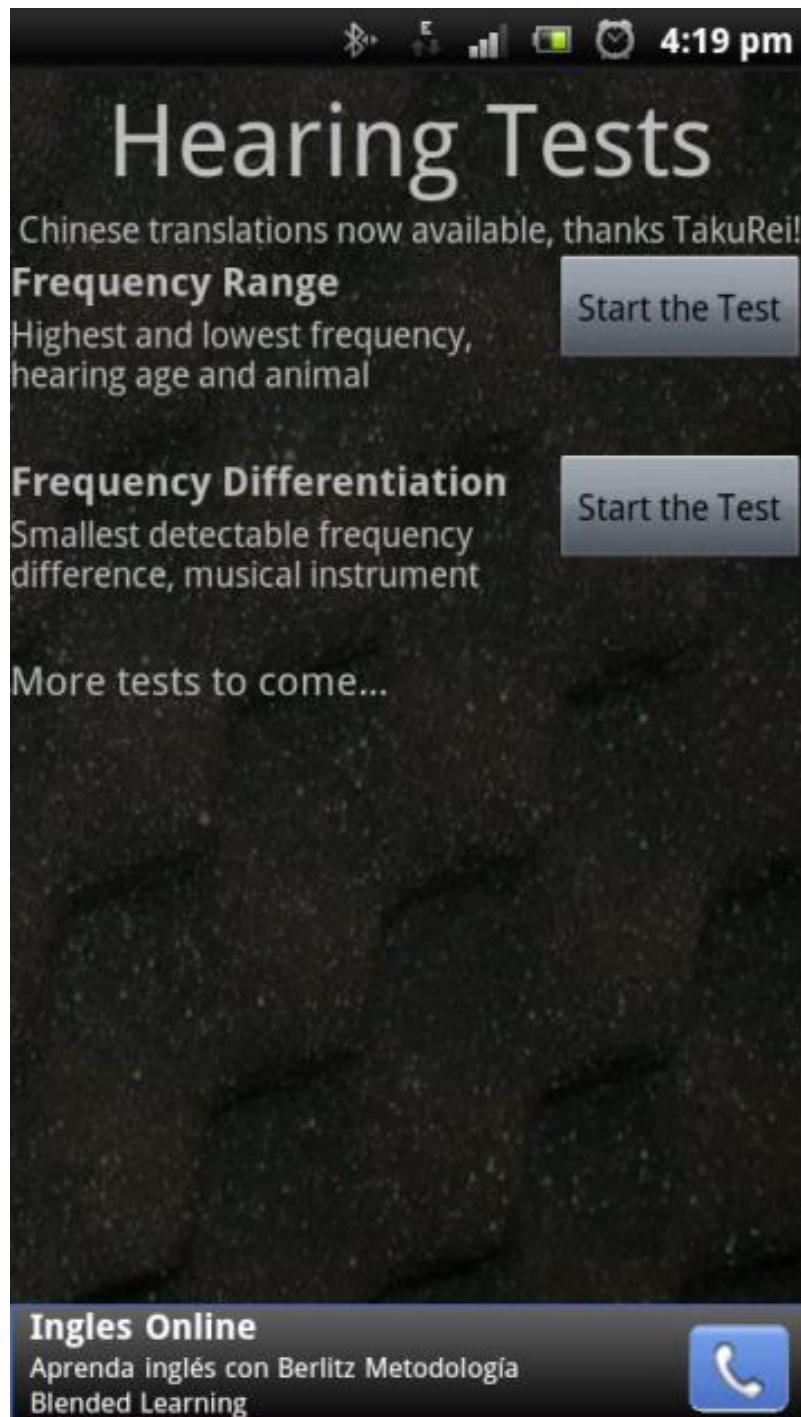


Ilustración 43 – Pantallas de la aplicación test auditivo

Test Auditivo de Phonak

7.7.4. Análisis de la aplicación Test Your Hearing –Android

Test your hearing es una aplicación desarrollada por Epsilon Zero que funciona en dispositivos Android sin costo alguno. Posee un tipo de examen que no aparece en la aplicación uHear (ver Análisis de la aplicación uHear), el cual mide la menor diferencia de frecuencias que el usuario puede percibir. A continuación se presentan las funcionalidades:



**Ilustración 44 – Pantalla principal Test your hearing
Aplicación Test your hearing**

El examen de rango de frecuencias evalúa lo mismo que el examen de sensibilidad de oído de la aplicación uHear, sin embargo posee una interfaz diferente.

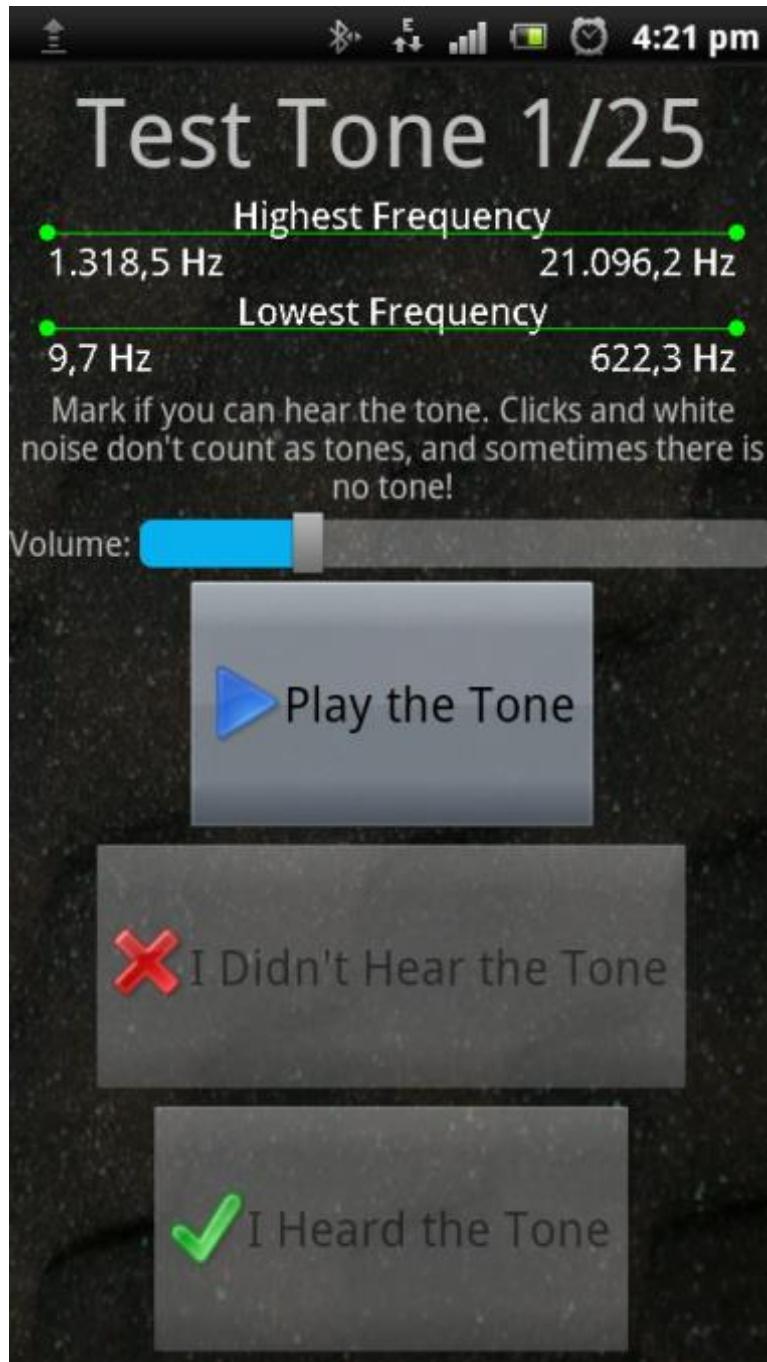


Ilustración 45 – Interfaz de la prueba de rango de frecuencias
Aplicación Test your hearing

La prueba posee diferentes botones y un slider para ajustar el volumen de cada tono. Cada vez que el usuario pasa de un tono a otro, el gráfico de frecuencias máximas y el de frecuencias mínimas disminuye, determinando así cuales son las frecuencias más bajas y altas que el usuario

puede percibir. En cada prueba de tono, puede que haya un tono o no, esto para determinar el nivel de escucha del ejecutante. Una vez pasado por los 25 tonos de pruebas, se le presentará la pantalla de resultados:

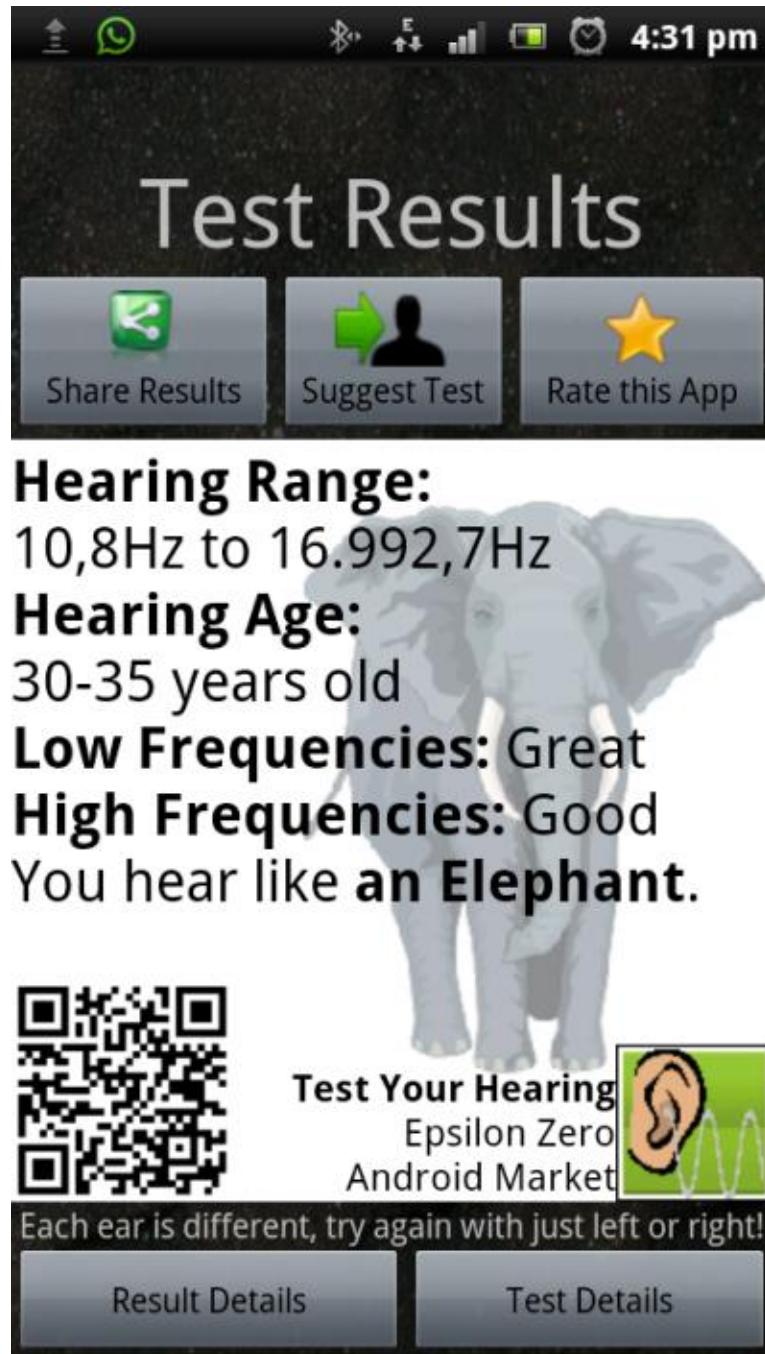


Ilustración 46 – Pantalla de resultados de rango de frecuencias

Aplicación Test your hearing

La siguiente prueba que Test your hearing posee es la de diferenciación de frecuencias, el cual al ejecutante se le presentan dos tonos y este determina si hay una diferencia o no entre las mismas.

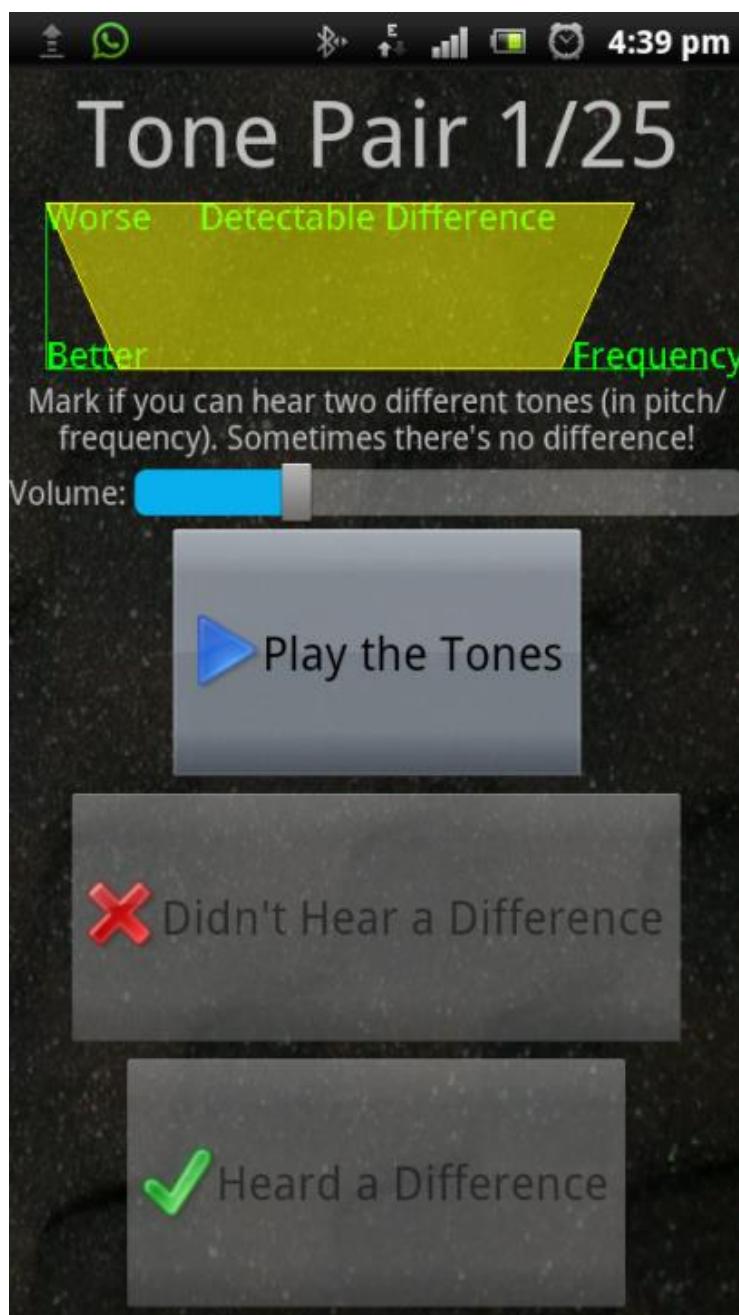


Ilustración 47 – Interfaz diferenciación de frecuencias

Aplicación Test your hearing

En cada par de tonos, el ejecutante tiene la opción de escuchar de nuevo los tonos, subir el volumen y determinar si hay diferencias entre cada tono o no. El gráfico representa, en el eje x,

las frecuencias de menor a mayor, y en el eje y, una separación entre mejor y peor. Al finalizar los 25 pares de tonos, el gráfico quedaría de la siguiente manera:

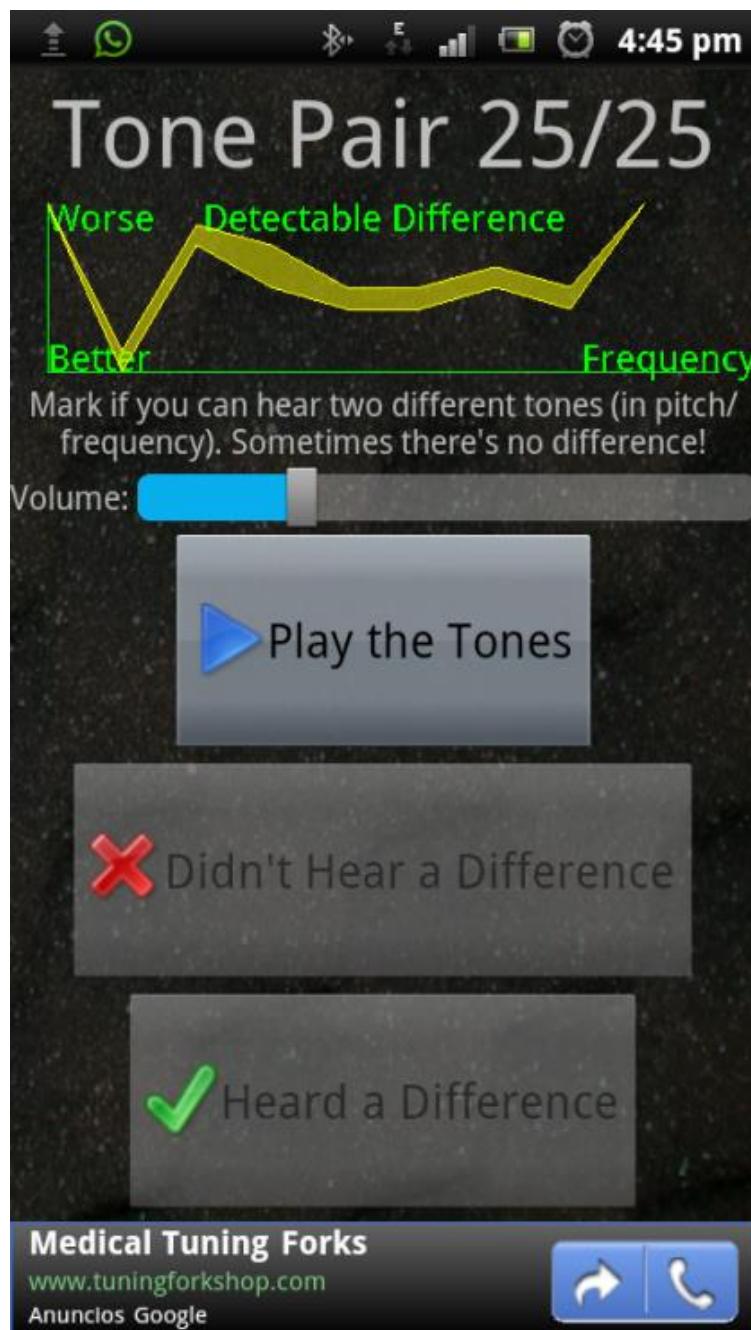


Ilustración 48 – Gráfico representativo diferenciación de frecuencias
Aplicación Test your hearing

Al finalizar la prueba, la pantalla de resultados le informará al ejecutante el estado de cada grupo de frecuencias que puede diferenciar.



Ilustración 49 – Pantalla de resultados de diferenciación de frecuencias

Aplicación Test your hearing