

**Índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo  
HearWhoPro y la prueba de Audiometría Tonal Tamiz**

Daniela Flórez Realpe 1538895

Jhonny Andrés Delgado Padilla 1538972

Lorena Marisol Caicedo Pardo 1537697



Tutor: Diana María Irurita Sánchez

Universidad del Valle

Sede Cali

Facultad de Salud

Escuela de Rehabilitación Humana

Programa Académico de Fonoaudiología

Diciembre del 2020

## **TABLA DE CONTENIDO**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. RESUMEN                                                            | 7  |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN                         | 9  |
| 3. OBJETIVOS                                                          | 16 |
| 3.1 Objetivo general                                                  | 16 |
| 3.2 Objetivos específicos                                             | 16 |
| 4. MARCO TEÓRICO                                                      | 17 |
| 4.1 Audición                                                          | 17 |
| 4.2 Comunicación y audición                                           | 17 |
| 4.3 Umbral auditivo                                                   | 18 |
| 4.4 Pérdidas auditivas                                                | 19 |
| 4.4.1 Tipos de pérdidas auditivas                                     | 20 |
| 4.4.2 Configuración de la pérdida de audición                         | 21 |
| 4.4.3 Implicaciones y consecuencias de las pérdidas auditivas         | 23 |
| 4.4.4 Proceso de comunicación entre las personas con pérdida auditiva | 25 |
| 4.5 Detección de pérdidas auditivas                                   | 26 |
| 4.5.1 Política pública                                                | 27 |
| 4.5.2 Tamizajes auditivos                                             | 28 |
| 4.6 Aplicaciones móviles                                              | 29 |
| 4.7 Índice de concordancia en pruebas de detección                    | 32 |
| 5. ASPECTOS METODOLÓGICOS                                             | 34 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Enfoque y tipo de investigación                             | 34 |
| 5.2 Población                                                   | 35 |
| 5.2.1 Criterios de inclusión                                    | 35 |
| 5.2.2 Criterios de exclusión                                    | 36 |
| 5.3 Procedimiento                                               | 36 |
| 5.3.1 Selección de los participantes                            | 36 |
| 5.3.2 Recolección de los datos                                  | 37 |
| 5.3.3 Registro y análisis de los datos                          | 40 |
| 5.4 Variables                                                   | 41 |
| 5.5 Consideraciones éticas                                      | 44 |
| 6. RESULTADOS                                                   | 46 |
| 7. DISCUSIÓN                                                    | 53 |
| 8. CONCLUSIONES                                                 | 60 |
| 9. RECOMENDACIONES                                              | 61 |
| 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                   | 63 |
| 10. ANEXOS                                                      | 71 |
| Anexo A. Aval de CIREH                                          | 71 |
| Anexo B. Aprobación de enmienda                                 | 73 |
| Anexo C. Consentimiento informado                               | 74 |
| Anexo D. Formulario de registro de resultados tamizaje auditivo | 78 |
| Anexo E. Calibración de audiómetro                              | 82 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| Anexo F. Presupuesto | 83 |
| Anexo G. Cronograma  | 84 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Grado de pérdida de audición                 | 22 |
| Tabla 2. Variables                                    | 44 |
| Tabla 3. Resultados prueba de Audiometría Tonal Tamiz | 50 |
| Tabla 4. Coeficiente de Kappa de Cohen                | 53 |

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Porcentaje de participación por sexo             | 47 |
| Gráfico 2. Porcentaje de participación por edad             | 48 |
| Gráfico 3. Otoscopia conducto auditivo externo              | 49 |
| Gráfico 4. Otoscopia membrana timpánica                     | 49 |
| Gráfica 5. Resultados de la prueba HearWhoPro               | 51 |
| Gráfica 6. Intervalos de resultados de la prueba HearWhoPro | 51 |

## 1. RESUMEN

Antecedentes: La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) estima que más del 5% de la población mundial (466 millones de personas) padece pérdida de audición discapacitante, de los cuales 432 millones son adultos y 34 millones niños. Según el censo de 2018 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018), en Colombia 291.755 personas presentan una limitación para oír la voz o sonidos, lo cual representa una tasa del 0.66% a nivel nacional. En el Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD) de 2015 se reportaron 45.383 personas con limitación auditiva en el Valle del Cauca y 21,665 en el municipio de Santiago de Cali. (Min Salud, 2015). La detección temprana es fundamental para una intervención oportuna y minimizar las consecuencias de la pérdida de audición. La prueba de referencia internacional o "gold standard" para el tamizaje auditivo en adultos es la Audiometría Tonal Tamiz (Daszenies y cols, 2005). Actualmente, se han desarrollado muchas aplicaciones para realizar tamizaje auditivo a través de dispositivos móviles. Sin embargo, se encuentra una variación en la precisión de estas aplicaciones. Objetivo: La presente investigación busca determinar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba de Audiometría Tonal Tamiz en una población de estudiantes de una universidad del sur occidente colombiano. Metodología: La investigación es cuantitativa, de corte positivista y de tipo descriptivo. La población fue de 22 estudiantes del Programa Académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle, a quienes se les realizó la prueba de Audiometría Tonal Tamiz y la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro. Resultados: En las pruebas se obtuvo

que el 100% de los participantes Pasó la Audiometría Tonal Tamiz y en la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro el 33% Pasó la prueba y el 67% No Pasó. Se obtuvo un índice Kappa igual a 0 entre ambas pruebas. Conclusión: No existe concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la Audiometría Tonal Tamiz

**Palabras clave:** Detección, pérdida auditiva, Tamizaje auditivo, Audiometría Tonal Tamiz, Aplicación Móvil de Tamizaje Auditivo, Aplicación HearWhoPro, Índice de concordancia,

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

La audición es parte fundamental en la comunicación humana, es la que posibilita la adquisición y desarrollo del lenguaje, el habla y todo tipo de aprendizajes en el transcurso de la vida. El desarrollo auditivo puede ser entendido como la obtención de las habilidades para el análisis, la síntesis, la identificación, discriminación, reconocimiento y comprensión, de manera simultánea, de los estímulos sonoros lingüísticos y no lingüísticos que rodean a un ser humano. Este desarrollo se va organizando y está relacionado a otras formas del desarrollo como el motor, el cognitivo, el social, entre otros (Gómez, 2006).

El poder gozar de una salud auditiva óptima, contribuye al bienestar comunicativo de las personas, al desempeño escolar y social de la población. Una pérdida auditiva es una alteración irreversible que puede generar a largo plazo, una discapacidad comunicativa, incidiendo notablemente en todos los roles que desempeña, y en los contextos en que interactúa una persona en la sociedad (Min Salud, 2016).

Según la OMS (2019) más del 5% de la población mundial (466 millones de personas) padece pérdida de audición discapacitante, de los cuales 432 millones son adultos y 34 millones niños; la mayoría vive en países con bajos y medianos ingresos. Según el censo del DANE (2018), en Colombia se reportaron 3'134.036 personas con dificultades para realizar actividades cotidianas de las cuales el 9,3%, es decir, 291.755 presentan una limitación para oír la voz o sonidos, sobre un total de 44'164.417 corresponden a una tasa del 0.66% a nivel nacional. A nivel local, RLCPD . (Min Salud, 2016).

Gran parte de las enfermedades del oído, de las alteraciones de la audición y de la comunicación se pueden evitar si se detectan y tratan a tiempo, desde la gestación e incluso durante el curso de vida. Según la OMS (2019), las personas que padecen pérdida de audición pueden minimizar las consecuencias de la misma gracias a la detección temprana, a la utilización de dispositivos de ayuda auditiva, tales como los audífonos y los implantes cocleares, el aprendizaje de lengua de señas, el desarrollo de rehabilitación auditiva y la implementación de medidas de apoyo a nivel educativo, laboral y social. Una pérdida auditiva no abordada trae consecuencias como limitaciones en la comunicación y participación, que afectan el bienestar psicosocial y generan sensación de soledad, aislamiento y frustración. Además, puede conllevar al deterioro cognitivo y está estrechamente relacionada con la demencia. Las personas con pérdida de la audición presentan altas tasas de desempleo y mayores índices de fracaso en sus procesos educativos (Swanepoel y cols, 2019).

“La pérdida de audición se ha considerado que afecta principalmente a la población mayor. Sin embargo, en los últimos años, son más los jóvenes que están presentando pérdidas auditivas. Conforme a datos de la OMS, 1100 millones de jóvenes están en riesgo de padecer pérdida de audición por su exposición al ruido en contextos recreativos, al escuchar música con volúmenes que sobrepasan los 80 decibeles” (Saavedra, 2018, párr. 4). Especialistas en la audición afirman, que cada vez más gente joven empieza a incorporar el sonido a sus actividades diarias, encontrándose que el 50% de los menores de 35 años trabaja con música y más del 60% prefiere relajarse con sonidos que en silencio; a lo cual se le suma que son los más acostumbrados a utilizar auriculares (NCYT Amazings, 2019). De los adolescentes y

jóvenes de entre 12 y 35 años de países de ingresos medianos y altos, casi el 50% están expuestos a niveles de ruido perjudiciales por el uso de dispositivos de audio personales y el 40% por el ruido de clubes, discotecas y bares (MinSalud, 2016). En Colombia, se estima que entre la población activa de 25 a 50 años la prevalencia de la pérdida de audición es de un 14% (Min Salud, 2016).

Por consiguiente, la detección temprana de la pérdida de audición es crucial para su intervención oportuna y rehabilitación efectiva. Para asegurarse de que la pérdida de audición se detecta lo antes posible, todas las personas deben comprobar su audición con frecuencia, especialmente aquellas con mayor riesgo de padecerla (OMS, 2019). Por ello, es necesario la realización de pruebas auditivas tales como; el despistaje o tamizaje auditivo como una acción prioritaria que debe llevarse a cabo en el curso de vida, para detección precoz, diagnóstico oportuno y atención integral de la hipoacusia y/o discapacidad auditiva. (Min Salud, 2013). Las pruebas de tamizaje auditivo, según el enfoque de curso de vida, son: Potenciales Auditivos Evocados de Tallo Cerebral (PAETC) y Otoemisiones Acústicas (OEA) para neonatos, Audiometría Tonal Tamiz por juego condicionado para niños de primera infancia y la Audiometría Tonal Tamiz para la infancia, adolescencia y adultez (Min Salud, 2016).

Según Daszenies y cols (2005), la prueba de referencia internacional o "gold standard" para el tamizaje auditivo para adultos es la Audiometría Tonal. Funciona como método de evaluación que permite valorar de una forma rápida y notablemente fiable la capacidad auditiva de pacientes adultos (Cortés, Enciso, & Reyes, 2012). A partir de diversos estudios se demuestra que es la más utilizada debido a su utilidad y disponibilidad de audiómetro de vía aérea en los consultorios. Además, esta prueba

permite evaluar las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz que son importantes para la valoración funcional de la audición y presenta una alta especificidad (92%) y sensibilidad (96%), lo cual la posiciona como una prueba de tamizaje comparable o superior a otros instrumentos (Daszenies y cols, 2005).

Actualmente, se han desarrollado en el área de audiológia muchas aplicaciones para realizar tamizajes auditivos a través de dispositivos móviles que permiten la detección temprana de alteraciones auditivas, mediante pruebas básicas de audición que emplean tonos o palabras. De Wet Swanepoel y cols (2019) afirman que las aplicaciones móviles que emplean tonos para sus pruebas son una variante de la Audiometría de tono puro, sin embargo, dichas aplicaciones no pasan por una calibración audiométrica adecuada, y no cuenta con los auriculares necesarios, su precisión es limitada. Además, menciona que son mínimas las aplicaciones que empleen tonos y presenten algún estudio, evaluación o validación que las respalde, lo que ocasiona un uso inadecuado e irresponsable por parte del público objetivo pues no se encuentra informado sobre su validez real. Por otro lado, las aplicaciones que han sido evaluadas demuestran una amplia variabilidad en la precisión dependiendo del grado de pérdida de audición, y tipo de teléfono y auriculares (Swanepoel, 2019).

Las aplicaciones basadas en el habla evalúan la capacidad de los usuarios para reconocer y comprender el habla en entornos de ruido y no requieren calibración, lo que facilita su uso dispositivos y auriculares de diferente categoría. Principalmente, evalúan la comprensión del habla en entornos acústicos complejos lo cual es un desafío para las personas con pérdida auditiva ya que les resulta más difícil. Este tipo de pruebas suele estar altamente correlacionadas con la audiometría de tonos puros,

la sensibilidad y especificidad de las pruebas de dígitos en el ruido son de hasta el 90% y pueden completarse en tres minutos (Swanepoel y cols, 2019). Algunas de las aplicaciones para evaluar la capacidad auditiva de las personas que han pasado por un proceso de investigación, podemos encontrar basadas en tonos puros son Uhear y Mimi Test disponibles solo para el sistema operativo iOS, Hearing Test para el sistema operativo Android; y basadas en el habla, podemos encontrar aplicaciones como HearScreen USA, HearZA y HearWhoPro para ambos sistemas operativos. De acuerdo con la búsqueda realizada para la presente investigación, se encontró mayor información, diversidad de población participante y número de estudios sobre las aplicaciones móviles de tamizaje auditivo anteriormente mencionadas.

La aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro fue desarrollada por la OMS y cumple una función de tamizaje auditivo, a fin de sensibilizar sobre la importancia de la detección temprana de pérdidas auditivas. La prueba funciona a través de la presentación de 23 series de 3 dígitos en inglés con ruido de fondo, que la persona debe registrar en la aplicación para generar una puntuación, la cual determina el resultado en términos de Pasa / No Pasa. Además, le brinda al público en general acceso a un evaluador de audición para verificar su estado de audición y monitorearlo con el tiempo (OMS, 2019).

Tomando en cuenta la importancia de la detección temprana de las pérdidas auditivas, se puede considerar conveniente hacer uso de los recursos de tamizaje auditivo de fácil y libre acceso para la población, como las aplicaciones móviles que favorezcan y faciliten la evaluación del estado de la audición, especialmente en aquellas poblaciones con menor accesibilidad a los servicios auditivos. Por ello, es

esencial determinar el índice de concordancia de este tipo de aplicaciones con relación a la prueba de Audiometría Tonal Tamiz, como se evidencia en los estudios internacionales llevados a cabo por: Smits y Cols (2006), Kam y Cols (2012), Larrosa y Cols (2015), Abu-Ghanem, Handzel (2016), Derin y cols (2016) y Peer y cols (2015), el nivel de concordancia que se encontró fue positivo, según el método elegido en cada una. A nivel nacional, son escasos los estudios sobre la detección de pérdidas auditivas por medio de aplicaciones móviles de tamizaje auditivo y su nivel de concordancia, sin embargo, podemos encontrar algunos similares como el de Muñoz y cols (2020), cuya investigación se enfocó en una herramienta de bajo costo comparada con la audiometría de tonos puros por vía aérea, sin embargo, cuyos resultados evidenciaron que la herramienta tenía valores muy bajos en aspectos como la sensibilidad y la especificidad, y sumado a esto, una pobre concordancia por lo cual se consideró que no tenía validez alguna para ser usada dicha herramienta.

En ese sentido, surge el interés de hacer un estudio de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, y comprobar si los resultados de la prueba, con relación al estado de la audición de las personas, son cercanos a la realidad, es decir, identificar el índice de concordancia de la aplicación con la prueba de Audiometría Tonal Tamiz. Con el fin de aportar al quehacer profesional al estudiar otras opciones o herramientas de evaluación que permitan la detección oportuna, controles auditivos periódicos, acceso al conocimiento de su perfil audiológico, sensibilización de la comunidad en general sobre su salud auditiva que favorezcan el bienestar comunicativo de la población.

Por ello, la presente investigación busca determinar el índice de concordancia de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro en un grupo de estudiantes de una universidad pública del suroccidente colombiano. Tiene como pregunta de investigación: ¿Cuál es el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba de Audiometría Tonal Tamiz, en una población de estudiantes entre 18 y 30 años del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle?

A partir de esta investigación los fonoaudiólogos, especialistas en audiología y/o profesionales que se desempeñen en el área de audiología, podrán conocer la concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba de Audiometría Tonal Tamiz para considerar su posible uso e implementación en la tamización auditiva de población adulta generando un fácil acceso al conocimiento de su estado auditivo y obteniendo una detección temprana de las pérdidas auditivas. Actualmente, se hace un llamado universal al tamizaje auditivo para la detección temprana de cualquier tipo de pérdida auditiva, en todas las poblaciones, es por esto que surge la necesidad de investigar el índice de concordancia entre las aplicaciones móviles y las pruebas de audición. Específicamente para la presente investigación, en una población de jóvenes, ya que hacen mayor uso y manejo de aplicativos, tienen bases del idioma inglés y además como se mencionó anteriormente, en la actualidad este grupo poblacional ha presentado disminución auditiva debido a la exposición al ruido por el uso frecuente y prolongado de audífonos para escuchar música. De obtenerse un índice de concordancia adecuado, se permitirá el reconocimiento del estado auditivo de la población, confirmando de manera oportuna su diagnóstico y de esta forma definir el manejo pertinente al caso. Por lo anterior, se realizará un aporte

valioso sobre la aplicación móvil HearWhoPro, puesto que se podrá determinar si se puede usar de manera confiable, favoreciendo la salud auditiva y el bienestar comunicativo de la población adulta colombiana.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- Determinar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba Audiometría Tonal Tamiz, en una población de estudiantes entre 18 y 30 años del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar el estado auditivo de los estudiantes del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle a través de la prueba Audiometría Tonal Tamiz.
- Caracterizar el estado auditivo de los estudiantes del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle a través de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro.
- Identificar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la Audiometría Tonal Tamiz, por medio de la comparación de los resultados obtenidos en la caracterización auditiva.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Audición**

Según Enric Munar, Jaume Rosselló, Carmen Mas, Pilar Morente y Miquel Quetgles (2002) “el proceso de audición se activa por la emisión de sonidos, se realiza a través del sistema auditivo y se informa al sistema cognitivo sobre algunos atributos de las fuentes sonoras (identificación, posición en el espacio, etc.)” (P. 1).

Por su parte, Gómez (2006) define la teoría cíclica de la audición como una función desempeñada por un aparato auditivo, del cual el oído es sólo un agente externo. Este aparato está constituido por un órgano periférico o receptor: el oído; una vía aferente, que conduce la sensación sonora; la corteza cerebral auditiva, que procesa esas aferencias convirtiéndolas en mensajes con significado; y por la vía eferente, a través de la cual la corteza regula permanentemente el funcionamiento del órgano periférico. Así, el aparato auditivo tiene una constitución circular, o cíclica. El aparato receptor periférico realiza cuatro tareas fundamentales para cumplir su función: la primera tiene lugar en el oído externo, la segunda en el oído medio, la tercera en el oído interno y la cuarta entre el oído interno y los mecanismos centrales auditivos.

### **4.2 Comunicación y audición**

Mediante el proceso de la comunicación los seres humanos reciben, procesan, producen e intercambian información sobre sus necesidades, deseos, conocimientos o estados emocionales, entre otros. La comunicación puede ser intencional o no intencional, puede involucrar señales convencionales o no convencionales, puede adoptar formas lingüísticas y no lingüísticas y puede ocurrir de modos hablados o de

otra naturaleza, este complejo proceso dinámico está unido a contextos o situaciones individuales y es posible por la confluencia de aspectos cognitivos, del lenguaje, del habla y la audición (Matos Rodelo & Rubiano Prieto, 2017).

La comprensión auditiva desempeña un papel importante en el proceso de la comunicación, pues James (1984) señaló que:

No es una destreza, sino una serie de destrezas marcadas por el hecho de involucrar la percepción auditiva de signos orales [además]...no es pasiva. Una persona puede oír algo, pero no estar escuchando...es absolutamente necesaria para cualquier otra labor que se realice con el lenguaje, especialmente para poder hablar y aún para poder escribir (Citado en Córdoba, Patricia & Coto, Rossina, & Ramírez, Marlene, 2005, p. 3)

#### **4.3 Umbral auditivo**

Von Békésy (1967), describió un **umbral auditivo** como la mínima intensidad sonora (nivel de presión sonora umbral), que un oído es capaz de identificar. Y un nivel umbral es la mínima intensidad detectada el 50% de las veces en una serie de múltiples presentaciones. Según De Sebastián (1999) el umbral auditivo se puede definir como la mínima cantidad de audición que percibe el oído en una frecuencia determinada. Para Constantino Pérez Vega (2011) sonido audible se considera como tales los sonidos de frecuencia comprendida entre unos 15 Hz. y 20.000 Hz. La máxima frecuencia sonora que es capaz de percibir el oído humano depende de diversos factores, entre ellos la edad y, en tanto que un niño puede percibir frecuencias cercanas a los 20.000 Hz., una persona de más de 60 años solo percibe

frecuencias de hasta unos 10.000 Hz. o 12.000 Hz. Por lo general, se toman los valores 20 Hz. y 20.000 Hz. (20 KHz.) como los umbrales de frecuencia de la audición. Es decir, nuestro sistema auditivo no percibe señales con frecuencias menores a los 20 Hz. o mayores a los 20.000 Hz. En otra literatura pueden encontrarse los valores 16 Hz. y 16.000 Hz. El umbral superior de frecuencias es dependiente de la edad; con el paso del tiempo se deterioran las células ciliadas del órgano de Corti, lo que tiene como consecuencia que cada vez percibamos menos las frecuencias agudas.

La exposición prolongada a sonidos dañinos puede contribuir a acelerar la pérdida de percepción de las frecuencias más agudas. En personas adultas, se considera normal un nivel de audición en el rango de -10 dB. a 25 dB. Por lo tanto, cualquier aumento del nivel del umbral, en una o más frecuencias, corresponderá a pérdida auditiva, conocida como Hipoacusia.

#### **4.4 Pérdidas auditivas**

Según Nunan (2013) **la pérdida auditiva** se suele clasificar en tres grupos; hipoacusia, sordera y cofosis, que a su vez pueden ser unilaterales (un solo oído) o bilaterales (ambos oídos). Cuando la deficiencia auditiva es menor de 70 decibelios se habla de hipoacusia. Las personas con hipoacusia habitualmente perciben el lenguaje oral y la mayoría de los sonidos ambientales a pesar de que su capacidad auditiva es deficiente. La sordera es una pérdida auditiva profunda, mayor de 70 decibelios, que impide la percepción del lenguaje oral y de los sonidos del entorno, por lo que las personas afectadas de sordera necesitan utilizar prótesis auditivas tales como los audífonos o implantes cocleares para mejorar su capacidad auditiva. Por último, la pérdida total de la audición se llama cofosis o anacusia.

#### **4.4.1 Tipos de pérdidas auditivas**

Existen tres tipos básicos de pérdida de audición: conductiva, neurosensorial y mixta.

**Pérdida auditiva de conducción:** Ocurre cuando el sonido no viaja con facilidad por el canal externo del oído hasta el tímpano y los huesecillos (osículos) del oído medio.

Con la pérdida auditiva de conducción los sonidos suenan apagados y es menos fácil oír. Este tipo de pérdida de audición se puede corregir mediante intervención médica o quirúrgica. Algunas posibles causas de la pérdida auditiva de conducción son: fluido en el oído medio debido a resfriados o alergias, infecciones del oído medio (otitis media), mal funcionamiento de la trompa de Eustaquio, perforación en el tímpano, exceso de cera en el oído (cerumen), oído de nadador (otitis externa), objeto alojado en el canal auditivo, malformación del oído externo, el canal auditivo o el oído medio (ASHA, 2016).

**Pérdida auditiva neurosensorial:** Ocurre cuando hay daño al oído interno (cóclea) o a los conductos de los nervios entre el oído interno y el cerebro. La mayoría de las veces no es posible reparar mediante intervención médica ni quirúrgica la pérdida auditiva neurosensorial. Este es el tipo más común de pérdida permanente de audición. La pérdida auditiva neurosensorial reduce la capacidad de oír sonidos tenues. Incluso cuando se habla a suficiente volumen, puede no sonar claro o sonar apagado. Algunas causas posibles de este tipo de pérdida de audición son: medicamentos tóxicos para la audición, pérdida de audición en la familia (genética o hereditaria), lesiones en la cabeza, malformación del oído interno, exposición a ruidos fuertes. La pérdida auditiva mixta se produce cuando la pérdida auditiva de conducción ocurre de manera simultánea a la pérdida auditiva neurosensorial. En

otras palabras, puede haber daño al oído externo o medio, así como al oído interno (cóclea) o al nervio auditivo (ASHA, 2016).

#### **4.4.2 Configuración de la pérdida de audición**

La configuración, o perfil, de la pérdida de audición se refiere a la estructura y grado de la pérdida de audición en toda la gama de frecuencias (tonos) según se ven representados en una gráfica llamada audiograma. Por ejemplo, una pérdida de audición que solo afecta los tonos agudos se describiría como una pérdida de alta frecuencia. Su configuración mostraría buena audición en los tonos graves y mala audición en los tonos agudos (Clasificación BIAP (Bureau International d'Audio-Phonologie)).

#### **Por el momento en que tuvo lugar la pérdida o aparición:**

Prelocutiva: La pérdida ocurre antes de que el niño adquiriera el habla, por tanto, el niño o la niña es incapaz de aprender a hablar en el caso de sorderas graves o profundas. Postlocutiva: Posterior a la adquisición del habla, la consolidación del lenguaje ya se ha efectuado, produciéndose de manera progresiva alteraciones fonéticas y prosódicas, así como alteraciones de la voz.

#### **Por la localización de la lesión:**

- Sordera neurosensorial o de percepción: Alteraciones que tienen lugar en el oído interno en la vía nerviosa auditiva. Afectan a la cantidad y calidad de la percepción del sonido. Cuando hay una lesión en el oído interno o en el nervio auditivo. Este tipo es permanente.

- Hipoacusia de transmisión o de conducción: Alteraciones que tienen lugar en el oído externo y/o medio. Afectan a la cantidad de sonido.
- Sordera mixta: Cuando están afectados simultáneamente el oído externo o medio y el interno.

#### Por el grado de pérdida auditiva:

| Grado de pérdida de audición | Escala de la pérdida de audición (dB) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Normal                       | -10 a 15                              |
| Ligera                       | 16 a 25                               |
| Leve                         | 26 a 40                               |
| Moderada                     | 41 a 55                               |
| Moderadamente severa         | 56 a 70                               |
| Severa                       | 71 a 90                               |
| Profunda                     | 91+                                   |

Fuente: Clark, J.G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification (Usos y abusos de la clasificación de la pérdida de audición). Asha, 23, 493-500.

*Tabla 1. Grado de pérdida de audición*

Según la Clasificación BIAP (Bureau Internacional d'Audio- Phonologie):

- la audición normal se sitúa entre 0-20 decibelios.
- Pérdida Ligera: Entre 20-40 decibelios de pérdida.

El lenguaje no se verá afectado y sólo aparecerán pequeñas alteraciones fonéticas, dislalias y dificultades de aprendizaje. Aunque el niño puede oír, tendrá dificultades para comprender todo lo que oye, sobre todo en ambientes ruidosos, dentro del aula, situaciones de grupo. Presentará dificultad para percibir la voz baja o sonidos lejanos de baja intensidad. Pueden ser dispersos, con baja atención. En muchos casos la discapacidad auditiva es transitoria, como consecuencia de un proceso infeccioso.

c) Pérdida Moderada: Entre 40-70 decibelios de pérdida.

Puede existir un lenguaje empobrecido, el lenguaje puede desarrollarse de forma espontánea, aunque presentará retrasos en su evolución. Existen dificultades de comprensión ya que no se percibe la palabra hablada a intensidad normal. Se puede producir algún retraso en el aprendizaje y dominio de la lectoescritura. Pueden pasar por niños desobedientes o rebeldes, porque no siempre responden a las órdenes. Pueden presentar aislamiento social y dificultades comunicativas, alterándose en ocasiones su integración en el grupo de clase. Requieren el uso de prótesis auditivas.

d) Pérdida Severa: Entre 70-90 decibelios de pérdida.

El lenguaje no se desarrolla de forma espontánea. Sólo se oye la voz a intensidades muy elevadas. Requieren el uso de prótesis auditivas, así como apoyo logopédico para el desarrollo del lenguaje. Presentará graves problemas en la comprensión y expresión del lenguaje oral. Se presentarán problemas para estructurar adecuadamente el lenguaje oral como escrito.

e) Profunda: Más de 90 decibelios de pérdida.

Debido a la ausencia de estimulación auditiva, pueden existir alteraciones importantes en el desarrollo global. Están afectadas las funciones de alerta y orientación. La estructuración espacio-temporal y el desarrollo social. Imprescindible el uso de prótesis auditivas y el apoyo logopédico para que pueda desarrollarse el lenguaje oral.

f) Cofosis: Implica una pérdida superior a 120 decibelios.

Pérdida total de la audición. Se puede decir que son pérdidas excepcionales.

#### **4.4.3 Implicaciones y consecuencias de las pérdidas auditivas**

La pérdida de audición puede tener diversas consecuencias; puede variar de un individuo a otro, pero la mayoría de las personas con discapacidad auditiva

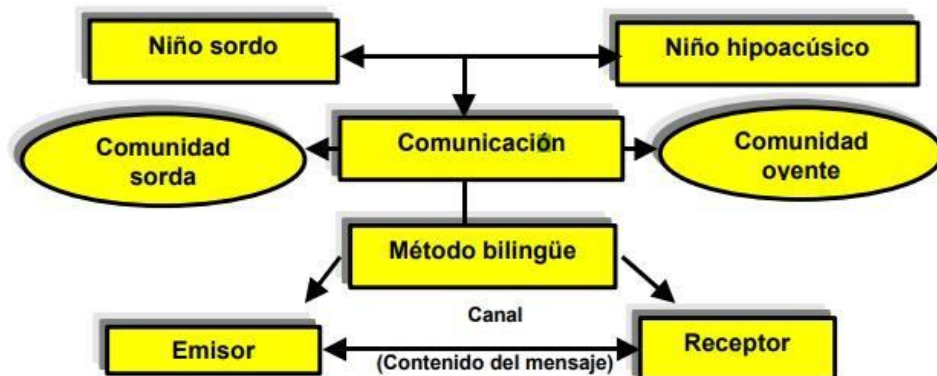
experimentan problemas sociales, psicológicos y físicos como consecuencia de la pérdida de audición. La pérdida de audición no tratada es principalmente la que genera muchos de estos problemas. Entre las consecuencias psicológicas se incluyen desde la vergüenza y los problemas de concentración hasta la depresión y la baja autoestima. Las consecuencias físicas pueden variar desde dolores de cabeza y tensión muscular hasta estrés y aumento de la presión arterial. Asimismo, la pérdida de audición sin tratar provoca también consecuencias sociales como aislamiento y problemas de comunicación (Organización hear-it, 2019).

Según la OMS (2019) la pérdida de audición trae consigo consecuencias a nivel funcional, ya que, la pérdida auditiva y las enfermedades del oído desatendidas pueden tener efectos perjudiciales en el rendimiento. Las personas suelen tener mayores índices de fracaso escolar y necesitan más asistencia educativa. A nivel social y emocional, los problemas de comunicación derivados de la pérdida auditiva pueden tener efectos en la vida cotidiana de quien la padece tales como; sensación de soledad, aislamiento y frustración. Y a nivel económico la OMS (2019) calcula que los casos desatendidos de pérdida de audición representan un coste mundial anual de 750.000 millones de USD. Dicha cifra incluye los costes del sector sanitario (excluyendo el coste de los dispositivos de ayuda a la audición), los costes del apoyo educativo, la pérdida de productividad y los costes sociales.

En los países en desarrollo, los niños con pérdida de audición y sordera rara vez son escolarizados. Asimismo, entre los adultos con pérdida de audición la tasa de desempleo es mucho más alta. Una gran proporción de los que tienen empleo ocupan puestos de categoría inferior en relación con la fuerza de trabajo en general (OMS, 2019).

#### 4.4.4 Proceso de comunicación entre las personas con pérdida auditiva

Figura 1.  
Comunicación entre las personas con pérdida auditiva



Teniendo en cuenta estos elementos sobre comunicación, se abordará la conceptualización pedagógica para las niñas y los niños con deficiencia auditiva. Una comisión multidisciplinaria dirigida por Warnock M. (1974) valoró cuan agresivos constituyen los términos que se empleaban para denominar las personas privadas de una capacidad o de un analizador.

Como citaron Noguera y cols (2005), según el Informe Warnock (1978) los niños con Necesidades Educativas Especiales requieren de tres exigencias:

1. Dotación de medios especiales de acceso al currículo mediante equipamiento o de recursos especiales, la modificación del medio físico o técnicas de enseñanza especializadas.

2. Dotación de un currículo especial o adaptado. Niño sordo Niño hipoacúsico  
Comunicación Método bilingüe Emisor Receptor Comunidad sorda Comunidad oyente

3. Necesidad de una particular atención a la estructura social y al clima emocional en los que tiene lugar la educación.

#### **4.5 Detección de pérdidas auditivas**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), uno de los métodos para diagnosticar el grado y tipo de pérdida auditiva en una persona es la **audiometría tonal**, la cual tiene como fin medir la agudeza auditiva de cada oído en relación con las diferentes frecuencias del sonido. Así, una persona con sordera puede tener problemas en la percepción correcta de la intensidad del sonido, que se mide en decibelios (dB), o bien en la frecuencia de sonidos relacionados con el lenguaje oral, y asimismo puede tener resultados distintos para cada oído. Dependiendo del grado de pérdida auditiva, ésta puede ser: leve (entre 20 y 40 dB); moderada (entre 41 y 70 dB); severa (entre 71 y 90 dB) o profunda (mayor a 90 decibelios).

**Potenciales de tronco cerebral:** En los años 70 aparecen pruebas objetivas para valorar el sistema auditivo: los potenciales de tronco cerebral PEATC, han tenido un profundo impacto sobre los procedimientos diagnósticos en patologías auditivas. Hecox y Galambos fueron los primeros en observar que se podían obtener medias “umbral” de la onda V en lactantes y adultos. Se pensó en ellos como el mejor procedimiento para el diagnóstico de sorderas en niños. Su principal ventaja radica en que es una medida de la respuesta electrofisiológica del sistema auditivo, informando de su “umbral” audiológico. Sus inconvenientes son: el tiempo requerido, su interpretación muy técnica y su precio y ello hizo que se utilizaran solo en niños con antecedentes de riesgo, hasta la aparición de los modernos aparatos automáticos adaptados a identificar la onda V a 30 dB de intensidad (G. Trinidad y cols, 1998).

**Otoemisiones acústicas:** Kemp (1978) informa del descubrimiento de las otoemisiones, que, en el caso de las evocadas, se identifican en el 90 a 100% de los

oídos sanos. Las otoemisiones pueden ser visualizadas en neonatos normales, lo que las convierte en un posible método de indagar sorderas en lactantes. Sus inconvenientes son la falta de identificación de las lesiones retrococleares (17-20) y el no detectar el umbral audiológico (Citado en G. Trinidad Ramos y cols, 1998. Pág. 1).

#### **4.5.1 Política pública**

La política pública de la salud auditiva enmarcada en el Plan decenal de Salud Pública 2012 -2021 en Colombia ha definido el Programa Nacional de atención integral e integrada de salud auditiva y comunicativa como respuesta a la ley 982 de 2005, que establece normas tendientes a la equiparación de oportunidades para las personas sordas y sordociegas y se dictan otras disposiciones. Específicamente en el capítulo IX de la ley mencionada se determina la creación del programa Nacional de detección temprana y atención de la hipoacusia. Es por esto que, se define el Programa Nacional de atención integral e integrada de salud auditiva y comunicativa que involucra actividades promocionales y preventivas sobre la base del perfil epidemiológico reconociendo las alteraciones auditivas en el caso de los niños, con el fin de evitar trastornos psicosociales, del desarrollo, lenguaje, y el aprendizaje, por medio de la atención oportuna y así mitigar las afectaciones en el desempeño auditivo-comunicativo. De la misma manera, establece la pesquisa o tamizaje auditivo organizado en periodos críticos del ciclo vital (neonatos, primera infancia, infancia, adolescentes, jóvenes, adultos y adultos mayores), para indagar sobre las causas y poner rápidamente en marcha acciones y dispositivos de intervención temprana.

#### **4.5.2 Tamizajes auditivos**

Los tamizajes no son pruebas diagnósticas, no solo identifican las personas en riesgo, sino que les permiten ser derivados para un estudio más completo por parte de profesionales competentes. De allí la importancia de establecer el tamizaje auditivo organizado de detección temprana. Los tamizajes auditivos según el Ministerio de Salud y protección social de Colombia (2013), funcionan como una prevención secundaria en salud, es decir; se realizan como actividad preventiva para la detección de casos con sospecha de pérdida auditiva y confirmación diagnóstica.

Los tamizajes, no evitan el daño o disfunción, pero sí minimizan o anulan la discapacidad y la desventaja. Es por esto, que deben estar necesariamente presente en las diferentes etapas de la vida incluyendo el nacimiento:

- Primero, para el reconocimiento de la sordera muy tempranamente durante la primera infancia.
- Segundo, para intervenir problemas que generan alteraciones en el desarrollo social, cognitivo, aprendizaje, adquisición de la lengua oral, y procesos de la comunicación.

De igual manera, en la población adulta funciona como detección de la hipoacusia inducida por ruido y las alteraciones comunicativas que interfieren en el desempeño laboral y social. Además, previenen las alteraciones auditivas asociadas a las enfermedades no transmisibles. Independientemente de cualquier tipo de riesgo debe ser de conocimiento de los padres, en el caso de los infantes, la persona que la

padece, en el caso de los adultos y garantizar el seguimiento o derivación a un programa de salud integral.

Los tamizajes auditivos organizados deben ser accesibles, rápidos, no invasivos, no indoloros, fáciles, con alta sensibilidad, buena especificidad y positiva relación costo/beneficio que permita identificar la condición auditiva de toda la población como una forma de detección temprana, con el fin de mejorar la capacidad de respuesta institucional para el diagnóstico, tratamiento e intervención de la hipoacusia (MinSalud, 2013).

#### **4.6 Aplicaciones móviles**

Una aplicación móvil o app, es un software o programa informático, que está diseñado para funcionar en teléfonos inteligentes (smartphones), tablets y otros dispositivos móviles. Según Martínez (2011), las aplicaciones móviles modernas inicialmente se reducían a calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios. Con el paso de tiempo han ido evolucionando hasta los dispositivos actuales que ofrecen un rango mucho más extendido de aplicaciones, como juegos, acceso al correo electrónico o la posibilidad de ver películas, crear documentos, navegar por Internet o reproducir archivos de audio.

Un estudio realizado por *Bizness Apps* revela que, para el año 2018, 780 millones de personas serán solamente usuarios móviles, y para el 2020 se estima que el mercado de aplicaciones móviles tendrá un valor cercano a los 80 mil millones de dólares. España, uno de los países con más altos índices en movilidad, llegó a un 81 % en el año 2016. Con el rápido ritmo de la transformación tecnológica, la exigencia del cliente

se convierte en el punto de referencia principal para las empresas de desarrollo de aplicaciones móviles. Casi todas están siguiendo una metodología ágil, que se convierte en un imperativo para disponer en el mercado una aplicación móvil de calidad. Durante el año 2017 se calcula que se descargaron 262 692 millones de aplicaciones en salud (apps). Sin embargo, la tasa de abandono es también muy alta, y normalmente tiene que ver con una mala experiencia de uso (Alonso Arévalo & Mirón-Camelo, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los desarrollos destinados a la salud incluyen principalmente aplicaciones (apps) destinadas directa o indirectamente a mantener o mejorar los comportamientos sanos, la calidad de vida y el bienestar de las personas. La abreviatura de salud móvil es ***mHealth***, un término que se utiliza para referirse a la práctica de la medicina y a la salud pública con el apoyo de dispositivos móviles. El término fue usado por primera vez por *Robert Istepanian* como "el uso emergente de las comunicaciones móviles y las tecnologías de red para la salud".

El campo de la salud móvil se ha convertido en un subsegmento de la *eSalud*, que tiene que ver con el uso de tecnologías de la información y la comunicación, tales como ordenadores, teléfonos móviles, GPS, monitores de pacientes, etc., para los servicios de salud e información. Salud móvil (*mHealth*) incluye el uso de dispositivos móviles en la recogida, la entrega y el acceso a la información sobre salud por parte de los profesionales, los investigadores y los pacientes; el seguimiento en tiempo real de los pacientes, y la provisión directa de atención a través de la telemedicina móvil. *MHealth* es un campo emergente y de rápido desarrollo, que tiene el potencial de

desempeñar un papel clave en la transformación de la asistencia sanitaria para aumentar la calidad y eficiencia de esta, y cuya misión es completar en lugar de sustituir la asistencia sanitaria tradicional, según la Comisión Europea (2014).

Ahora bien, las **aplicaciones móviles audiológicas** como exponen los autores Nueno & Scholz (1998) en adelante “app”, son un elemento más dentro de la herramienta mobile marketing, estas han ganado mucha importancia en el sector servicios y por ello, no se puede quedar en una mera herramienta de comunicación. Según Audifón en el mundo de las aplicaciones móviles, es tan prolífico como sorprendente. Tanto es así que, gracias a un artículo publicado en la web Gizmodo, nos hemos enterado de que incluso existen aplicaciones que son capaces de decirnos si estamos o no perdiendo audición.

Nueno & Scholz afirman que, aunque no dejan de ser “simples herramientas” sin la validez médica de una prueba de audiometría, lo cierto es que este tipo de aplicaciones pueden resultar de utilidad a la hora de satisfacer, de una manera rápida y sencilla, la necesidad de saber en qué estado se encuentra nuestro oído. Entre las apps móviles que proporcionan al usuario un básico test auditivo destacan UHear o Mimi Test para el sistema operativo iOS y, para Android, Hearing Test. Todas tienen un funcionamiento parecido: su objetivo es determinar si somos capaces de percibir sonidos en diferentes frecuencias, para lo que sí será necesario disponer de unos buenos auriculares.

Así como las mencionadas apps móviles que funcionan como test auditivo, se encuentra la aplicación **HearWhoPro** que se basa en tecnología validada de dígitos

en ruido. Esta aplicación le da acceso al público en general a un evaluador auditivo para verificar su estado auditivo y monitorearlo a lo largo del tiempo. La aplicación fácil de usar muestra claramente los resultados de los usuarios y mantiene un registro personalizado de su estado auditivo a lo largo del tiempo.

Actualmente, la aplicación solo está disponible en inglés y fue desarrollada por la OMS bajo la guía de un grupo asesor compuesto por: Dra. Jackie Clark, Dra. Deborah Ferrari, Dra. Cas Smits y Dr De Wet Swanepoel, profesionales en el área de la audición y desarrollo de pruebas tecnológicas (OMS, 2019). Se recomienda especialmente para aquellos que comúnmente escuchan música a alto volumen a través de dispositivos de audio personales. También puede ser utilizado por los trabajadores de salud para evaluar a las personas en la comunidad en busca de pérdida auditiva y derivarlas para pruebas de diagnóstico si no pasan el examen.

#### **4.7 Índice de concordancia en pruebas de detección**

Para evaluar la utilidad de una prueba de detección, como lo es una aplicación móvil, se requiere valorar su nivel de concordancia con la prueba Gold Standard, es decir, la Audiometría Tonal Tamiz. La concordancia se define como el grado en que dos o más métodos o técnicas están de acuerdo sobre un mismo fenómeno (Cortés-Reyes, 2010). Para determinar cómo abordar el problema, desde una perspectiva estadística, Cortés y cols (2010) afirman que se debe definir si las variables son de tipo categóricas o cualitativas, o si son de tipo continuas o cuantitativas. Así mismo, definen las variables categóricas como aquellas donde los datos sean expresados o determinados de manera binaria o dicotómica, para este tipo de datos se ha utilizado tradicionalmente el índice de Kappa, por ejemplo, valores como “Si/No” o “Pasa/No Pasa”.

En cualquier investigación, un punto clave a tener en cuenta es la fiabilidad de las pruebas de medición, como señalan Lopez y Pita (1999), ya que en estudios de fiabilidad uno de los objetivos consiste en estimar el grado de dicha variabilidad. En este sentido, un aspecto que se debe tener en cuenta es la concordancia entre observadores, es decir, hasta qué punto los observadores coinciden en su medición. El índice de Kappa se utiliza para corregir y/o eliminar la posibilidad de que exista concordancia por azar, en tanto los resultados reales obtenidos sean mayores a la proporción por azar. Este se valora entre 0 y 1, si su valor es igual a 1, la concordancia es del 100% y por tanto, la probabilidad de azar es cero; cuando el valor es 0, hay total desacuerdo y entonces la proporción esperada por azar se hace igual a la proporción observada (Cortés-Reyes, 2010).

La importancia de este índice en las investigaciones del área de la salud reside, como destacan Cortés y cols (2010), en que existen diversas pruebas o métodos para medir los mismos fenómenos o enfermedades, por lo cual la concordancia adquiere importancia cuando se desea conocer si se puede obtener de un método nuevo resultados similares o iguales a los de los métodos existentes y validados, de tal manera que uno y otro puedan ser reemplazados o intercambiados ya sea porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y por lo tanto más costo-efectivo, o porque uno de ellos resulta más seguro para el paciente, entre otras múltiples razones.

## **5. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 Enfoque y tipo de investigación**

La presente investigación se llevó a cabo desde un enfoque cuantitativo, el cual Hernández (2014) explica “es probatorio y la recolección de datos se basa en la medición a través de procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica y dichas mediciones se analizan utilizando métodos estadísticos” (p. 4-5). Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un estudio de pruebas de diagnóstico, en donde se buscó el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la audiometría tonal tamiz en una población de adultos jóvenes de una universidad del suroccidente colombiano.

Además, al ser una investigación cuantitativa, está relacionada directamente con el paradigma positivista en el cual uno de sus rasgos más destacados es su naturaleza cuantitativa para asegurar la precisión y el rigor que requiere la ciencia, busca que el conocimiento sea sistemático, comprobable y comparable, medible y replicable. Esto implica que sólo sean objeto de estudio los fenómenos observables, por tanto, medibles, pasables o contables. (Martínez, 2013).

En cuanto al alcance de la investigación, fue de tipo descriptivo ya que, como sugiere Hernández (2014), se buscó especificar las propiedades y características de un objeto. En la investigación lo que se busca identificar es el índice de concordancia<sup>1</sup> de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro con relación a la prueba gold standard, es decir con la prueba de audiometría tonal tamiz.

---

<sup>1</sup> Se define concordancia como el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado (Cortés-Reyes, 2010)

Se realizó un estudio prospectivo, que como define Carnero (2005), es un estudio que se lleva a cabo en sujetos todavía sin diagnosticar a los cuales se busca establecer un dictamen en cuestión, este tipo de estudio permite, evaluar adecuadamente la capacidad predictiva-diagnóstica del aplicativo móvil. Además, en esta investigación la relación sujeto-objeto es unidireccional puesto que la relación entre los investigadores y los participantes resulta directiva y de interés técnico pues se busca la extracción de información con el fin de construir el conocimiento.

## **5.2 Población**

La población que se planteó para el desarrollo de la investigación fue una muestra por conveniencia con 22 participantes compuesto por estudiantes del Programa Académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle y entre los 18 y 30 años. Cabe destacar que los estudiantes contaban con un conocimiento básico del idioma inglés debido a que cursaron las asignaturas de inglés I y II o aprobaron el examen de proficiencia de dicho idioma.

Los criterios de inclusión y exclusión de la investigación fueron los siguientes:

### **5.2.1 Criterios de inclusión**

- Estudiantes entre los 18 a 30 años de edad actualmente matriculados en el programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle.
- Estudiantes de Fonoaudiología de la Universidad del Valle que no presentan antecedentes de pérdida auditiva ni refieren uso de medicamentos ototóxicos.

### **5.2.2 Criterios de exclusión**

- Estudiantes de Fonoaudiología de la Universidad del Valle que presenten algún factor verificable por otoscopia que pueda afectar la realización de las pruebas auditivas tamiz, tales como tapón de cerumen, cuerpo extraño, inflamación, otorrea, otorragia, ausencia de pabellón auricular o canal auditivo externo.
- Estudiantes de Fonoaudiología de la Universidad del Valle que presenten cuadro gripal u otitis reciente o al momento de realizar las pruebas auditivas tamiz.
- Estudiantes de Fonoaudiología de la Universidad del Valle que presenten claustrofobia.
- Estudiantes de Fonoaudiología de la Universidad del Valle que desistan continuar en la investigación.

### **5.3 Procedimiento**

La investigación se desarrolló en un periodo aproximado de 10 meses y en las siguientes tres fases:

#### **5.3.1 Selección de los participantes**

Se había propuesto una muestra aleatoria de 48 estudiantes del Programa Académico de Fonoaudiología, sin embargo por la contingencia sanitaria por la pandemia de covid-19 y debido a la restricción en el acceso al laboratorio de Fonoaudiología - Área de Audiología del SERH por los lineamientos de la Universidad del Valle frente a la pandemia, se realizó una muestra por conveniencia de 22 estudiantes, en su mayoría pertenecientes al último semestre del Programa Académico de Fonoaudiología; una vez se obtuvo los avales de la sección de Salud

Ocupacional, Seguridad y Vigilancia, la Escuela de Rehabilitación Humana y el SERH para el desarrollo de la recolección de datos de la presente investigación al reducir el grupo de participantes y seguir el protocolo de bioseguridad establecido por la universidad.

A través de la dirección del Programa Académico de Fonoaudiología, se realizó el envío de la convocatoria para ser partícipe de la investigación, en la que se incluyó un formulario, que contenía una explicación breve de la investigación y se solicitaba a los estudiantes expresar su interés en participar o no de la investigación. Posteriormente, se citó a los estudiantes que confirmaron estar interesados en participar a una reunión a través de la modalidad presencial asistida por la tecnología a través de la plataforma de Google Meet, con el fin de aclarar dudas o inquietudes que tuvieran. La reunión que se realizó a través de la plataforma de Google Meet permitió brindar información de forma detallada, además se especificó el objetivo, la metodología e importancia de la misma. Al finalizar, se les solicitó diligenciar el formulario de verificación de los criterios de exclusión e inclusión del proyecto de investigación y firmaron de forma digital el consentimiento informado (Anexo. C). Seguidamente se les agendó el día y la hora para la aplicación de ambas pruebas auditivas tamiz y se les informó las normas de bioseguridad obligatorias para ingresar a la universidad y al Servicio de Rehabilitación Humana (SERH) de la Universidad del Valle, específicamente al Laboratorio de Fonoaudiología - Área de Audiología.

### **5.3.2 Recolección de los datos**

Después de consolidar el grupo de participantes, se estableció contacto con cada uno de ellos vía telefónica o WhatsApp el día anterior a su cita al Laboratorio de

Fonoaudiología - Área de Audiología para aplicar la encuesta de síntomas covid-19 indicada por el SERH, y se les recordó el protocolo de bioseguridad para el ingreso. Una vez, los participantes asistieron al laboratorio, se procedió a la aplicación de los procedimientos audiológicos, que se definen a continuación:

- **Otoscopia:** Inspección visual del pabellón auricular, conducto auditivo externo (CAE) y membrana timpánica (MT) con el objetivo de definir el carácter normal o patológico de las porciones externa y media del oído (Flórez, Carmona, Contreras, Molina, Sánchez Palma, 2015). La realizaron los investigadores mediante un otoscopio. La presencia de factores tales como tapón de cerumen, cuerpo extraño, inflamación, otorrea, otorragia, ausencia de pabellón auricular o canal auditivo externo podrían afectar la realización de las pruebas auditivas tamiz. Los participantes que presentaron alguna alteración en la otoscopia considerada en los criterios de exclusión de la investigación no continuaron participando en la misma. Según el caso, se les dio la respectiva remisión al médico especialista para el debido manejo y/o tratamiento.
- **Audiometría tonal tamiz:** La audiometría tonal tiene como objetivo inmediato determinar el umbral auditivo, definido éste como la presión sonora mínima de una señal que es capaz de evocar una sensación auditiva (Gómez, 2006), es decir, es una prueba que permite determinar la capacidad auditiva de la persona. Para efectos de una audiometría tonal tamiz sólo se evalúa la vía aérea en las frecuencias 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 3.000 Hz, 4.000 Hz y 6.000 Hz con un audiómetro. Los resultados se establecen en términos de Pasa / No Pasa. Se determina que el participante Pasa la prueba si los valores

obtenidos en cada una de las frecuencias evaluadas son menor o igual a 25 decibeles en ambos oídos; en caso de ser mayor en una o más frecuencias, se determina que No Pasa la prueba.

Para ello, se les solicitó a los participantes ingresar a la cabina sonoamortiguada 2 x 2 del Laboratorio de Fonoaudiología- Área Audiología para realizar la audiometría tonal tamiz con el audiómetro Resonance R37A, con el que cuenta la misma. Se dió la consigna “escuchará unos tonos o pitos, cada vez que los escuche levante la mano, así suene muy pasito. Si los escucha por el oído derecho levante la mano derecha, si es por el oído izquierdo, la mano izquierda”. Los resultados se registraron en el Formulario de Registro de Resultados (Anexo. B).

- **Aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro:** es una aplicación desarrollada por la OMS que se basa en una prueba de audición de dígitos en ruido. Determina su relación señal / ruido, lo que indica la capacidad auditiva. Para ello, presenta 23 series de 3 dígitos en inglés con ruido de fondo, que la persona debe registrar en la aplicación para generar una puntuación, la cual determina el resultado en términos de Pasa / No Pasa. Pasa si se obtiene una puntuación mayor o igual a 50 puntos y No Pasa si ésta es menor a 50 puntos, respectivamente (OMS, 2019).

Esta prueba también se realizó en el interior de la cabina sonoamortiguada anteriormente mencionada, a través de tres teléfonos inteligentes: Huawei P20 Lite, Moto G6 Plus y Moto 6 Play, y un par de auriculares marca Samsung de

tipo comercial. Se dió la consigna de marcar en el teléfono los dígitos que iba escuchando en la aplicación. La puntuación obtenida se registró en el Formulario de Registro de Resultados (Anexo. D).

Cabe destacar que la otoscopia se realizó previamente a las pruebas auditivas tamiz con el fin de identificar que se puede dar continuidad con las mismas y confirmar que los participantes cumplen con los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Con relación a la audiometría tonal tamiz y la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro fueron aplicadas de forma aleatoria, teniendo en cuenta que ambas pruebas se realizaron el mismo día y en la misma sesión. Los resultados que se obtuvieron se explicaron a cada participante, al igual que, la conducta a seguir y/o recomendación según sea el caso.

### **5.3.3 Registro y análisis de los datos**

Durante esta etapa los datos obtenidos se registraron en una matriz de Excel para su posterior análisis y discusión. Se realizó un análisis descriptivo de acuerdo a cada variable de la investigación. Las variables numéricas se resumieron con las medidas de tendencia media, mediana y moda. Las variables categóricas serán resumidas a través de tasas o porcentajes. El desempeño de la Aplicación Móvil de Tamizaje Auditivo HearWhoPro con respecto a la prueba Gold standard audiometría tonal tamiz, se analizó mediante una prueba estadística no paramétrica conocida como el coeficiente Kappa de Cohen (Cerdeira & Villarroel, 2008), el cual se usa cuando dos variables analizadas, son de respuesta binaria, o cuando son de respuesta categórica con escala nominal, es decir, que no tienen un orden de respuesta; como es el caso de los resultados de las pruebas auditivas tamiz de la presente investigación que se

obtienen de forma binaria, es decir, “Pasa-No Pasa”. El coeficiente de concordancia Kappa de Cohen, es un coeficiente que toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que no hay concordancia, y 1 indica concordancia total.

#### 5.4 Variables

Las variables de la investigación se exponen en la siguiente tabla:

| Nombre | Definición de la variable                                                                                                                                                                   | Tipo de variable      | Unidad de medida | Escala de medición |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Edad   | Según el diccionario de la Real Academia Española en línea (s.f.), es el tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales. Duración de algunas cosas y entidades abstractas. | Cuantitativa continua | Años             | Razón              |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                   |         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Sexo | <p>Según De Juan y Pérez-Cañaveras (2007) se denomina sexo al conjunto de características biológicas de un organismo que permiten diferenciarlo como portador de uno u otro tipo de células reproductoras entonces podemos hablar de dos sexos, uno portador de los gametos masculinos y otro portador de los gametos femeninos.</p> | <p>Cualitativa<br/>Dicotómica</p> | <p>% Masculino<br/>% Femenino</p> | Nominal |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |                     |         |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|---------|
| Pasa / No pasa<br>Audiometría<br>Tonal Tamiz | En la audiometría Tonal Tamiz, se define “pasa” si la respuesta del participante en todas las frecuencias evaluadas es menor o igual a 25 dB HL. Se define “no pasa” si la respuesta del participante en una de las frecuencias evaluadas es mayor a 25 dB HL. | Cualitativo<br>dicotómico | % Pasa<br>% No pasa | Nominal |
| Pasa / No pasa<br>HearWhoPro                 | En la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, se define “pasa” si la puntuación obtenida por el participante es                                                                                                                                      | Cualitativo<br>dicotómico | % Pasa<br>% No pasa | Nominal |

|  |                                                                                                                    |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>igual o mayor a 50.</p> <p>Se define “no pasa” si la puntuación obtenida por el participante es menor a 50.</p> |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

*Tabla 2. Variables*

### **5.5 Consideraciones éticas**

En la presente investigación se tuvo en cuenta los principios éticos que garantizaron el apropiado desarrollo, haciendo énfasis en el respeto y privacidad de los datos personales de cada participante. Para ello, se tuvieron en consideración los siguientes aspectos:

- Se obtuvo el aval del Comité de ética de investigación de la Universidad del Valle, Coordinación de Investigaciones de la Escuela de Rehabilitación Humana, Programa Académico de Fonoaudiología y Servicio de Rehabilitación Humana (SERH).
- Se explicó de forma clara y detallada, la finalidad y metodología del estudio a los participantes.
- Se contó con la participación voluntaria y la autorización de los participantes a través de la firma del consentimiento informado (Anexo. A).
- Se manejó los datos personales y la información obtenida en el estudio con total confidencialidad y sólo para propósitos académicos.

- Se empleó un código alfanumérico para proteger la identidad y resultados de los participantes.
- Todos los datos obtenidos se resguardarán, siguiendo las pautas de retención documental, por un tiempo máximo de 5 años.
- En caso de que alguno de los participantes no manifieste que tiene claustrofobia, se tuvieron las siguientes recomendaciones:
  1. Abrir rápidamente la cabina sonoamortiguada mientras que, al mismo tiempo, habla con el participante para ayudarlo a calmarse. Motivar o ayudar al participante a salir lentamente y controlar su respiración inhalando y exhalando lentamente, sin dejar de hablarle.
  2. Cuando se observe que el participante esté calmado o indique que se encuentra mejor, el estudiante que lo esté acompañando le informará que es comprensible su situación y que lo ideal es su retiro de la prueba, ya que el bienestar y la comodidad del participante es lo más importante.

Según la resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, se definió el presente estudio como una investigación de riesgo mínimo, puesto que empleó el registro de datos a través de pruebas de agudeza auditiva, que no implicaron ningún riesgo de tipo biológico, físico, químico, social, psicológico ni legal. Además, el estudio estuvo adherido a la declaración de Helsinki, documento internacional promulgado por la Asociación Médica Mundial como una propuesta de principios éticos que sirve para orientar la investigación con seres humanos. El estudio no tuvo ningún impacto ambiental.

## **6. RESULTADOS**

La recolección de datos se desarrolló bajo los parámetros de bioseguridad establecidos frente a la situación de emergencia sanitaria mundial por la pandemia del COVID-19, por lo cual se tomaron las siguientes medidas con cada uno de los participantes al asistir al Laboratorio de Fonoaudiología- Área de Audiología del SERH. Se acuerda previamente que cada uno de los participantes arriben al laboratorio con una hora de diferencia entre uno y otro para disponer del tiempo de desinfección de los equipos, se establecen las rutas de ingreso y egreso de los participantes para evitar el encuentro entre ellos y un aforo máximo de 3 personas, conformado por el participante, la tutora de la investigación y uno de los investigadores.

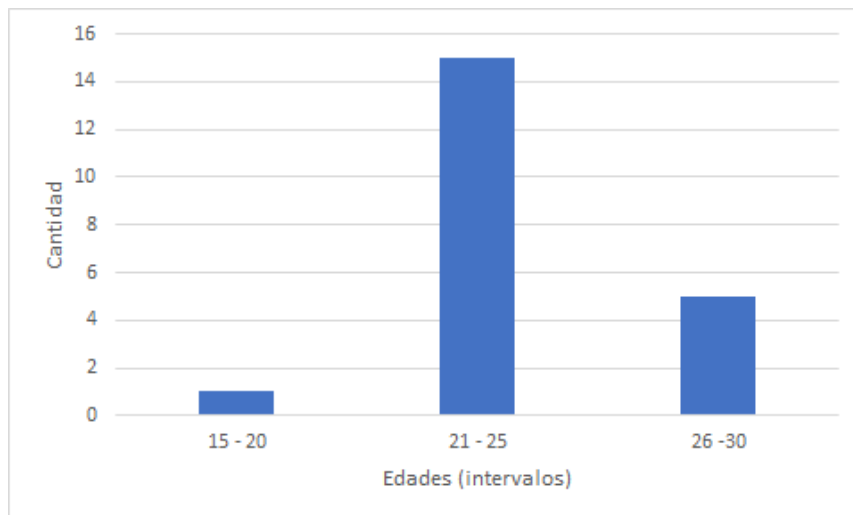
En el ingreso, se realizó el registro del participante por parte de la secretaria del SERH, desinfección inicial de manos y zapatos, y cambio de tapabocas por uno desechable proporcionado por el SERH, el cual fue desechado al finalizar la sesión. Los investigadores contaron con los elementos de protección personal requeridos (tapabocas N95, bata manga larga con puño, gafas, y gorro) y realizaron nuevamente la desinfección de manos y zapatos de los participantes antes de ingresar a la cabina sonoamortiguada. En la cabina se realizaron los 3 procedimientos auditivos de la investigación: la otoscopia, la Audiometría Tonal Tamiz y la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro para evitar el contacto con otras áreas y superficies del espacio.

También, para los procedimientos de otoscopia y la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro se contó con elementos individuales tales como; espéculos y protectores de audífonos. Al finalizar, los participantes e investigadores desechaban y cambiaban los elementos de protección personal. Los participantes se retiraron del espacio inmediatamente finalizada la aplicación de pruebas y los investigadores realizaron la desinfección de la cabina, silla, celular y equipo, con el fin de esperar al próximo participante.

La muestra final constó de 22 participantes. Uno de ellos presentó un tapón total de cerumen por lo cual fue excluido para el análisis de resultados. Se analizan los resultados de un total de 21 participantes, de los cuales el 66,67% (14) fueron mujeres y el 33,33% (7) fueron hombres representados en el gráfico 1, con una edad media de 24 años, siendo la edad mínima de 20 y la edad máxima de 30 (gráfico 2).



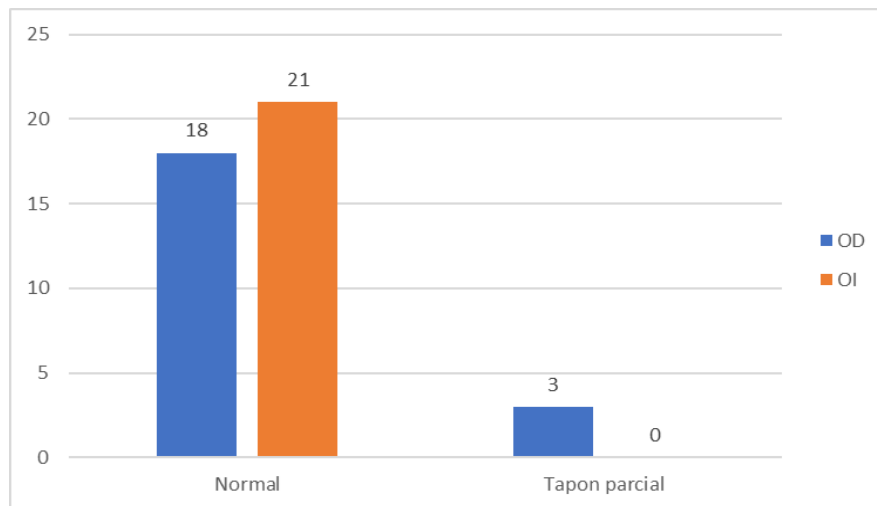
*Gráfico 1. Porcentaje de participación por sexo*



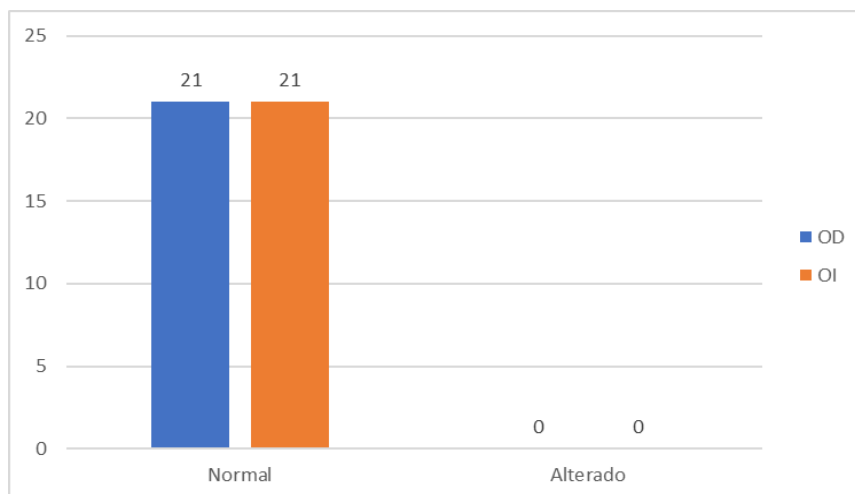
*Gráfico 2. Porcentaje de participación por edad*

En la indagación sobre los antecedentes audiológicos y otológicos de los participantes, con relación a los criterios de exclusión e inclusión, se encontró que el 100 % (21) de los participantes no reportó algún antecedente de pérdida auditiva, otalgia y otorrea. 3 (14,29%) de los participantes reportaron cuadros gripales finalizados mínimo 15 días antes de las pruebas. No hubo reportes de infecciones de oído recientes ni de uso de medicamentos ototóxicos. Por último, ningún participante presentó dificultad para permanecer en espacios cerrados o reducidos (claustrofobia).

A partir del procedimiento de otoscopia se obtuvo que el 85,71 % (18) presentó el conducto auditivo externo (CAE) dentro de los parámetros de normalidad y el 14,29% (3) de las personas tamizadas muestran un tapón de cera parcial en el oído derecho y el 100% (21) dentro de los parámetros de normalidad en el oído izquierdo (Gráfico 3). En cuanto a la membrana timpánica (MT) el 100% (21) de los participantes presentó una membrana normal bilateralmente (gráfica 4).



*Gráfico 3. Otoscopia conducto auditivo externo*



*Gráfico 4. Otoscopia membrana timpánica*

En cuanto al estado audiológico de los participantes medido a través de la prueba de Audiometría Tonal Tamiz, se realizó un consenso previo entre los investigadores para definir y unificar cómo se llevaría a cabo la prueba. Se decidió que se haría con técnica descendente y comenzando en la frecuencia de 1KHz, seguido de 2KHz, 3KHz, 4KHz, 6 KHz y por último 500 Hz en ambos oídos. Se obtuvo que el 100% (21) de los participantes Pasó la prueba de la audiometría tonal tamiz. Es decir, que reportaron umbrales auditivos menores o igual a 25 dB en todas las frecuencias en ambos oídos,

lo cual evidenció que el estado audiológico del 100% (21) de los participantes se encontró dentro de los parámetros de normalidad.

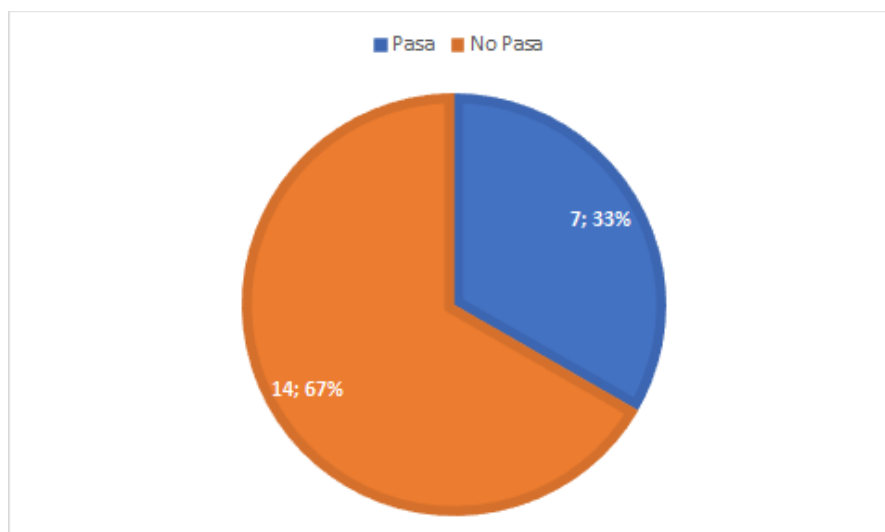
En la tabla 3, se presenta información con respecto a los valores estadísticos relacionados con la moda, mediana y promedio de las respuestas por frecuencia de los umbrales auditivos de los participantes en ambos oídos. Se encontró que las respuestas entre un oído y otro se mantienen en rangos entre 0 y 5 decibeles exceptuando la frecuencia de 6KHz que se encuentra entre 5 y 15 decibeles.

| Frecuencia | Mediana por oído |    | Moda por oído |    | Promedio por oído |    |
|------------|------------------|----|---------------|----|-------------------|----|
|            | OD               | OI | OD            | OI | OD                | OI |
| 500 Hz     | 5                | 5  | 5             | 5  | 5                 | 5  |
| 1K Hz      | 0                | 0  | 0             | 0  | 0                 | 0  |
| 2K Hz      | 0                | 5  | 0             | 5  | 5                 | 5  |
| 3K Hz      | 5                | 5  | 0             | 0  | 5                 | 5  |
| 4K Hz      | 0                | 5  | 0             | 0  | 5                 | 5  |
| 6K Hz      | 10               | 5  | 15            | 5  | 10                | 10 |

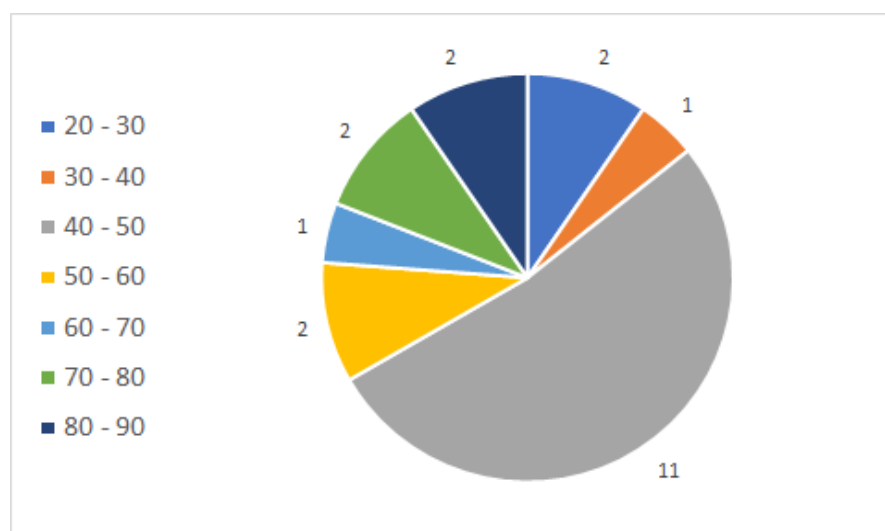
*Tabla 3. Resultados prueba de Audiometría Tonal Tamiz*

Para la caracterización del estado audiológico de los participantes con la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, de igual manera los investigadores realizaron

un consenso previo a ésta, el cual consistió en aplicar la prueba sin realizar modificaciones del volumen, acatando las medidas predispuestas por la misma aplicación. A partir de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro se obtuvo que el 33% (7) de los participantes Pasó el tamizaje auditivo HearWhoPro y el 67% (14) de los participantes No Pasó, como se observa en la Gráfica 6. También, se evidenció que entre los participantes que obtuvieron un resultado de No Pasa, es decir menor a 50, la mayoría de las puntuaciones oscilaron entre el rango de 40 y 50 (Gráfica 6).



*Gráfica 5. Resultados de la prueba HearWhoPro*



*Gráfica 6. Intervalos de resultados de la prueba HearWhoPro*

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos de ambas pruebas se evidenció que el 100% (21) de los participantes Pasó la audiometría tonal tamiz; no obstante, en la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro se encontró que la mayoría de ellos, el 67% (14) de los participantes No Pasó, lo cual sugiere de manera preliminar que no existe una concordancia entre ambas pruebas. Si bien, la prueba “Gold estándar” de la audiometría tonal tamiz determinó que todos los estudiantes presentaron una audición dentro de los parámetros de normalidad; la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro sugirió posiblemente disminución auditiva en la mayoría de ellos.

Con relación al índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la Audiometría Tonal Tamiz, se encontró un coeficiente Kappa igual a 0, lo cual, indica que, no existe concordancia entre las pruebas, como se muestra en la tabla 2. Esto se debe a que el resultado de la prueba Gold Standard (Audiometría Tonal Tamiz) se asume como constante, y por lo tanto, la probabilidad de que haya concordancia observada mediante la tabla de contingencia ( $P(\text{Obs})$ ) y la probabilidad de que haya concordancia por azar ( $P(e)$ ), es la misma al encontrarse que la mayoría de los pacientes no pasaron la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, cuando la Audiometría Tonal Tamiz indicó lo contrario.

|                            |       | Valor | Error estándar<br>asintótico | T aproximada |
|----------------------------|-------|-------|------------------------------|--------------|
| Medida de acuerdo          | Kappa | ,000  | ,000                         |              |
| Número de casos<br>válidos |       | 21    |                              |              |

*Tabla 4. Coeficiente de Kappa de Cohen*

## 7. DISCUSIÓN

En esta investigación, se compararon los resultados de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro con los de la audiometría tonal tamiz en una población de estudiantes del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle entre los 18 y 30 años, con el fin de identificar el índice de concordancia entre ambas pruebas.

Se obtuvo una muestra total de 21 participantes. La edad media encontrada fue de 24 años. Puesto que, el grupo poblacional de la investigación fueron estudiantes universitarios de pregrado y la mayoría de las edades oscilaban entre los 18 y 30 años. Se presentó una muestra mayoritariamente de mujeres equivalente al 66,67%. Este factor está relacionado con la presencia dominante del grupo femenino en profesiones de la salud, particularmente en la profesión de Fonoaudiología (Eraso, 2016).

Por un lado, los resultados obtenidos a partir de la Audiometría Tonal Tamiz permitieron observar que los participantes en general presentaron una audición dentro de los parámetros de normalidad, puesto que obtuvieron valores entre -5 dB HL y 15 dB HL. La prueba de audiometría tonal tamiz es considerada la prueba de Gold standard a nivel global (Valete-Rosalino y cols, 2005; Mahomed y cols, 2013; Kiely y cols, 2012; Oliveira Beck, 2014), ya que por su sensibilidad del 96% y especificidad del 92%, es la mejor prueba para detectar posibles dificultades en la percepción del sonido, separar los individuos que tienen problemas auditivos de aquellos que no los tienen e identificar a las personas que requieren de una evaluación audiológica formal para excluir o confirmar la presencia de una deficiencia auditiva (Daszenies y cols, 2005). Es por esto que al ser una prueba tamiz, los resultados determinan el posible estado de audición de los participantes.

Además, teniendo en cuenta el grupo poblacional estudiado, es de esperar un estado de audición dentro de parámetros de normalidad, según el momento del curso de vida en el que se encuentran los participantes. Especialmente, al tratarse de adultos jóvenes que refirieron ausencia de antecedentes audiológicos y/o los factores de riesgo indagados a través de la verificación de los criterios de inclusión y exclusión de la investigación. Al igual que en el estudio de Pinilla y cols (2016), en el presente estudio se puede observar la correspondencia entre los resultados de la prueba de Audiometría Tonal Tamiz con los factores de edad, antecedentes médicos y audiológicos.

Por otro lado, en los resultados obtenidos a partir de la prueba de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro podemos evidenciar que, según su escala de valoración, el 33% de los participantes Pasó la prueba y 67% de los participantes No Pasó la prueba. Este resultado no fue acorde a lo esperado, ya que Swanepoel y cols (2019) afirman que este tipo de pruebas son tan representativas como la audiometría de tonos puros con relación al deterioro auditivo. Considerando que las condiciones físicas en las que se realizaron ambas pruebas fueron las mismas, los presentes resultados difieren de lo que podemos encontrar en la literatura, como la afirmación Swanepoel y cols (2019) acerca de que las pruebas de dígitos en ruido han demostrado ser efectivas como pruebas de autoevaluación. En la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, el porcentaje de resultado Pasa debió ser mayor para reflejarse una correspondencia de la misma con la prueba Gold Standard de Audiometría Tonal Tamiz.

Esta investigación buscó determinar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba Audiometría Tonal Tamiz, con el fin de estudiar su funcionalidad y posibilidad de uso e implementación. Cabe resaltar que el índice de concordancia es importante a la hora de verificar la replicabilidad de un método diferente al habitual, en este caso la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, pues mediante este índice se obtienen resultados equivalentes, de tal forma que se puede comprobar que eventualmente una prueba y otra puedan ser reemplazados o intercambiados, ya sea por temas de accesibilidad, asequibilidad, y brevedad (Cortés y cols, 2010).

Los resultados de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro no fueron consistentes con los de la Audiometría Tonal Tamiz. Según los estudios de Derin y cols (2016), Honeth y cols (2010), Jasen y cols (2010) y Larrosa y cols (2015) para considerar una prueba válida, se deben obtener resultados adecuados indicando una alta concordancia entre ambas pruebas, señalando la importancia de la concordancia que la prueba debe tener frente al patrón de referencia, en este caso, la prueba de Audiometría Tonal Tamiz. Por lo tanto, la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro no se puede considerar una prueba conforme respecto al patrón de referencia, de acuerdo a los resultados de la presente investigación. No obstante, debido al alcance, objetivos y muestra poblacional de éste estudio, no es posible si la aplicación es válida o no.

Referente a estudios con aplicaciones móviles de tamizaje auditivo que hacen uso de tonos puros como uHear y uHearing test, Barczik y Serpanos (2018) encuentran precisión en las aplicaciones móviles de teléfonos inteligentes mencionadas anteriormente, comparadas con la audiometría convencional. En el estudio concluyeron que ambas pruebas autoadministradas son precisas para evaluar el umbral auditivo y detectar pérdidas leves o mayores a 25 dB cuando se utilizan los transductores adecuados. Así mismo, en el estudio de Honeth y cols (2010), se puede evidenciar que comparado con la prueba de tonos puros por conducción aérea y basados en las pruebas de concordancia y correlación utilizadas para determinar su validez, la prueba de audición autoadministrada con base en internet presenta una precisión adecuada pues sus diferencias mínimas y sus niveles de concordancia son adecuados por lo cual se considera válida la prueba para la evaluación.

No obstante, en la presente investigación no se logra un resultado de concordancia adecuada, como en las investigaciones mencionadas, ahora bien, es preciso señalar que los estudios presentan aplicaciones móviles de tamizaje auditivo con tonos puros e inteligibilidad de habla en ruido en su idioma natal. Asimismo, cuentan con una muestra poblacional mayor y un grupo de participantes con pérdida auditiva; lo cual es preciso para determinar valores estadísticos de sensibilidad y especificidad de las pruebas. Por lo anterior, la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, se debe continuar estudiando para su posible uso e implementación en el contexto Colombiano, para precisar aspectos de validez como la identificación de la especificidad y sensibilidad de la misma a través de investigaciones a nivel nacional con muestras poblacionales con mayor número de participantes, de distintas edades y sexo, y pérdidas auditivas confirmadas.

Swanepoel y cols (2019) afirman que aplicaciones móviles de tamizaje auditivo como HearWhoPro requieren de un desarrollo y validación en diferentes idiomas, ya que la prueba depende del idioma para una aceptación global. Es por esto que, se podría considerar que un factor causal de estos resultados en la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, está correlacionado con el idioma en el cual se presenta la prueba (inglés), a pesar de que los participantes cuentan con los conocimientos básicos en el idioma, son una población hispanohablante que no tiene un contacto continuo con el mismo y esto se vio reflejado en la expresión de varios de los participantes, los cuales indicaron dificultades para entender el número correcto que evocaba la voz de la prueba, por lo cual se considera un condicionante para la correcta percepción y discriminación del estímulo auditivo, y por ende, adecuado desempeño durante la prueba.

Sin embargo, a nivel nacional se puede evidenciar que no hay suficiente información sobre pruebas tamiz enfocadas en los diferentes momento de vida cronológicos de la población en general, sino que están enfocadas en la población neonatal debido a la relevancia que tiene desde la perspectiva de la política en salud, dado que la detección temprana es un derecho que, en Colombia, está incluido en el Plan Obligatorio de Salud (POS) desde el año 2013 con la resolución 5521, en la cual se establecen las coberturas POS en materia de prevención, promoción y protección específica para la población colombiana incluyendo la detección temprana de problemas de audición. De esta forma, al encontrarse escasas investigaciones sobre el tema se puede ver la importancia de las investigaciones relacionadas con pruebas tamiz que puedan ser utilizadas en la población de cualquier edad. Las investigaciones sobre pruebas de tamizaje cuya función sea revisar el estado de audición y su nivel de utilidad deben evaluarse frente a un estándar independiente; en audiología, este estándar es la Audiometría Tonal Tamiz (Cardoso y Cols, 2014).

En ese sentido, se pueden identificar las ventajas de las pruebas de audición de dígitos en ruido, en dispositivos móviles (tanto para el consumidor como para las clínicas), como la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro que incluye accesibilidad, asequibilidad, rastreo del estado de audición a través del tiempo, y también recursos de apoyo que alientan a tomar decisiones acerca de la pérdida auditiva (Swanepoel y cols, 2019), tal como se muestra al finalizar la prueba en una ventana emergente si los resultados obtenidos muestran una dificultad auditiva, pues mencionan la necesidad de comprobar el resultado con un especialista.

Si bien la aplicación HearWhoPro tiene múltiples ventajas, también debemos describir las desventajas o dificultades de este aplicativo. Como mencionamos anteriormente, según Swanepoel y cols (2019), la mayor dificultad para realizar el seguimiento de órdenes de esta prueba puede ser el idioma, según las características poblacionales de los participantes. Otra desventaja para este tipo de aplicativos es su confiabilidad, pues con base a los resultados que se generaron sobre la consistencia y los valores obtenidos para determinar el índice de concordancia, se puede decir que es indispensable realizar más investigaciones y generar la validez requerida para que los usuarios de aplicativos de tamizaje auditivo realicen la evaluación tamiz de su estado auditivo, de forma segura y confiable. Cepeda y Gonzalez (2017) mencionan la relevancia de evaluar las aplicaciones en salud, ya que se comercializan con límites que imponen los propios markets de aplicaciones y no cuentan con una legislación o regulación mínima. Para evaluar dichas aplicaciones, como la aplicación móvil de tamizaje HearWhoPro, se proponen diferentes modelos tales como, la revisión por parte de las propias instituciones sanitarias o empresas externas, sistemas mixtos y como en el caso de esta investigación un modelo de revisión de pares en el que los profesionales del área de salud a la que pertenece la aplicación se encargan de evaluarlas a través de investigaciones exhaustivas (Cepeda y Gonzalez, 2017).

En la actualidad el desarrollo tecnológico avanza de forma rápida y se esparce a nivel mundial, hoy en día existen más opciones disponibles para los consumidores, los fonoaudiólogos, los profesionales de salud, especialistas en audiología y demás usuarios que ocupan aplicaciones móviles para detectar, diagnosticar e incluso tratar la pérdida auditiva. A medida que estas tecnologías se encuentren con mayor facilidad en la cotidianidad, será esencial identificar aquellas aplicaciones que han sido

validadas para fines clínicos y de consumo, mientras se prioriza el acceso a los servicios de seguimiento y la seguridad de los datos. Por lo anterior, es necesario que se continúe realizando este tipo de investigaciones, con el fin de garantizar la seguridad y eficacia de la prueba tamiz de audición, que es vital para tener una buena calidad de vida.

## **8. CONCLUSIONES**

A partir de la investigación sobre el índice de concordancia entre aplicación de tamizaje auditivo HearWhoPro y la Audiometría Tonal Tamiz se realizan las siguientes conclusiones:

- La muestra de 21 participantes conformada por estudiantes del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle presenta una audición dentro de los parámetros de normalidad según la prueba Gold Standard de Audiometría Tonal Tamiz.
- Los resultados de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro no son consistentes con los resultados de la Audiometría Tonal Tamiz al encontrar que la mayoría de los participantes No Pasan en la aplicación, contrario a la prueba Gold Standard.
- Los resultados obtenidos entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la Audiometría Tonal Tamiz mostraron un coeficiente Kappa de concordancia cero, lo cual indica que no hay concordancia entre ambas pruebas.

- Los resultados de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro posiblemente pueden estar relacionados con el tipo de estímulo utilizado en la misma, al tratarse de dígitos, si bien del 0 al 9, pero en inglés, el cual no es el primer idioma de los participantes.
- Los estudios sobre índice de concordancia entre aplicativos y pruebas de tamizajes son escasos a nivel nacional e internacional, según las búsquedas que se realizaron en las distintas bases de datos. Por lo tanto, es necesario continuar con el desarrollo de investigaciones al respecto.
- Las investigaciones relacionadas con aplicaciones móviles de tamizaje auditivo, sugieren aportes y beneficios para los usuarios y los profesionales de la salud auditiva, los cuales se enmarcan en una mayor accesibilidad para la detección temprana de pérdidas auditivas y conocer el estado auditivo de la población de forma preliminar, con el fin de brindar un manejo seguro y oportuno.

## **9.RECOMENDACIONES**

1. Efectuar investigaciones relacionadas con las aplicaciones móviles de tamizaje auditivo, las cuales funcionan como pruebas de detección temprana de las pérdidas auditivas, lo anterior, con el fin de evaluar de manera objetiva el uso de las mismas en la población Colombiana.
2. Llevar a cabo estudios de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro en población con y sin pérdidas auditivas, para determinar la especificidad y sensibilidad de la misma.

3. Ejecutar el estudio de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro en diversa población con relación a la edad, el estado auditivo, los factores de riesgo y un número significativo de participantes, con el fin de determinar su validez.
4. Se recomienda la actualización de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro al idioma Español, con el fin de garantizar la accesibilidad de la misma en distintas poblaciones hispanohablantes.
5. Continuar realizando investigaciones y estudios, con relación al impacto en los servicios audiológicos y políticas públicas, además de la tecnología y asistencia remota en el área de audiología al implementar los aplicativos móviles de tamizaje auditivo en la población colombiana.
6. Realizar investigaciones acerca de la perspectiva de los profesionales en el área de audiología frente a las aplicaciones móviles de tamizaje auditivo
7. Se sugiere fomentar la formación académica de los estudiantes con relación a este tipo de herramientas, su uso y acceso con el fin de fortalecer sus conocimientos y competencias profesionales para el futuro.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Ghanem, S., Handzel, O., Ness, L., Ben-Artzi-Blima, M., Fait-Ghelbendorf, K., & Himmelfarb, M. (2016). Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 273(2), 333-339.
- Alonso Arévalo, J., & Mirón-Camelo, J.-A. (2017). Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*; Volumen 28, Número 3 (2017): Julio - Septiembre. Retrieved from <http://www.acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1136/690>
- Álvarez, C. A. M. (2011). CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica. Recuperado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Anacona, A. A., Villalba, K. M., & Chanchí, G. E. (2020). Hero Test: herramienta interactiva de tamizaje. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E27), 502-514.
- Barczik, J., & Serpanos, Y. C. (2018). Accuracy of Smartphone Self-Hearing Test Applications Across Frequencies and Earphone Styles in Adults. *American journal of audiology*, 27(4), 570–580.
- Bonilla, E., & Rodríguez, P. (1997). Más allá del dilema de los métodos. *La investigación en ciencias sociales*. Colombia, Editorial Norma.
- Cepeda, J. y González I. (2017) Aplicaciones móviles de salud (APPs sanitarias) [Material didáctico]. APUNTES DE SALUD DIGITAL, editorial

Salusplay. Tomado de <https://www.salusplay.com/blog/wp-content/uploads/2017/06/guia-aplicaciones-moviles-salusplay.pdf>

- Cerda, J., & Villarroel Del, L. U. I. S. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Revista chilena de pediatría, 79(1), 54-58.
- Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Manual de buenas prácticas en salud auditiva y comunicativa. El Ministerio, Recuperado de : <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/manual-buenas-practicas-salud-auditiva-comunicativa.pdf>
- Colombia. Ministerio de salud y protección social,. (2016). Análisis de situación de la salud auditiva y comunicativa en Colombia. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-auditiva-2016.pdf>
- Comisión Europea. (2014). LIBRO VERDE SOBRE SANIDAD MÓVIL. Bruselas, 2014.
- Cortés-Reyes, É., Rubio-Romero, J. A., & Gaitán-Duarte, H. (2010). Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología, 61(3), 247-255.
- Cubillo, P. C., Keith, R. C., & Salas, M. R. (2005). La comprensión auditiva: definición, importancia, características, procesos, materiales y actividades. Actualidades investigativas en educación, 5(1).
- Daszenies, S., Lizana, R., Eugenia, M., & Cofré, O. (2005). Validación de la audiometría de vía aérea (AVA) como instrumento de evaluación de hipoacusia

en el adulto en Atención Primaria de Salud. Rev. otorrinolaringol. cir. cabeza cuello, 215-220.

- De Juan Herrero, J., & Cañaveras, R. M. P. (2007). Sexo, género y biología. Feminismo-s, 10, 163.
- De Oliveira , R., Ramos, B., Grasel, S., Ramos, H., de Moraes, M., de Almeida, E., & Bento, R. (2014). Comparative study between pure tone audiometry and auditory steady-state responses in normal hearing subjects. Brazilian journal of otorhinolaryngology, 80(1), 35-40.
- De Sebastián, G. (1999). Audiología práctica (5ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Derin, S., Cam, O. H., Beydilli, H., Acar, E., Elicora, S. S., & Sahan, M. (2016). Initial assessment of hearing loss using a mobile application for audiological evaluation. The Journal of laryngology and otology, 130(3), 248.
- Díaz, C., Goycoolea, M., & Cardemil, F. (2016). Hipoacusia: Trascendencia, incidencia y prevalencia. Revista Médica Clínica Las Condes, 27(6), 731-739.
- Eraso, L. (2016). La mujer en la medicina colombiana. Medicina, 38(1), 73-81.
- Gómez, O. (2006). Audiología básica, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina, Bogotá.
- Gómez González, C., & Pérez Castán, J. F. (2007). Capítulo 8: Pruebas diagnósticas. Concordancia. SEMERGEN - Medicina de Familia, 33(10), 509–519.
- Hear-it. (2019). Consecuencias de la pérdida de audición. Recuperado de <https://www.hear-it.org/es/Consecuencias-de-las-alteraciones-de-audicion>
- Hecox, K., & Galambos, R. (1974). Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. Archives of otolaryngology, 99(1), 30-33.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández, W., González, J., & Bernal, L. (2007). Tamización universal auditiva neonatal: Acta de la reunión del equipo Medicina familiar [En Línea]. Departamento de medicina preventiva y social. Pontificia Universidad Javeriana. Octubre 2007.
- Honeth, L., Bexelius, C., Eriksson, M., Sandin, S., Litton, J. E., Rosenhall, U., Nyrén, O., & Bagger-Sjöbäck, D. (2010). An internet-based hearing test for simple audiometry in nonclinical settings: preliminary validation and proof of principle. *Otology & neurotology* : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 31(5), 708–714.
- Hospital Clínica Bíblica. (2016). Los trastornos auditivos afectan la comunicación. Recuperado de <https://www.clinicabiblica.com/es/pacientes/guia-de-soluciones-de-salud/2419-los-trastornos-auditivos-afectan-comunicacion>
- Huddle, M. G., Goman, A. M., Kernizan, F. C., Foley, D. M., Price, C., Frick, K. D., & Lin, F. R. (2017). The economic impact of adult hearing loss: a systematic review. *JAMA otolaryngology–head & neck surgery*, 143(10), 1040-1048.
- Jansen, S., Luts, H., Dejonckere, P., van Wieringen, A., & Wouters, J. (2013). Efficient hearing screening in noise-exposed listeners using the digit triplet test. *Ear and hearing*, 34(6), 773–778.
- Jansen, S., Luts, H., Wagener, K. C., Frachet, B., & Wouters, J. (2010). The French digit triplet test: A hearing screening tool for speech intelligibility in noise. *International journal of audiology*, 49(5), 378-387.

- John, M. S., Lins, O. G., Boucher, B. L., & Picton, T. W. (1998). Multiple auditory steady-state responses (MASTER): stimulus and recording parameters. *Audiology*, 37(2), 59-82.
- Kam, A. C. S., Sung, J. K. K., Lee, T., Wong, T. K. C., & van Hasselt, A. (2012). Clinical evaluation of a computerized self-administered hearing test. *International Journal of Audiology*, 51(8), 606–610.
- Kemp, D. T. (1978). Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(5), 1386-1391.
- Kemp, D. T., Bray, P., Alexander, L., & Brown, A. M. (1986). Acoustic emission cochleography--practical aspects. *Scandinavian audiology. Supplementum*, 25, 71.
- Kemp, D. T., Ryan, S., & Bray, P. (1990). A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear and hearing*, 11(2), 93-105.
- Kiely, K. M., Gopinath, B., Mitchell, P., Browning, C. J., & Anstey, K. J. (2012). Evaluating a Dichotomized Measure of Self-Reported Hearing Loss Against Gold Standard Audiometry: Prevalence Estimates and Age Bias in a Pooled National Data set. *Journal of Aging and Health*, 24(3), 439–458.
- Larrosa, F., Rama-Lopez, J., Benitez, J., Morales, J. M., Martinez, A., Alañon, M. A., Rey-Martinez, J. (2015). Development and evaluation of an audiology app for iPhone/iPad mobile devices. *Acta Oto-Laryngologica*, 135(11), 1119–1127.
- Lopez de Ullibarri Galparsoro, I., & Pita Fernández, S. (1999). Medidas de concordancia: el índice de Kappa. *Cad Aten Primaria*, 6, 169-171.

- Martínez González, F. L. (2011). Aplicaciones para dispositivos móviles (Doctoral dissertation).
- Mahomed, F., Swanepoel, D., Eikelboom, R. y Soer, M. (2013) Validity of Automated Threshold Audiometry: A Systematic Review and Meta-Analysis. Ear and Hearing 34 (6), 745-752
- Matos Rodelo, M. L., & Rubiano Prieto, M. del R. (2017). Comparación de resultados de audiometría tonal y test de ruido para igualar umbrales (TEN) en adultos con deficiencia auditiva de moderada a severa.
- Medical Audicion. (2020). GRAVES CONSECUENCIAS DE LA PÉRDIDA DE AUDICIÓN. Recuperado de <https://www.medicalaudicion.com/blog/graves-consecuencias-de-la-perdida-de-audicion/>
- Mora Caro, L. M. (2015). Tamizaje auditivo en niños con alto riesgo de hipoacusia. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación.
- Muñoz-Caicedo, A., Chaves-Peñaranda, M. C., & Campo-Cañar, C. X. (2020). Validación de criterio de una herramienta de bajo costo para la detección de la pérdida auditiva infantil en Colombia. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 38(3), 1-7.
- N. D. L. C. (2019). El 60% de la pérdida auditiva en jóvenes se puede evitar. Recuperado de <https://noticiasdelaciencia.com/art/35428/el-60-de-la-perdida-auditiva-en-jovenes-se-puede-evitar>
- Nunan, I. (2013). Discapacidad auditiva. L'Actualité langagière/Language Update, 9(4), 21–22. Recuperado de <http://publications.gc.ca/site/eng/332451/publication.html>

- Orozco Gómez, G. (1997). La investigación en comunicación desde la perspectiva cualitativa. México, Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario, 1997. Cap II.
- Peer, S., & Fagan, J. J. (2015). Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. South African Medical Journal, 105(1), 35-39.
- Pérez Vega, C. (s.f.) Sonido y audición (Cap. II). Universidad de Cantabria, Dpto. de ingeniería de comunicaciones.
- Jaime Pinilla, A. Y., Flechas Castro, C., & Garzón Velandia, S. L. (2016). Estado auditivo de jóvenes usuarios de reproductores de audio digital (RAD) basados audiometría tonal y otoemisiones acústicas producto de distorsión.
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2003). Pruebas diagnósticas: Sensibilidad y especificidad. Cad Aten Primaria, 10(1), 120-124.
- Real academia española: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.3 en línea].
- Rodríguez-G MA., Melguizo-Yepez M. (1993). Tamizaje de falla auditiva en escolares. Salud pública Mex 1994; 36: 670-672.
- Saavedra, A. (2018). Siete millones de colombianos padecen problemas de audición. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/salud/problemas-de-audicion-que-sufren-los-colombianos-195764>
- San Mauro Martín, I., González Fernández, M., & Collado Yurrita, L. (2014). Aplicaciones móviles en nutrición, dietética y hábitos saludables: análisis y consecuencia de una tendencia a la alza. Nutrición hospitalaria, 30(1), 15-24.
- Segura, M.C.; Molina, R.; Corredor, N.; Dottor, L.; Neira, L.; Mambrú, M.; Jiménez, D.; Castaño, S.; Rubio, Y. & Castellano, J. (2014). Perfil y

competencias profesionales del fonoaudiólogo en Colombia. Documento en construcción. Disponible en:

[http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Fonoaudiologia\\_Octubre\\_2014.pdf](http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Fonoaudiologia_Octubre_2014.pdf)

- Smits, C., Merkus, P., Houtgast, T. (2006). How we do it: The Dutch functional hearing? screening tests by telephone and internet. Clinical otolaryngology, 31(5), 436-440.
- Swanepoel, D., Sousa, K., Smits, C. & Moore, D. (2019). Mobile applications to detect hearing impairment: opportunities and challenges. Bulletin of the World Health Organization, 97(10), 717.
- The App Date y cols. (2015). Informe 50 Mejores Apps de Salud en Español.
- Valete-Rosalino, C. M., & Rozenfeld, S. (2005). Auditory screening in the elderly: comparison between self-report and audiometry. Brazilian journal of otorhinolaryngology, 71(2), 193-200.
- World Health Organization. (2020). Sordera y pérdida de la audición. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- World Health Organization. (2017). La sordera y los defectos de audición. Recuperado de <https://www.who.int/topics/deafness/es/>
- World Health Organization. (2016). Discapacidades. Recuperado de <https://www.who.int/topics/disabilities/es/>
- World Health Organization. Programme for the Prevention of Deafness and Hearing Impairment. (1998). Futuras actividades del Programa de Prevención de la Sordera y los Defectos de Audición : informe de la primera consulta oficiosa, Ginebra, 23-24 de enero de 1997.

## 10. ANEXOS

### Anexo A. Aval de CIREH



FACULTAD DE SALUD  
Vicedecanato De Investigaciones Y  
Posgrados Comité de Ética Humana

ACTA DE APROBACION N°(010-020)

Proyecto:

**“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE TAMIZAJE AUDITIVO HEARWHOPRO”**

Investigador Principal:

**DANIELA FLÓREZ REALPE/JHONNY ANDRÉS DELGADO PADILLA/LORENA MARISOL CAICEDO PARDO/DIANA MARÍA IRURITA SÁNCHEZ**

Código Interno: (099-020)

Fecha en que fue sometido:

| DÍA | MES | AÑO  |
|-----|-----|------|
| 01  | 06  | 2020 |

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2013; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000. Este Comité

certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes **documentos** del presente proyecto:

|   |                                                        |
|---|--------------------------------------------------------|
| X | Protocolo de Investigación                             |
| X | Instrumentos de recolección de datos                   |
| X | Formato de consentimiento informado                    |
| X | Soportes solicitados por el CIREH                      |
|   | Cartas de las instituciones participantes              |
|   | Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité.
3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente **Clasificación de Riesgo**:

|   |                                |
|---|--------------------------------|
|   | <b>Sin riesgo</b>              |
| X | <b>Riesgo mínimo</b>           |
|   | <b>Riesgo mayor del mínimo</b> |

4. Las **medidas** que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.
5. La forma de obtener el **consentimiento** informado de los participantes en el estudio es adecuada.

6. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales:
  - a. Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
  - b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.
  - c. Lesiones a sujetos humanos.
  - d. Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
  - e. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que no haya sido revisado y aprobado por el Comité.
7. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de un **(1) año** a partir de la fecha de aprobación.
8. El **investigador principal deberá** informar al Comité:
  - a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
  - b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
  - c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente.
  - d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
  - e. Cualquier decisión tomada por otros comités de ética
  - f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
9. El investigador principal deberá presentar el informe al final cuando haya culminado el proyecto.
10. En caso que el proyecto tenga duración mayor a un año, deberán solicitar la renovación del aval adjuntando el informe de avance y los documentos requeridos en dicho formato.

Fecha de elaboración:

| DIA | MES | AÑO  |
|-----|-----|------|
| 25  | 06  | 2020 |

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: **BEATRIZ EUGENIA FERNÁNDEZ H.**

Capacidad **PRESIDENTE** Teléfono: 5185677  
Representativa:

## Anexo B. Aprobación de enmienda

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana  
Facultad de Salud



Santiago de Cali, 11 de diciembre de 2020

**Profesora**  
DIANA MARÍA IRURITA SÁNCHEZ  
**Escuela de Rehabilitación Humana**  
**Atn.**  
DANIELA FLÓREZ REALPE  
JHONNY ANDRÉS DELGADO PADILLA  
LORENA MARISOL CAICEDO PARDO  
**Estudiantes de Fonoaudiología**  
**Universidad**  
**Asunto:** Aprobación de Enmienda

Cordial saludo.

El Comité Institucional de Revisión de Ética Humana en su reunión plenaria con acta No. 022- 020, registro el proyecto **"ÍNDICE DE CONCORDANCIA ENTRE LA APLICACIÓN MÓVIL DE TAMIZAJE AUDITIVO HEARWHOPRO Y LA PRUEBA DE AUDIOMETRÍA TONAL TAMIZ"** Con código 099-020. Para este efecto se revisaron los siguientes documentos: Carta de solicitud de enmienda, acta de aval definitivo, proyecto de investigación y formato de solicitud de enmienda.

Se decide aprobar la enmienda solicitada para este proyecto consistente en:

1. Cambio en el manejo del análisis de los datos debido a los resultados obtenidos durante la investigación; lo que llevó a ajustes en el título, objetivo general y un objetivo específico.
2. Participantes: Se pasa de una muestra de 48 estudiantes del programa académico de Fonoaudiología a 22 estudiantes del programa académico de Fonoaudiología, con resultados de todos sanos.
3. Se realiza el cambio de los siguientes objetivos:  
**Objetivo general:** pasa de "Determinar la sensibilidad y especificidad de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro, comparado con la prueba audiometría tonal tamiz, en una población de estudiantes entre 18 y 25 años del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle" a "Determinar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba audiometría tonal tamiz, en una población de estudiantes entre 18 y 30 años del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle."  
**Objetivo específico:** Pasa de "Identificar la Sensibilidad, Especificidad, Valores Predictivos Positivos y Valores Predictivos Negativos de la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro" a "Identificar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la audiometría tonal tamiz."
4. Título: Se modifica el título del proyecto, quedando de la siguiente manera: **"ÍNDICE DE CORRELACIÓN ENTRE LA APLICACIÓN MÓVIL DE TAMIZAJE AUDITIVO HEARWHOPRO Y LA PRUEBA DE AUDIOMETRÍA TONAL TAMIZ"**

Universidad del Valle – Sede San Fernando  
Calle 4B N° 36 – 00 Edificio 100 oficina 222  
Tel: 518 56 77  
[eticasalud@correounivalle.edu.co](mailto:eticasalud@correounivalle.edu.co)  
Cali, Colombia

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana  
Facultad de Salud



Atentamente,

**BEATRIZ E. FERNÁNDEZ**  
Presidente  
Comité Institucional de Revisión de Ética Humana

## **Anexo C. Consentimiento informado**

Los estudiantes de X semestre del programa académico de fonoaudiología de la Universidad del Valle DANIELA FLÓREZ REALPE, JHONNY ANDRÉS DELGADO PADILLA, LORENA MARISOL CAICEDO PARDO, bajo la tutoría de la docente DIANA MARÍA IRURITA SÁNCHEZ, están desarrollando la investigación titulada: “ÍNDICE DE CONCORDANCIA ENTRE LA APLICACIÓN MÓVIL DE TAMIZAJE AUDITIVO HEARWHOPRO Y LA PRUEBA DE AUDIOMETRÍA TONAL TAMIZ”. El objetivo es determinar el índice de concordancia entre la aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro y la prueba de audiometría tonal tamiz en un grupo de estudiantes de educación superior. Para esta investigación se requiere la participación de 22 estudiantes seleccionados por conveniencia del programa académico de Fonoaudiología de la Universidad del Valle entre los 18 y 30 años. Esta participación consistirá en:

1. Asistir en la fecha y hora previamente asignada al Laboratorio de Fonoaudiología - Área Audiología del Servicio de Rehabilitación Humana (SERH) de la universidad.
2. Realizar los siguientes procedimientos audiológicos:
  - A. Otoscopia: Inspección visual del pabellón auricular, el conducto auditivo externo (CAE) y de la membrana timpánica (MT) con el objetivo de definir el carácter normal o patológico de las mismas. La realiza uno de los investigadores mediante el otoscopio y tiene una duración aproximada 5 minutos.
  - B. Audiometría Tonal Tamiz: prueba de audición realizada con un audiómetro portátil dentro de una cabina sonoamortiguada que evalúa el estado de la

audición de audición por vía aérea de las siguientes frecuencias: 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, y 6000 Hz. Duración aproximada de 15 minutos.

C. Aplicación Móvil de Tamizaje Auditivo HearWhoPro: prueba de audición realizada con un dispositivo móvil (celular) dentro de una cabina sonoamortiguada que evalúa el estado de la audición a través de series de tres dígitos, emitidos con ruido de fondo. Duración aproximada de 15 minutos.

La participación es de carácter voluntario, no incurrirá en ningún gasto y en cualquier momento el sujeto podrá retirarse de la misma. No implica ningún riesgo de tipo biológico, físico, químico, social, psicológico ni legal, por lo que el riesgo se considera como mínimo. La información que brinde será confidencial y sólo se usará con propósitos académicos. Se asignará un código alfanumérico para el manejo confidencial de los datos personales y resultados. Los investigadores estarán en todo momento del desarrollo de los procedimientos audiológicos y le darán la respectiva explicación de cada uno de ellos previo a su realización. Si tiene alguna duda, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación.

Las circunstancias bajo las cuales el sujeto terminaría su participación en el estudio son:

- Presenta alguno de los factores dentro de los criterios de exclusión
- Por voluntad propia decida que no quiere continuar participando en esta investigación, decisión que podrá tomar en cualquier momento del desarrollo del proyecto.
- Finalicen las pruebas para las cuales fue solicitada su participación

De igual manera, tendrá como beneficio el conocimiento de los resultados de las pruebas que miden su estado de audición, con su respectiva conducta a seguir y/o recomendación, según el caso. Además, la información nueva obtenida al finalizar la investigación. Su participación contribuye con la obtención de información confiable acerca del uso e implementación de aplicaciones móviles que cumplen la función de tamizaje auditivo como HearWhoPro para detección temprana de pérdidas auditivas en población adulta. Lo anterior, ayudará en la prestación de servicios por parte de Fonoaudiólogos y/o especialistas en Audiología, al poder contar con aplicaciones confiables que faciliten el acceso y ejecución de pruebas auditivas tamiz.

En caso de tener alguna inquietud o duda puede comunicarse con la profesora Diana María Irurita Sánchez al teléfono 518 56 45 o con el Comité de Ética Humana- CIREH al teléfono 518 56 77 o al correo electrónico [eticasalud@correounivalle.edu.co](mailto:eticasalud@correounivalle.edu.co).

Yo \_\_\_\_\_ declaro y manifiesto que me han explicado el propósito de este trabajo de investigación y acepto mi participación de forma libre y voluntaria en esta investigación: Si: ☐ No: ☐

Toda esta información recolectada podrá ser utilizada en futuras investigaciones con fines académicos e investigativos previo aval del CIREH de la Universidad del Valle: Si: ☐ No: ☐

Informó que se me han dado la oportunidad de preguntar y resolver todas mis dudas.

Asimismo, informo que me han dado una copia del consentimiento informado.

Para constancia se firma ante dos testigos en la ciudad de Santiago de Cali, el día \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

**Participante**

C.C.:

---

---

**Investigador**

C.C.:

---

**Testigo 1**

C.C.:

**Testigo 2**

C.C.:

## Anexo D. Formulario de registro de resultados tamizaje auditivo

**Universidad del Valle**

### Formulario 3 resultados

*\*Obligatorio*

Nombre \*

Tu respuesta

Código alfanumérico \*

Tu respuesta

Sexo \*

☐ Masculino

☐ Femenino

Otoscopia CAE oído derecho \*

Tu respuesta

Otoscopia CAE oído izquierdo \*

Tu respuesta

---

Otoscopia MT oído izquierdo \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 500 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 1000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 2000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 3000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 4000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído derecho: 6000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 500 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 1000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 2000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 3000 Hz \*

Tu respuesta

---

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 4000 Hz \*

Tu respuesta

Audiometría tonal tamiz oído izquierdo: 6000 Hz \*

Tu respuesta

Resultado audiometría tonal tamiz \*

- ☐ PASA
- ☐ NO PASA

Puntuación HearwhoPro \*

Tu respuesta

Resultados prueba HearWhoPro \*

- ☐ PASA
- ☐ NO PASA

## Anexo E. Calibración de audiómetro



No. 9987

### REPORTE DE MANTENIMIENTO

FECHA: DIA: 28 MES: 08 AÑO: 2020

CLIENTE: UNIVERSIDAD DEL VALLE  
CALI

EQUIPO: AUDIOMETRO MARCA: RESONANCE MODELO: R37A SERIE: 19G000525

CALIBRADO CON EQUIPO: LARSON DAVIS MODELO 831C SERIE 10679

MOTIVO MANTENIMIENTO: Mantenimiento preventivo.

DIAGNOSTICO: Equipo en funcionamiento y actualmente en servicio. Se efectúa inicialmente revisión del estado actual de las frecuencias, intensidades, linealidad, distorsión, tono, pulsado, FM, encontrando:

-NIVELES VIA AEREA: Dentro del estándar.

-NIVELES VIA OSEA: Dentro del estándar.

-NIVELES DE LOGO AUDIOMETRIA: Dentro del estándar.

-NIVELES RUIDO DE ENMASCARAMIENTO: Dentro del estándar.

-NIVELES DE CAMPO LIBRE: Dentro del estándar.

-ESTADO DE LAS FRECUENCIAS: Centradas y sin desviación.

-LINEALIDAD: Es la correcta, los incrementos que se deben dar de 5 dB en 5 dB y se están dando.

-DISTORSION: No se evidencia.

-CABLES Y CONEXIONES: Dentro del estándar.

-OTROS PARAMETROS: Dentro del estándar.

#### TRABAJO REALIZADO:

Se realiza el mantenimiento requerido según las características anteriores detectadas al equipo, realizando las correcciones necesarias para que el audiómetro quede en perfecto estado cumpliendo con las normas ANSI 3.6 de 1996.

#### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Nuevo mantenimiento y calibración en tiempo prudente.

IVAN SILVA MANRIQUE  
ING ELECTRONICO

Calibración, reparación, mantenimiento, alquiler y venta de equipos, cabinas sonoamortiguadas para consultorio o empresas, estudios de ruido, instrumentos y todo en accesorios audiológicos.

Tel: 2216552. BOGOTA. Cel 315-8911385. E – Mail: [logistica@auditekcolombia.com](mailto:logistica@auditekcolombia.com)

## Anexo F. Presupuesto

| INFORMACION PARA DILIGENCIAMIENTO DE LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                |                |                                |                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| DATOS GENERALES                                                    |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                |                |                                |                                                                           |
| Rubro                                                              | Detalle                                                                                                     | Código Producto UNSPSC | Nombre del Bien o Servicio | Presentación (Unidad de medida) | Justificación del rubro                                                                                                        | Cantidad Total | Precio Unitario (Incluido IVA) | Presupuesto Total (Incluido IVA)<br>ESTE VALOR SE CALCULA AUTOMATICAMENTE |
| Equipo de Cómputo                                                  | Computador personal                                                                                         |                        | Computador                 |                                 | Registro y análisis de información                                                                                             | 3              | \$900.000                      | \$ 2.700.000                                                              |
| Subtotal Equipo de Cómputo                                         |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 3              |                                | \$ 2.700.000                                                              |
| Equipo de Laboratorio                                              | Cabina sonoamortiguadora de 2 X 2                                                                           |                        | Cabina sonoamortiguadora   |                                 | Requerido para realizar las pruebas de audiometría tonal tamiz y aplicación móvil de tamizaje auditivo HearWhoPro              | 1              | \$8.100.000                    | \$ 8.100.000                                                              |
| Equipo de Laboratorio                                              | Audiometro portatil Amplaid A 177 Plus                                                                      |                        | Audiometro portatil        |                                 | Requerido para realizar la prueba de audiometría tonal tamiz                                                                   | 1              | \$5.000.000                    | \$ 5.000.000                                                              |
| Equipo de Laboratorio                                              | Otoscopio                                                                                                   |                        | Otoscopio                  |                                 | Requerido para realizar la inspección visual del pabellón auricular, conducto auditivo externo (CAE) y membrana timpánica (MT) | 1              | \$350.000                      | \$ 350.000                                                                |
| Subtotal Equipo de Laboratorio                                     |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 3              |                                | \$ 13.450.000                                                             |
| Equipos Varios                                                     | Celular Huawei P20 lite                                                                                     |                        | Celular                    |                                 | Requerido para realizar la prueba con la aplicación movil de tamizaje auditivo HearWhoPro                                      | 1              | \$600.000                      | \$ 600.000                                                                |
| Equipos Varios                                                     | Auricular comercial                                                                                         |                        | auricular comercial        |                                 | Requerido para realizar la prueba con la aplicación movil de tamizaje auditivo HearWhoPro                                      | 1              | \$10.000                       | \$ 10.000                                                                 |
| Subtotal Equipos Varios                                            |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 2              |                                | \$ 610.000                                                                |
| Materiales y suministros para desarrollo de proyectos              | Fotocopias de consentimientos informados (2 paginas) y formato de resultados tamizaje auditivo (2 paginas). |                        | Fotocopias                 |                                 | Requerido como suministro para el registro de la información                                                                   | 192            | \$50                           | \$ 9.600                                                                  |
| Subtotal Materiales y suministros                                  |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 192            |                                | \$ 9.600                                                                  |
| Software                                                           | Microsoft Excel                                                                                             |                        | Microsoft Excel            |                                 | Requerido para el registro y análisis de información                                                                           | 3              | \$189.999                      | \$ 569.997                                                                |
| Subtotal Software                                                  |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 0              |                                | \$ 569.997                                                                |
| Mantenimiento muebles y equipos                                    | Mantenimiento Audiometro portatil Amplaid A 177 Plus                                                        |                        | Mantenimiento              |                                 | Requerido para calibración del equipo y buen funcionamiento del mismo                                                          | 1              | \$500.000                      | \$ 500.000                                                                |
| Subtotal Mantenimiento muebles y equipos                           |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 1              |                                | \$ 500.000                                                                |
| Prestación de servicios - asesorías, consultorías                  | Tutora Trabajo de grado                                                                                     |                        | Tutora                     |                                 | Profesora Diana Irurita quien asesora el presente trabajo de investigación.                                                    | 1              | \$1.478.272                    | \$ 1.478.272                                                              |
| Subtotal Prestación de servicios                                   |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 1              |                                | \$ 1.478.272                                                              |
| Salidas de Campo                                                   | Asistencia al laboratorio de Fonoaudiología-Área de audiología del Servicio de Rehabilitación Humana(SERH)  |                        | Transporte                 |                                 | Transporte para las sesiones de recolección de datos                                                                           | 3              | \$22.000                       | \$ 66.000                                                                 |
| Subtotal Salidas de Campo                                          |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 3              |                                | \$ 66.000                                                                 |
| Monitorías - Asistencias de investigación                          | Estudiantes de Fonoaudiología                                                                               |                        | Investigadores             |                                 | Estudiantes Daniela Florez, Jhonny delgado y Iorena Caicedo quienes ejecutan el trabajo de investigación.                      | 3              | \$933.600                      | \$ 2.800.800                                                              |
| Subtotal Monitorías - Asistencias de investigación                 |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                | 3              |                                | \$ 2.800.800                                                              |
| Total Subgrupos Inversión                                          |                                                                                                             |                        |                            |                                 |                                                                                                                                |                |                                | \$ 22.184.669                                                             |

## Anexo G. Cronograma

| FECHA                                                   | 2020 |       |       |        |            |         |           |           |
|---------------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| ACTIVIDAD                                               | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Presentación al comité de ética                         |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Aval de ética y ajustes al proyecto                     |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Consolidación y convocatoria del grupo de participantes |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Recolección de datos                                    |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Análisis de la información                              |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Escritura del informe final                             |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Presentación del documento final a evaluadores          |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Ajustes evaluadores                                     |      |       |       |        |            |         |           |           |
| Sustentación de informe final                           |      |       |       |        |            |         |           |           |