



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN  
ESCUELA DE FONOAUDIOLOGÍA  
PROGRAMA MAGÍSTER EN AUDIOLOGÍA

DETECCIÓN OBJETIVA DE LAS CONDICIONES DE RENDIMIENTO ACÚSTICO  
DE AUDÍFONOS EN PACIENTES ADULTOS EN UNA INSTITUCIÓN DE SALUD  
PÚBLICA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGISTER EN AUDIOLOGÍA

Autores

Flgo. Alejandro Villa N.

Flgo. Juan Manuel Estela M.

Profesora Guía:

Flga. Mgt. Marcia Núñez T.

Metodóloga:

Prof. Ilse López B.

Santiago - Chile

2012

## CORRECTORES

### **JULIO ORTIZ LÓPEZ**

Fonoaudiólogo.

Docente Postgrado de Magíster en Audiología, Universidad Andrés Bello.

Centro Auditológico OMED – Chile.

### **MARIO CAMPOS PINTO**

Fonoaudiólogo M.G.T.c en Audiología.

Docente Postgrado de Magíster en Audiología, Universidad Andrés Bello.

Centro Auditológico Antofagasta.

## INDICE

	Pág.
I. RESUMEN	5
II. INTRODUCCIÓN	7
III. MARCO TEÓRICO	9
3.1. Concepto de Audición	9
3.2. Concepto de Hipoacusia	10
3.3. Clasificación de la Hipoacusia	11
3.4. Prevalencia de Hipoacusia en el Adulto Mayor en Chile	13
3.5. Causas de la Hipoacusia	14
3.5.1. Presbiacusia	14
3.5.2. Tapón de Cerumen	14
3.5.3. Otitis Media Aguda	15
3.5.4. Otitis Media con Efusión	15
3.5.5. Otitis Media Crónica simple con perforación timpánica	15
3.5.6. Otosclerosis	16
3.5.7. Tumores	16
3.5.8. Medicamentos	16
3.6. Tratamiento de la Hipoacusia en el Adulto Mayor	17
3.7. Concepto de Audífonos	17
3.8. Partes de un Audífono	18
3.9. Tecnología de los Audífonos	21
3.10. Rendimiento Electroacústico de los Audífonos	24
3.11. Métodos para Medir y Expresar el Funcionamiento de los Audífonos	26
3.12. Analizador de Audífono Digital	26
3.13. Garantías Explícitas en Salud (GES)	27

Pág.

3.14. Implementación de la Guía GES	28
3.15. Escenarios Clínicos a los que se refiere la Guía	30
3.16. Tipo de Pacientes incluidos en esta Guía	31
3.17. Usuarios a los que está dirigida la Guía	31
IV. OBJETIVOS	32
4.1. Objetivo General	32
4.2. Objetivos Específicos	32
4.3. Variables	33
V. METODOLOGÍA	34
5.1. Tipo de Investigación	34
5.2. Diseño de la Investigación	34
5.3. Grupo en Estudio	35
5.4. Muestra	35
5.5. Unidad de Análisis o de Estudio	36
5.6. Procedimiento de Muestreo	36
5.7. Técnica de Recolección de Datos	36
5.8. Instrumentos de Recolección de Datos	37
5.9. Procedimientos de Recolección de Datos	37
5.9.1. Primera Parte	37
5.9.2. Segunda Parte	38
VI. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS	39
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

## I. RESUMEN

La presbiacusia es una de las pérdidas auditivas de tipo sensorio neural más frecuentes en el adulto mayor, definida como la pérdida progresiva de la audición por envejecimiento y muerte de las células ciliadas externas, especialmente en las frecuencias medias y agudas.

La adaptación audioprotésica resulta ser de gran ayuda para la compensación de estas pérdida auditivas, tanto así, que fue incluida dentro del Plan de Garantías Explícitas de Salud (GES), y contempla la entrega de audífonos a pacientes adultos mayores de 65 años, bajo ciertas condiciones de selección, en los Servicios de Otorrinolaringología (ORL) o Audiología de las Instituciones de Salud Pública a nivel nacional.

Pero a pesar de estar incluida esta entrega de audífonos en la Guía GES, no contempla el uso de equipos especializados de medición de las condiciones de rendimiento acústico de dichos audífonos, lo cual significaría un importante aporte no solo para determinar si estos audífonos se corresponden con las necesidades auditivas del paciente al cual le son asignados, sino para verificar que la información técnica del rendimiento acústico entregada por los fabricantes y los proveedores, se corresponden con la realidad, lo cual fue el principal objetivo de este trabajo.

Se seleccionaron 30 pacientes adultos mayores usuarios de audífonos entregados vía GES en el Servicio de ORL de una Institución de Salud Pública de Santiago, y se analizaron tres parámetros del rendimiento acústico de sus audífonos con el Analizador de Audífonos Fonix FP35 versión 5.01.

Los resultados arrojaron que el Analizador de Audífonos Fonix FP35 versión 5.01 efectivamente hace dichas mediciones, las cuales tienen la ventaja de ser objetivas, sino que a través de ellas permite comparar el rendimiento de los



audífonos con lo prometido por los fabricantes en las fichas técnicas y por los proveedores de los mismos.

## II. INTRODUCCIÓN

En la práctica audiológica, específicamente dentro del área audioprotésica, la adaptación de audífonos cobra cada vez más fuerza como alternativa ante problemas de pérdida auditiva, tanto así, que la entrega de audífonos ha sido incluida dentro del Plan de Garantías Explícitas de Salud del Ministerio de Salud del Gobierno de Chile (AUGE-2001).

Los protocolos de entrega de audífonos en las Instituciones de Salud Pública a lo largo de Chile, contemplan de forma muy resumida, la evaluación médica por un especialista en Otorrinolaringología debido a una sospecha diagnóstica, la evaluación auditiva por un Fonoaudiólogo o un Tecnólogo Médico en ORL, la confirmación diagnóstica y la indicación de audífonos según las necesidades del paciente, su entrega y controles post-entrega. De acuerdo a lo comentado por diversos especialistas del área, en Chile, dentro de ese protocolo, no se tiene conocimiento de que exista un sistema de control de prótesis que permita determinar si el rendimiento acústico de los audífonos es el correcto de acuerdo a diversas variables importantes, como por ejemplo el nivel salida máxima; la ganancia máxima; la relación señal/ruido; o cosas más sencillas como por ejemplo si la tecnología del audífono entregado (digital o análoga) corresponde fielmente a la declarada por las empresas distribuidoras de los audífonos, entre otras cosas.

Ante esta realidad, el presente trabajo de investigación tiene como propósito conocer el funcionamiento de uno de los sistemas de medición que podrían ser utilizados para los fines comentados, el “Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01”, al ser utilizado en los audífonos de los pacientes adultos usuarios de órtesis, entregadas en el Servicio de ORL y Audiología de una Institución de Salud Pública en Santiago. La motivación para realizar este estudio, surgió de la necesidad de conocer nuevos métodos de medición del rendimiento

acústico de los audífonos que son entregados a los adultos mayores a través de programas de gobierno en instituciones públicas de la ciudad, así como también verificar su correcto funcionamiento y la correspondencia entre lo entregado en las fichas técnicas y lo prometido por fabricantes y proveedores. Se seleccionó el “Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01” por ser un equipo que entrega información rápida y precisa acerca del desempeño de un audífono, es liviano, y permite evaluar las características de un audífono utilizando medidas con acoplador y medidas de oído real opcionales. El soporte teórico se basó en una exhaustiva revisión bibliográfica y en internet, así como en el propio “Manual del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01”. La Metodología empleada fue un estudio de campo, en la modalidad específica de diseño no experimental. La presente es una investigación de tipo transversal, con aproximación descriptiva. La muestra estuvo conformada por 30 audífonos que se entregaron por medio del programa de Gobierno GES (MINSAL, 2005).

Una vez estudiada la utilidad de dicho analizador, las proyecciones fonoaudiológicas siguientes se encaminaron en primer lugar a la presentación de la experiencia de uso del analizador así como también de los resultados de las mediciones hechas, a colegas y demás profesionales involucrados en la adaptación de órtesis auditivas, entre otros; con el fin de sembrar la inquietud de la puesta en práctica de esta valiosa herramienta que mejoraría la calidad del servicio prestado en la entrega de audífonos, y que podría incluir el uso del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01 en los protocolos de entrega de audífonos como instrumento de medición de su adecuado rendimiento acústico.



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Concepto de Audición

Salesa, Perelló y Bonavida (2005) <sup>2</sup>, explican que la audición es quizás el sentido más importante de los que el ser humano posee capacidad de disfrutar. Su proceso se inicia desde el momento en que las ondas sonoras que se desplazan y viajan por el aire son recogidas por el pabellón auricular del oído externo y posteriormente son conducidas por medio del canal auditivo hasta llegar a golpear o impactar la membrana timpánica. Esto provocará la vibración de la membrana timpánica, la cual a su vez provoca la movilización de la cadena de huesecillos del oído medio (martillo, yunque y estribo) (p.1).

Los autores comentan, que este proceso de movilización de la cadena de huesecillos generará un mecanismo similar al de un pistón o émbolo, el cual se llevará a cabo cuando el estribo presione la ventana oval perteneciente a la cóclea, y logre generar el movimiento de los líquidos intracocleares (p. 3).

Este movimiento de los líquidos perilinfáticos produce una deformación de la membrana basilar provocando una deflexión de las células sensoriales del Órgano de Corti, lo cual traduce la vibración mecánica de la membrana basilar en una serie de impulsos nerviosos (señal eléctrica) que son conducidos por el nervio auditivo hacia nuestro cerebro (p. 4).

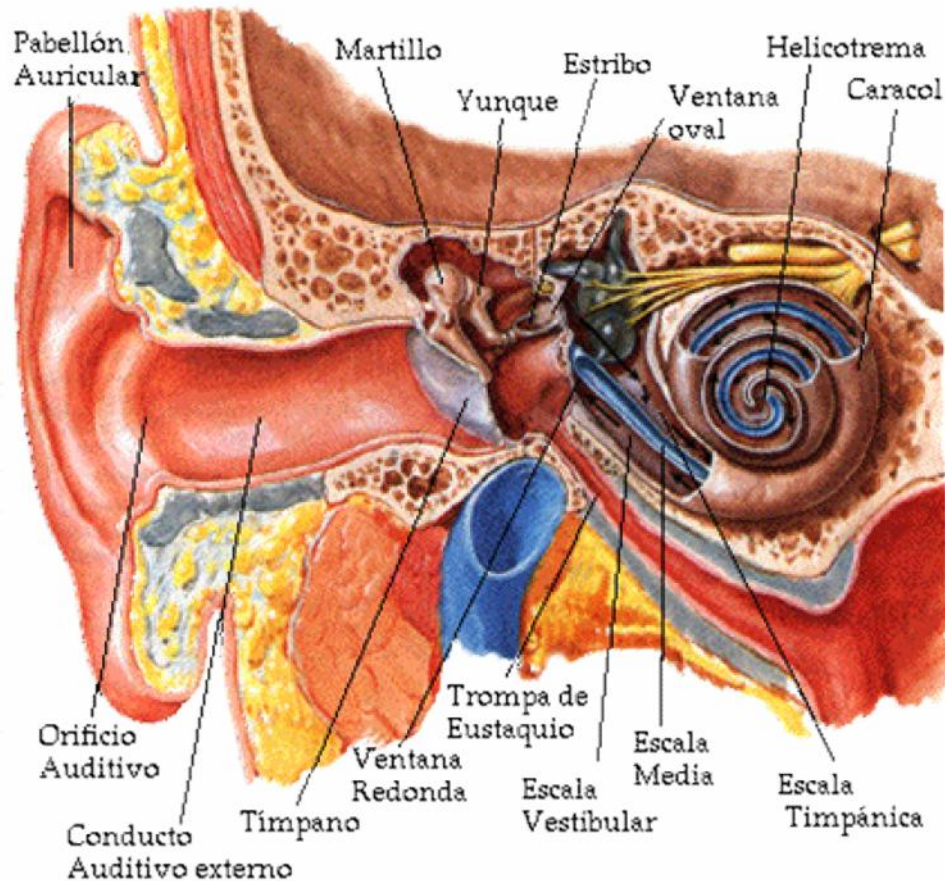


Fig. 1. Anatomía del Oído Humano. Tomado de [www.labc.usb.ve](http://www.labc.usb.ve)

### 3.2. Concepto de Hipoacusia

La “American Speech-Language Hearing Association” (ASHA) define la hipoacusia como “una disminución de la sensibilidad auditiva, la cual no es considerada una enfermedad sino un síntoma que puede deberse a numerosas afecciones”.

De acuerdo a la definición entregada por ASHA, cuando se describe la pérdida auditiva, generalmente se observan tres categorías: el tipo de pérdida auditiva, el grado de la pérdida auditiva y la configuración de la pérdida auditiva. Con niños es especialmente importante diagnosticar y tratar la pérdida auditiva lo

más temprano posible. Para evitar un retraso en el aprendizaje y desarrollo del lenguaje.

La pérdida auditiva puede también afectar la calidad de vida de los adultos teniendo un impacto negativo en la vida laboral, educación y el diario vivir.

### 3.3. Clasificación de la Hipoacusia

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) <sup>17</sup> los tipos de pérdida Auditiva son:

- *Hipoacusia conductiva*: Producida por patología del oído externo o medio.
- *Hipoacusia sensorineural*: Producida por patología del oído interno y ocasionalmente del nervio auditivo. Es generalmente permanente y requiere rehabilitación mediante el uso de audífonos u otros medios. Causas frecuentes de este tipo de hipoacusia son la edad (presbiacusia) y la exposición a ruido excesivo por períodos prolongados de tiempo.
- *Hipoacusia Mixta*: Problema auditivo que presenta tanto componente conductivo como sensorineural.

Además de los tipos, la pérdida auditiva también se clasifica según el grado de la misma, que la ASHA explica de la siguiente manera:

“El grado de la pérdida auditiva se refiere a la severidad de la pérdida”, la siguiente tabla de valoración lo resume:

Degree of hearing loss	Hearing loss range (dB HL)
Normal	-10 to 15
Slight	16 to 25
Mild	26 to 40
Moderate	41 to 55
Moderately severe	56 to 70
Severe	71 to 90
Profound	91+

Source: Clark, J. G. (1981). *Uses and abuses of hearing loss classification*. *Asha*, 23, 493-500.

Fig. 2. Grado de Pérdida Auditiva. Tomada de: <http://www.asha.org>

Otra forma de clasificación de las hipoacusias es de acuerdo a la configuración de la pérdida auditiva a la que la ASHA también hace mención, explicando que:

“La configuración de forma de la pérdida auditiva se refiere al grado y patrón de pérdida auditiva a través de las frecuencias (tonos). Por ejemplo una pérdida auditiva que sólo afecta a los tonos altos, podría ser descrita como una pérdida de alta frecuencia. Esta configuración mostrará una buena audición en los tonos bajos y pobre audición en los tonos altos”.

Por otro parte, si sólo las bajas frecuencias están afectadas, la configuración, mostrará una audición pobre en los tonos bajos y una mejor audición en los tonos altos. Algunas configuraciones de pérdidas auditivas son planas, indicando la misma cantidad de pérdida para los tonos bajos y altos.

Otras descripciones asociadas con pérdida auditiva según la ASHA son:

- *Bilateral versus unilateral*: en la cual bilateral significa que la pérdida auditiva es en ambos oídos, y unilateral significa que es en un solo oído.
- *Simétrico versus asimétrico*: siendo simétrico que el grado y configuración de la pérdida auditiva es el mismo en cada oído, mientras que asimétrico significa que el grado y configuración de la pérdida auditiva es diferente en cada oído.
- *Progresiva versus repentina*: progresivo significa que la pérdida auditiva empeora con el tiempo. La pérdida repentina sucede rápidamente y requiere una inmediata atención médica para determinar la causa y el tratamiento.
- *Fluctuante versus estable*: fluctuante se refiere a que la pérdida cambia en el tiempo, ya sea mejorando o empeorando.

#### 3.4. Prevalencia de Hipoacusia en el Adulto Mayor en Chile

De acuerdo a los datos aportados por la Encuesta Nacional de Salud 2003, consultados en la Guía Clínica Minsal N°56, año 2007 <sup>7</sup>, en Chile la prevalencia de la disminución de la agudeza auditiva en mayores de 65 años, medida mediante el test del susurro, es de 79,7% y, según el test del tic-tac, de 76%; y la auto-percepción de hipoacusia en adultos mayores es de 51,1% (55,6% en hombres y 47,9% en mujeres). En el proceso de validación de los test, del total de pacientes que encontraron anormal su audición, 60% presentó un PTP >40 dB en la audiometría (Guía Clínica Minsal N°56, 2007).

Según la misma fuente, el 90% de las hipoacusias en mayores de 65 años son del tipo sensorineurales, producto de cambios asociados a la edad, enfermedades y ototóxicos. Dentro de los factores involucrados en la patogenia, se encuentran las enfermedades infecciosas de oído medio e interno; exposición a ruido; drogas ototóxicas, tales como aminoglucósidos, salicilatos, quinidina y

diuréticos de asa; y daño del nervio auditivo, entre otros. Los cambios generados por la edad incluyen: endurecimiento de la membrana basilar, hiperostosis, arteriosclerosis, degeneración del Órgano de Corti, pérdida de cilios, degeneración del ganglio espiral y deterioro de la regulación neural de la endolinfa.

La hipoacusia en adultos mayores se asocia significativamente a dificultades en la comunicación, disminución de la actividad social secundaria a lo anterior, alteraciones emocionales (presentan un mayor riesgo de depresión), menor capacidad de autocuidado, deterioro cognitivo y alteraciones de memoria.

### 3.5. Causas de la Hipoacusia

En relación al objetivo principal planteado en nuestra investigación, resulta necesario realizar una revisión de las diversas causas posibles de hipoacusias que presentan la población observada en nuestro estudio. Según Rivas, J.A y Ariza H.F. (2007) <sup>22</sup>, las principales causas de hipoacusia son:

**3.5.1. Presbiacusia:** Hipoacusia asociada a la edad, causa más frecuente de sordera en el adulto mayor, generalmente bilateral y simétrica, en un 90% neurosensorial. Se altera la discriminación de la palabra.

**3.5.2. Tapón de Cerumen:** Produce sordera de conducción. Es frecuente que sea causa de empeoramiento de la presbiacusia.



Fig. N°3: Tapón de Cerumen en CAE

Tomado de Tratado de Otolología y Audiología. Rivas J.A. et al. (2007). Pág. 254.

**3.5.3. Otitis Media Aguda:** Es rara en el adulto mayor. Otagia asociada a hipoacusia de conducción. Usualmente unilateral.

**3.5.4. Otitis Media con Efusión:** habitualmente sin dolor y con fluido de más de un mes, cuando el compromiso es unilateral debe descartarse un tumor de rinofaringe.



Fig. Nº4: Fase Inicial Otitis Media Aguda con Hiperemia de la Membrana Timpánica

Tomado de Tratado de Otolología y Audiología. Rivas J.A et al. (2007). Pág. 279.

**3.5.5. Otitis Media Crónica simple con perforación timpánica:** necesita tratamiento antibiótico local si presenta otorrea, puede repararse con una timpanoplastía. La presencia de otorrea de mal olor y de laminillas de piel en la caja timpánica debe hacer pensar en una Otitis Media Crónica con colesteatoma, que es de tratamiento quirúrgico.

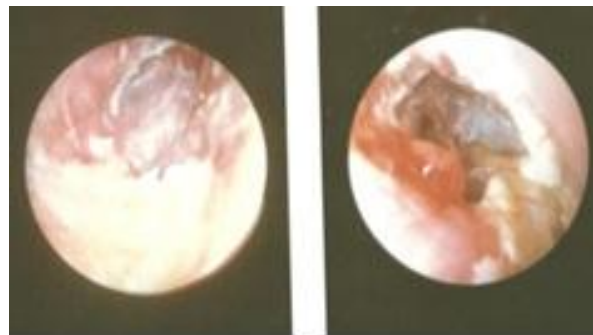


Fig. Nº5: Fase Inicial Otitis Media Crónica Colesteatomatosa

Tomado de Tratado de Otolología y Audiología. Rivas y Ariza (2007). Pág. 279.

3.5.6. *Otosclerosis*: Enfermedad de origen hereditario. Su inicio es durante la juventud. Generalmente hay un lado más afectado que el otro. Inicialmente hipoacusia de conducción, al avanzar la patología interviene también el factor sensorineural.

3.5.7. *Tumores*: son raros, pero su más alta incidencia es en el adulto mayor. Se debe descartar un neurinoma del acústico en hipoacusias asimétricas.

3.5.8. *Medicamentos*: Habitualmente bilateral y simétrica. Pérdida sensorineural. Generalmente aminoglucósidos, salicilatos y furosemida en paciente con falla renal previa.

Según los autores consultados, y de acuerdo a otras fuentes revisadas, de las posibles causas mencionadas anteriormente, la que presenta una mayor incidencia en nuestro grupo de estudio corresponde a la presbiacusia, por lo cual se realizará un análisis detallado de esta causa de hipoacusia.

Se trata de una hipoacusia sensorineural (HSN) producida por la edad, y es la forma más prevalente de este tipo de sordera. Alrededor de los 50 años un alto porcentaje de las personas comienza a perder audición paulatinamente. Primero en los tonos agudos con una pérdida leve para luego ir avanzando en intensidad y compromiso de frecuencias medias y finalmente graves.

Se caracteriza por ser bilateral, simétrica y progresiva. Suele acompañarse de tinnitus, motivo principal de consulta en los pacientes mayores por la molestia que les produce.

A la presbiacusia fisiológica, que corresponde a la producida por la degeneración gradual del oído interno, se le debe agregar la presbiacusia patológica, dada por los factores exógenos, que también es llamada socioacusia.

Los factores implicados son:

-ambientales; ruido, stress



- hábitos; tabaco, colesterol, drogas
- enfermedades asociadas; hipertensión arterial, diabetes, etc.

El tratamiento consiste en el uso de audífonos cuando la pérdida auditiva constituya un desmedro en la comunicación social. La lectura labial se sugiere en casos que lo ameriten, la comprensión y apoyo psicoafectivo al paciente también son parte del tratamiento, así como la enseñanza de lo que significa la hipoacusia a sus familiares para permitir la reinserción social de la persona, evitando así el progresivo aislamiento y deterioro del adulto mayor.

### 3.6. Tratamiento de Hipoacusias en el Adulto Mayor

Actualmente no existen tratamientos médicos que logren recuperar la audición de los pacientes que son portadores de hipoacusias sensorineural o evitar su continuo progreso, no obstante se puede lograr minimizar los efectos funcionales de la pérdida auditiva mediante audioprótesis externas o implantes, y de esta manera mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La decisión de indicar un audífono dependerá del grado de hipoacusia de cada paciente (leve, moderado, severo y profundo). La evidencia científica es insuficiente para determinar con precisión el grado de pérdida auditiva mínima que se asocie a beneficios del uso de audífonos. Sin embargo, aquellos pacientes que presenten hipoacusia leve y que no presenten repercusión social asociada, no se beneficiarían del uso de órtesis auditiva.

Algunas fuentes de información nacional como la Guía Clínica Minsal N°56, año 2007, explica que en pacientes con pérdidas auditivas moderadas a severas, la terapia más efectiva para mantener la comunicación oral es la amplificación auditiva mediante el uso de audífonos.

Con el fin de priorizar el contenido teórico de nuestra investigación, solo abordaremos específicamente información relacionada con los audífonos.

### 3.7. Concepto de Audífonos

Pasik, Y. et al. (2004) <sup>18</sup> explican que un audífono es un dispositivo electrónico que sirve para que las personas hipoacúsicas escuchen mejor, tengan una mejor comunicación y mejoren su calidad de vida (p.34).

El propósito de los audífonos es mejorar la percepción de la palabra principalmente, son los procesadores de sonido más utilizados para contrarrestar los efectos de la hipoacusia.

Los audífonos no pretenden restaurar la función auditiva normal, ni pueden curar una lesión existente. Las personas usuarias de audífonos probablemente los necesitarán por el resto de sus vidas.

### 3.8. Partes de un Audífono:

Angulo, J.A.; Blanco, L.L. y Mateos, Á. F. (1997) <sup>2</sup> explican dentro del esquema básico de un audífono, que éste es un amplificador que está compuesto básicamente de tres partes: micrófono, amplificador y receptor o parlante (ver figura 6). El micrófono, también conocido como transductor de entrada, cuando es alcanzado por el sonido, éste lo convierte en una señal eléctrica análoga que luego pasa al amplificador, donde es procesada y amplificada. Posteriormente la señal se entrega al parlante, el cual lo libera hacia el oído del paciente (p.67).

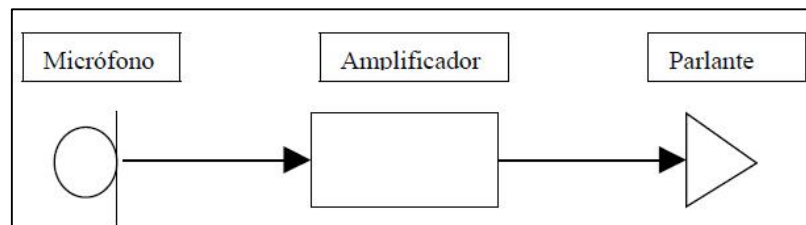


Fig. 6: Esquema Simplificado de un Audífono.

Tomado de Audioprotésis, Teoría y Práctica. Angulo, J.A. et al. Masson.

Los mismos autores describen que la unidad de medición de la presión sonora de los audífonos es el decibel SPL. El diminutivo de la palabra decibel o decibelio es: dB. Existen tres tipos básicos, que se clasifican según su aplicación:

- dB. SPL: decibeles de presión sonora, Sound Pressure Level (SPL) por su significado en inglés. Su aplicación en Audiología es para las mediciones de la presión sonora en áreas físicas o producida por una fuente generadora de sonido como puede ser una máquina en una industria por ejemplo. Se utiliza para hacer una descripción física del sonido, por ejemplo, en sonometría, audiodosimetría y en audioprotésis. Se conocen como decibeles físicos.

- dB. HL: decibeles de nivel auditivo, Hearing Level (HL) por su significado en inglés. Su aplicación audiológica es en las mediciones de la sensación auditiva humana. Se obtuvo como resultado de la medición de los umbrales de percepción mínima, obtenidos en un grupo estudio, sin antecedentes de patología auditiva. Los valores de presión sonora necesarios para producir sensación auditiva se promediaron y a esta promediación se le denomina umbral auditivo humano y se utiliza como referencia en las pruebas de audición, por ejemplo, la audiometría. Se conocen como decibeles fisiológicos.

- dB. SL: decibeles de sensación auditiva, Sensation Level (SL) por su significado en inglés. Su aplicación en Audiología es la medición de la sensación específicamente en un individuo. Por ejemplo en la Acufenometría.

Pasik, Y. et al. (2004) comentan que el funcionamiento básico del audífono se basa en que es un amplificador del sonido, y se pueden dividir los amplificadores en lineales y no lineales, también conocidos como audífonos de compresión.

El sonido viaja a través del aire en forma de ondas difásicas, a esta energía se le conoce como señal de entrada, esta señal alcanza al micrófono que es un

transductor que la convierte de una energía acústica en energía eléctrica, la cual es una señal análoga que conserva las características de la señal de entrada inicial. La energía eléctrica pasa luego al pre-amplificador que tiene un convertidor analógico digital, el cual la reconvierte en un código digitalizado y la pasa al amplificador, donde es modificada de acuerdo a los parámetros audiométricos y según los algoritmos o instrucciones de procesamiento con los que el fabricante programó previamente ese procesador digital.

La señal digital procesada pasa posteriormente a un convertidor digital analógico que la reconvierte en una señal eléctrica, la cual es enviada al transductor de salida o parlante, el que la convierte nuevamente en una señal de energía acústica y la entrega al oído del paciente, amplificada y modificada con el fin de mejorar la percepción auditiva del sujeto (Véase figura 7).

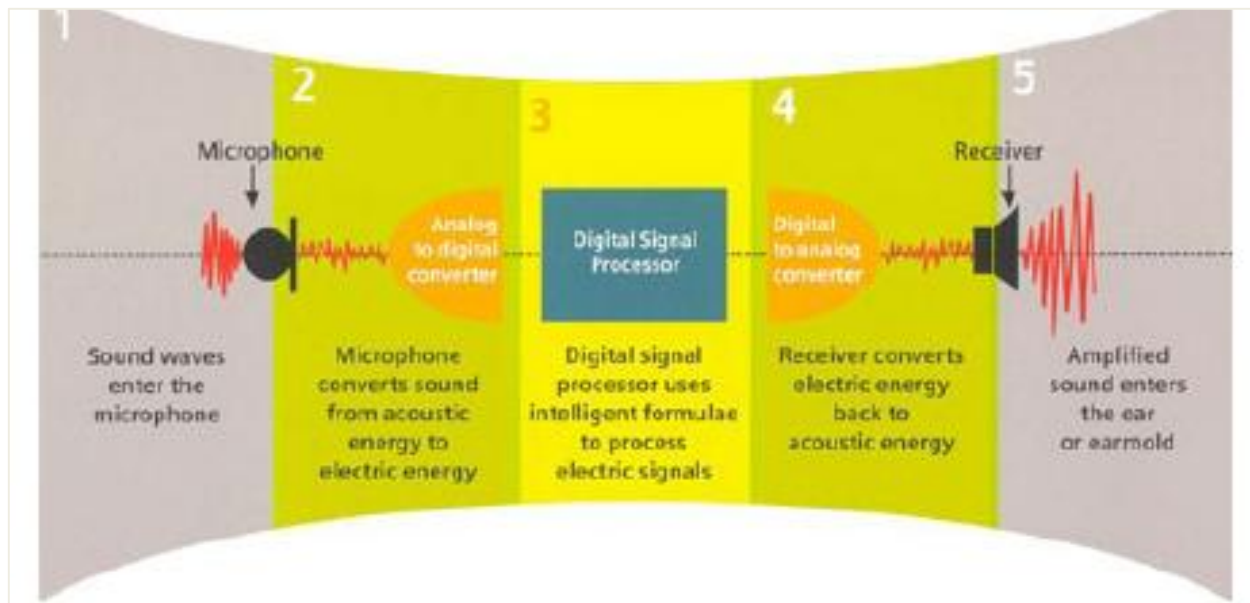


Fig.7: Convertidor Digital-Analógico. Tomado de Audioprótesis. Pasik *et al.*

### 3.9. Tecnología de los Audífonos

La tecnología de los audífonos es otro punto importante de abordar en la presente investigación, ya que en la actualidad, estos procesan el sonido digitalmente, en general poseen dos elementos de procesamiento analógico, los cuales son el transductor de entrada o micrófono y el transductor de salida o parlante, que se encargan de transformar la energía acústica en energía eléctrica y viceversa.

El otro componente del audífono es el bloque amplificador que realiza un proceso de digitalización de la señal o DSP (Digital Signal Processing) que consiste en convertir la señal analógica en un código binario (ceros y unos) o lenguaje de computadora, modificarla y amplificarla, para luego reconvertirla en una señal eléctrica nuevamente y entregarla al parlante.

En el pasado se encontraban tecnologías analógicas e híbridas, pero hoy día casi todos los amplificadores son digitales, dada la mejor reproducción de sonido y la ausencia de distorsión en el procesamiento de la señal en el amplificador.

Pasik, Y. et al. (2004), afirman que por definición, un audífono no puede ser 100% digital por dos razones:

1. Los audífonos tienen componentes analógicos, como el micrófono y el altavoz (además de la pila, los sistemas de control del circuito electrónico), mientras que los de tipo digital incorporan un quinto elemento que es el software.
2. El cerebro humano funciona analógicamente, por lo que no es compatible con señales digitalizadas.

Según estos autores, puede decirse entonces que, todos los audífonos poseen procesamiento digital de la señal, sin embargo, existen diferencias en las características que pueden representar ventajas para el paciente y para el audiólogo.

Otro aspecto importante de los audífonos, son las características del procesamiento digital de la señal, que han aportado al audiólogo gran control sobre los parámetros electroacústicos. Las características más comunes que poseen los audífonos de última generación son: tipos de compresión, procesamiento multicanal, multimemoria, direccionalidad, control adaptativo de retroalimentación, manejo adaptativo del ruido, expansión, registro digital de datos, programabilidad automatizada, DAI (Dispositivo de Comunicación Inalámbrica) incorporado, RECD (Oído Real) incorporado, audiometría in situ, detección automática de la voz, programación inalámbrica, sincronización.

La compresión es definida por Pasik, Y. et al. (2004), como un sistema de reducción de la presión sonora que mantiene la respuesta del audífono dentro del campo dinámico del paciente y disminuye la distorsión.

Existen dos tipos:

1. La compresión de amplio rango dinámico, la cual se utiliza en hipoacusias leves a moderadas y mejora la discriminación. Se utiliza un umbral de compresión bajo y una relación de compresión baja, lo que hace que actúe sobre sonidos de intensidad moderada pero comprimiéndolos suavemente.
2. La compresión limitante, que se utiliza en hipoacusias severas a profundas y principalmente opera sobre la salida máxima para evitar la incomodidad al paciente ante ruidos intensos. Actúa sobre los sonidos de alta intensidad (mayores a 90 dB.) comprimiéndolos agresivamente.

Existen otros conceptos que es importante conocer, y que tomamos literalmente de los autores Pasik, Y. et al. (2004):

- El Dispositivo de Comunicación Inalámbrica Incorporado (DAI) por su parte, se integra dentro de la carcasa del audífono, posee un receptor de frecuencia modulada para captar señales radiales de un transmisor inalámbrico. Es muy útil en pacientes que asisten a clases en escuelas, colegios, universidades o congresos.
- El Oído Real incorporado (RECD) es una prueba que sirve para verificar el desempeño del audífono in situ (en el propio oído del paciente con su audífono a la medida).
- La Audiometría In Situ permite realizar una prueba audiométrica a través del propio audífono del paciente, lo cual toma en cuenta sus características anatómicas.
- El Control Adaptativo de Retroalimentación es un detector de retroalimentación que monitorea la señal, detecta la frecuencia que provoca la retroalimentación y produce un sonido en contrafase para cancelarla sin reducir la ganancia en altas frecuencias.
- El Detector Adaptativo de Voz como lo indica su nombre, detecta las frecuencias de la voz y las enfatiza.
- El Detector Adaptativo de Ruido detecta el ruido de fondo y reduce la ganancia en frecuencias graves para evitar el enmascaramiento que estas producen sobre la voz en ambiente ruidoso.
- La Direccionalidad Adaptativa monitorea el ambiente, identifica la orientación de la fuente sonora que genera sonidos del lenguaje y selecciona automáticamente el patrón de direccionalidad a utilizar en esa circunstancia específica.
- La Expansión es un tipo de compresión de las frecuencias graves de baja intensidad, las cuales generan problemas de comprensión del lenguaje al paciente por la amplificación de ruidos como ventiladores, aires acondicionados y refrigeradoras. Actúa solamente sobre los sonidos de baja intensidad y frecuencia grave.

- El Registro Digital de Datos realiza un monitoreo y registro de los datos para poder conocer el número de horas de uso del audífonos y los niveles de ruido a los que se expone el paciente según su estilo de vida y poder así diseñar estrategias que contribuyan al mejoramiento de la percepción del paciente en concordancia con su cotidianidad (p.185).

Debido al gran avance tecnológico con el que cuentan los audífonos de última generación, es necesario realizar mediciones de sus componentes y funciones, para esto se cuenta en el mercado con equipos capaces de realizar un control electroacústico del audífono, el cual debe constatar el óptimo funcionamiento del mismo a través de la medición de sus características electroacústicas.

### 3.10. Rendimiento electroacústico de los audífonos

El rendimiento de los audífonos está dado precisamente por esas características electroacústicas, los autores Pasik, Y. et al. (2004), explican que los parámetros fundamentales que rigen el funcionamiento de un audífono son los siguientes:

- Potencia Acústica de Entrada (input): definida como la intensidad o presión sonora aplicada sobre el micrófono del audífono expresado en dB. SPL.
- Ganancia Acústica (gain): es la cantidad expresada en dB. correspondiente a la diferencia entre la intensidad sonora entregada por el auricular del audífono, y la intensidad sonora aplicada sobre el micrófono. Un ejemplo sería si se aplican 70 dB. SPL al micrófono y se miden 120dB, SPL en la salida del auricular, la ganancia es la diferencia entre esos dos valores, que para este caso es 50dB. ( $120 - 70 = 50\text{dB.}$ ). Las ganancias de cada audífono dependen de sus circuitos y amplificadores.
- Potencia Acústica de Salida (output): es la suma en decibeles de la intensidad sonora aplicada sobre el micrófono (en dB. SPL) más la



ganancia acústica provista por el audífono (en dB.). Si por ejemplo se aplican al micrófono 50 dB. y la ganancia es de 40 dB., la salida del auricular sería igual a la suma de los valores  $50 + 40 = 90$  dB.

- Nivel de Presión Sonora de Saturación (SSPL 90 dB.): denominada usualmente saturación, sobrecarga o máxima potencia de salida, es una medida de la potencia máxima de un audífono medida a 90 dB. SPL. Un ejemplo sería “SSPL 90: < 135 dB.” significa que para una entrada de sonido de 90 dB. en el audífono, saldrán menos de 135 dB.
- Respuesta en Función de la Frecuencia: los audífonos no amplifican todas las frecuencias por igual, lo hacen en función de cada frecuencia y esto generalmente se expresa a través de gráficos denominadas curvas de respuesta en frecuencia, cuya forma depende de la combinación de respuestas en frecuencia del micrófono, del amplificador y del auricular. En la práctica diaria, es común necesitar amplificar más los agudos que los graves, debido a que las frecuencias más importantes para la discriminación del habla son las medias y las agudas, mientras se intenta que los componentes graves de los sonidos no enmascaren a los agudos.
- Distorsión: se llama así a una falta del sistema para reproducir con exactitud una determinada señal presente a su entrada. Un amplificador produce distorsión cuando al aplicar una señal de entrada, se obtiene a la salida una señal cuyas características no se corresponden con las de la señal de entrada; cualquier diferencia, a excepción de un cambio de amplitud debido a la amplificación, se considera distorsión. Este parámetro es uno de los que más interesan porque figura en las fichas técnicas de algunas marcas de audífonos.
- Relación señal/ruido: es la diferencia en dB. entre la señal y el ruido producido en el sistema; muchos utilizan esta medida para determinar el nivel de ruido presente en el audífono, también es llamada distorsión por ruido, y es producida por todos los componentes del sistema en mayor o menor grado, siendo una de las mayores los micrófonos.

### 3.11. Métodos para medir y expresar el funcionamiento de los audífonos

Existen diferentes métodos para hacer comparaciones entre distintos audífonos y comprender mejor su funcionamiento. Entre los más conocidos están los siguientes:

- ANSI (American National Standards Institute)
- HAIC (Hearing Aid Industry Conference)
- IEC (International Electrothechnical Commission)

Es importante mencionar que las mediciones de ganancia, potencia de salida, respuesta en frecuencias y otras, se realizan con metodología y cavidades o acopladores diferentes de acuerdo a la norma con que se trabaja, por lo cual para poder hacer una comparación entre un audífono y otro, o para determinar sus condiciones de rendimiento con equipos analizadores, deben conocerse los datos técnicos acerca de ellos medidos con la misma norma o patrón.

### 3.12. Analizador de Audífono Digital

El analizador de audífonos, que en el caso de nuestra investigación es el FONIX® FP35 en su versión 5.01 <sup>5</sup>, es un equipo que permite al Audiólogo cotejar las prestaciones reales de un audífono con respecto a la información proporcionada por el fabricante, y también testear la ganancia auditiva de la que el aparato va a hacer partícipe al paciente de una forma objetiva, esto, sin que sea necesaria su intervención subjetiva mediante audiometrías, que siempre están sujetas a un cierto grado de imprecisión.

Además cuando un usuario de audífonos presenta quejas o dudas acerca del correcto funcionamiento de su órtesis auditiva, es posible gracias al analizador de audífonos realizar una inspección técnica avanzada, la cual permite identificar problemas que se puedan solucionar sin necesidad de enviar el dispositivo al

laboratorio, o poder enviarlo con indicaciones más precisas que mejoran la calidad del servicio.

El FONIX® FP35 en su versión 5.01, es un analizador que utiliza una pantalla gráfica o tabla numérica para mostrar la amplificación que provee el audífono, cuáles frecuencias amplifica y cuánta distorsión crea. Además posee una impresora térmica que permite imprimir los resultados recopilados.

El FP35 permite hacer tres pruebas de tonos puros a través de un barrido normal que cubre un rango de frecuencia detallado, un barrido rápido con una señal continua actualizando cada tres segundos, y un barrido corto que ofrece una prueba rápida en menos de dos segundos que cubre las frecuencias audiométricas estándares.

Además hace otras mediciones de numerosos parámetros tales como la salida máxima, distorsión armónica, pruebas de ganancia de inserción, pruebas de micrófonos direccionales y separación de la señal que ellos proveen, entre otros.

### 3.13. Garantías Explícitas en Salud (GES)

La garantías explícitas de salud, nacen de un estudio que el Ministerio de Salud de Chile hizo, con el objetivo de dar prioridad a lo que se consideraban enfermedades que debían atenderse de manera especial desde los cero (0) años de edad hasta la adultez mayor (65 años o más). Para esto trató de agrupar dichas enfermedades para una mejor organización, con el fin de que fueran atendidas de forma gratis y con seguridad, y dentro de estas enfermedades se encuentra la hipoacusia o pérdida auditiva en niños prematuros y en adultos mayores, en esta última se hará mayor énfasis en el desarrollo de la presente investigación.

### 3.14. Implementación de la Guía GES

En relación a cómo se aplica la guía en Chile, la misma señala refiriéndose a la situación de la atención del problema de salud en Chile y barreras para la implementación de las recomendaciones, que ésta es el resultado de la adaptación de la guía clínica emanada desde el Ministerio de Salud el año 2005, y que inició su utilización en el régimen de garantía el año 2006, este proceso se ha llevado a cabo en las unidades de seguimiento de prematuros en conjunto con las unidades de otorrinolaringología de los hospitales del país, actualmente se han pesquisado algunos problemas de proceso y ejecución de la guía, que se han intentado corregir en la versión actual.

La parte de la guía que se dedica exclusivamente al adulto mayor es el llamado Tercer Régimen del Auge (Julio 2007 - Julio 2008), que específicamente aborda la hipoacusia bilateral en personas de 65 años y más que requieren uso de audífono.

La Guía además explica que en relación la epidemiología de este problema de salud en Chile, según la encuesta nacional de salud 2003, la prevalencia de disminución de la agudeza auditiva en mayores de 65 años, medidas mediante el test del susurro y el test Tic Tac alterado, es de 79,7 a 76%, en dichas pruebas se utilizó como puntos de corte alteraciones a intensidades audiométricas equivalentes a Promedio Tonal Puro mayores a 20 dB. En esta encuesta aparece una prevalencia de 90% en los mayores de 80 años. En el proceso de validación de los test, del total de pacientes que encontraron anormal su audición, un 60% presentó un Promedio Tonal Puro mayor a 40 dB en la audiometría.

La distribución por género es la siguiente:

Prevalencia Hipoacusia en > 65 años, por género. Chile 2003

	Hombres	Mujeres	Total
Test susurro alterado	82,4%	77,8%	79,7%
Test tic-tac alterado	84%	70,2%	76%
Test susurro o tic-tac	94,5%	88,7%	91,1%
Autopercepción	55,6%	47,9%	51,1%

Se conoce que la hipoacusia se relaciona con la depresión, el detrimento de la calidad de vida, disminución cognitiva, alteraciones conductuales y del sueño, disminución de la actividad social, deterioro de la comunicación y alteraciones de memoria. También influye en la capacidad física, psíquica y social, asociada al déficit cognoscitivo, a los disturbios del humor y a los desórdenes del comportamiento. En estudios hechos en Estados Unidos refieren que el 13 % de los trabajadores de entre 51 y 61 años con hipoacusia refieren que la pérdida auditiva limita el tipo o cantidad de trabajo que pueden realizar.

La prevalencia de hipoacusia se relaciona fuertemente con la edad, género masculino, exposición al ruido, además se asocia en forma indirecta con el ingreso económico, los niveles de educación. Otros factores en los que se han demostrado alguna asociación con esta patología son las enfermedades infecciosas del oído medio e interno, fármacos (aminoglucósidos, salicilatos, quinidina, furosemida, etc.), daños del nervio auditivo, tabaquismo, diabetes mellitus 2 e hipercolesterolemia.

De acuerdo a estudios realizados en Canadá (1994), el deterioro de la hipoacusia es continuo y gradual en la mayoría de las personas, con un promedio de 5 a 6 decibeles por década. La progresión es muy variable entre personas, pero progresa más rápido en hombres, generalmente se comprometen primero las frecuencias altas, sobre 1000 Hz.

### 3.15. Escenarios Clínicos a los que se Refiere la Guía

En relación a la definición del problema de salud que hace la guía, dice que el origen más frecuente de hipoacusia en el adulto mayor de 65 años es la presbiacusia. Se observa una hipoacusia de origen sensorineural, bilateral y simétrica. Se propone como edad de corte para plantear el diagnóstico los 65 años. Para intereses en el tratamiento, se clasifica a los pacientes desde el punto de vista del grado de su pérdida auditiva. Para ello se utiliza el promedio tonal en decibeles (dB.) de las frecuencias 0,5 KHz, 1 KHz, 2 KHz y 4 KHz. Se habla de normalidad cuando el (PTP) está entre 0 dB. y 20 dB.; entre 21 dB. y 40 dB. hipoacusia leve; entre 41 dB. y 60 dB. hipoacusia moderada; entre 61 dB. y 90 dB. hipoacusia severa y sobre 90 dB. hipoacusia profunda.

La guía hace la siguiente clasificación de Hipoacusia:

- Hipoacusia Simétrica con Conducto Auditivo Externo (CAE) y oído medio normales. La mayoría corresponderá a hipoacusia neurosensorial (presbiacusia o trauma acústico).
- Hipoacusia Simétrica con patología en CAE y/u oído medio bilateral. Pacientes con diagnóstico de otopatía adhesiva, secuelas de OMC, etc., en la mayoría de los casos se asociará con algún grado de presbiacusia.
- Hipoacusia Asimétrica con CAE y oído medio normales sin síndrome vertiginoso asociado. Pacientes con patología unilateral (ej. neurinoma del acústico). Dada la edad de los pacientes, la mayoría tendrá presbiacusia.
- Hipoacusia Asimétrica con CAE y Oído Medio Normales con Síndrome Vertiginoso Asociado. Aparecen pacientes con hipoacusia fluctuante y LDL alterado; estos pacientes presentan dificultades de implementación dado su campo auditivo estrecho, por lo que es necesario contar con audífonos apropiados que cubran sus necesidades específicas.
- Hipoacusia Asimétrica con Patología en CAE y/u Oído Medio Unilateral. Pacientes con diagnóstico de OME del adulto (descartar tumor de

rinofaringe), otopatía fibroadhesiva, secuela de Otitis Media Crónica (OMC), etc., y que se asocia a presbiacusia por la edad del paciente.

- Hipoacusia Asimétrica con Patología en CAE y/u Oído Medio bilateral  
Pacientes con diagnóstico de OME del adulto, otopatía fibroadhesiva, secuela de OMC, etc., y que se asocia a presbiacusia por la edad del paciente.

### 3.16. Tipo de pacientes incluidos en esta Guía:

- Personas de 65 años y más
- Con Hipoacusia Bilateral
- Con indicación de audífonos (según guía clínica)

### 3.17. Usuarios a los que está dirigida la guía

- Médicos Otorrinolaringólogos
- Médicos de Familia y Médicos Generales que se desempeñan en la Atención Primaria de Salud.
- Fonoaudiólogos.
- Tecnólogos Médicos con mención en otorrinolaringología
- Personal de Enfermería que se desempeña en la Atención Primaria de Salud
- Médicos Geriatras
- Médicos Neurólogos

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

Conocer el funcionamiento del Analizador de Audífonos Fonix FP35 versión 5.01, como instrumento de medición objetiva en el análisis del rendimiento de los audífonos que hayan sido entregados a adultos mayores a través del Plan GES.

### 4.2. Objetivos Específicos

1. Medir el parámetro de salida máxima según la norma IEC\* de los audífonos entregados a los adultos mayores a través del Plan GES, utilizando el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.
2. Medir el parámetro de ganancia de máxima según la norma IEC\* de los audífonos entregados a los adultos mayores a través del Plan GES, utilizando el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.
3. Medir el parámetro de distorsión armónica total según la norma IEC\* de los audífonos entregados a los adultos mayores a través del Plan GES, utilizando el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.
4. Determinar la correspondencia general entre el rendimiento acústico de los tres parámetros estudiados en los audífonos entregados a adultos mayores a través del Plan GES, y las características acústicas proporcionadas por las fichas técnicas de los fabricantes y proveedores.



### 4.3. Variables

- Parámetro de salida máxima a 90 dB. OSPL (Nivel de Presión Sonora de Salida) según la Norma IEC\* (Comisión Electrónica Internacional).
- Parámetro de ganancia según la Norma IEC\*
- Parámetro de distorsión armónica según la Norma IEC\*

## V. METODOLOGÍA

### 5.1. Tipo de Investigación

Sabino (2000) <sup>23</sup>, dice que toda investigación se clasifica según sus objetivos externos en puras y aplicadas “porque se refieren a la utilidad que fuera o dentro del ámbito científico, van a tener las conclusiones que saquemos” (p. 42). La presente es una investigación aplicada, porque los fines perseguidos son directos e inmediatos.

El mismo autor establece que “en los diseños de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo” (p.67). Por lo tanto, esta investigación corresponde a un estudio de campo, ya que los datos obtenidos provendrán directamente de la utilización del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.

López, I. (2002) <sup>13</sup>, comenta en su libro “Metodología de la Investigación”, que según el tipo de diseño, la presente investigación sería de tipo No Experimental, ya que se realiza sin manipular variables, solo observando fenómenos existentes, que no son provocados intencionalmente (pág. 9).

De acuerdo al uso del tiempo, la investigación se clasifica en una de tipo de transversal, porque según lo expresa Sabino (2000) se aplicará en un momento determinado, sin estudios previos ni a posterior.

### 5.2. Diseño de la Investigación

Es una investigación descriptiva, por cuanto se describen detalladamente los resultados de la utilización del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión

5.01 luego de analizar en él las condiciones de rendimiento acústico de los audífonos de los pacientes adultos mayores.

### 5.3. Grupo en Estudio

La población según Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003)<sup>9</sup>, es el “conjunto de todos los casos que concuerden con determinadas especificaciones” (p.304). La población objeto de estudio estuvo conformada por los audífonos entregados a los adultos mayores, durante los meses de Febrero a Julio de 2012, que asisten al Servicio de ORL y Audiología perteneciente al Centro de Salud Pública de la Ciudad de Santiago. Para la muestra se mantuvieron los criterios de edad (sólo adultos mayores), que ya contaran con confirmación diagnóstica de hipoacusia y que tuvieran equipamiento de audífonos otorgados por el Plan GES en la Institución.

### 5.4. Muestra

López Bravo (2002) explica que la muestra “es una parte o sub conjunto de la población. Es un conjunto de unidades extraídas del universo para conocer una o más características. Si se diseña bajo ciertos principios probabilísticos permitirá la generalización de los resultados al universo de origen”. El tipo de muestra de esta investigación fue probabilística, que según Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003), se refiere a aquella en la que “todos los elementos de ésta tienen la misma posibilidad de ser elegidos” (p.305), y además estratificada porque “la población se divide en segmentos y selecciona una muestra para cada segmento” (p.312). También estuvo conformada por un total de 30 adultos mayores usuarios de audífonos (se manejó esta cantidad por ser un número estadísticamente representativo, además de la dificultad para reunir mayor número de pacientes). Estos adultos mayores asistieron al Servicio de ORL y de Audiología perteneciente a una Institución de Salud Pública de la ciudad de Santiago, y debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

1. Que sean sólo adultos mayores (personas mayores de 65 años o más)
2. De ambos géneros (femenino o masculino)
3. Que ya cuenten con confirmación diagnóstica de hipoacusia
4. Que cuenten con equipamiento de audífonos otorgados por el Plan GES en la Institución de Salud Pública de Santiago.
5. Que les hayan sido entregados los audífonos entre los meses de Febrero y Julio de 2012.

#### 5.5. Unidad de Análisis o de Estudio

La unidad de análisis fue cada audífono entregado a adultos mayores a través del Plan de Garantías Explícitas de Salud audífonos que asisten a un Servicio de ORL y de Audiología perteneciente a una Institución de Salud Pública de la ciudad de Santiago.

#### 5.6. Procedimiento del Muestreo

En primer lugar se seleccionó un Servicio de ORL y de Audiología perteneciente al Servicio de Salud Pública de la ciudad de Santiago, debido a que hace entregas de ayudas auditivas a través del Plan de Garantías Explícitas de Salud. Para realizar el muestreo, se extrajeron las unidades muestrales de una lista de pacientes proporcionada por el Servicio de Audiología y se estratificaron de acuerdo a su edad en adultos mayores (personas mayores de 65 años o más), género, confirmación diagnóstica de hipoacusia y equipamiento de audífonos.

#### 5.7. Técnica de Recolección de Datos

Sabino (2000) afirma que los datos primarios son aquellos que “son recolectados directamente de la realidad por el investigador” (p.100), lo cual concordaría con los datos de la presente investigación, que fueron obtenidos del

análisis del rendimiento acústico de los audífonos de los adultos mayores que asisten a un Servicio de ORL y de Audiología perteneciente a una Institución de Salud Pública de la ciudad de Santiago.

## 5.8. Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizó la anamnesis audiológica de los pacientes adultos mayores usuarios de audífonos que fueron entregados a través del Plan GES en un Centro de Audiología perteneciente al Servicio de Salud Pública. Luego, se utilizó la ficha técnica de los audífonos que utilizaban los pacientes adultos mayores del Centro de Audiología, la cual fue estrictamente necesaria para la comprobación del rendimiento acústico de los audífonos según las especificaciones técnicas del fabricante y según las necesidades auditivas de los pacientes. Además se utilizaron los resultados arrojados por el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01, el cual contiene la información objetiva del rendimiento de los audífonos.

## 5.9. Procedimiento de Recolección de Datos

### 5.9.1. Primera Parte

En esta primera fase se realizó la revisión bibliográfica pertinente para obtener información acerca de los principios teóricos de la fisiología y fisiopatología de la audición, audífonos y la adaptación audioprotésica, el Plan GES en su apartado relativo a la hipoacusia en adultos mayores y el estudio del Manual de Utilización del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01, haciéndose una revisión detallada del contenido del Manual de Operaciones, para determinar si podía ser utilizado para la medición objetiva de las condiciones de rendimiento acústico de los audífonos entregados a través del Plan GES a adultos mayores que asisten a un Servicio de ORL y de Audiología perteneciente a una Institución de Salud Pública de la ciudad de Santiago.

### 5.9.2. Segunda Parte

Se solicitó autorización a las autoridades del Servicio de ORL y de Audiología para llevar a cabo esta investigación, lo cual incluyó visitas al centro, revisión de historias médicas y audiológicas de los usuarios de audífonos entregados por el Plan GES, petición de las fichas técnicas de los audífonos, entre otras cosas.

Se identificaron los usuarios de audífonos más recientes de acuerdo a la nómina del Servicio de ORL y de Audiología.

Se obtuvieron las fichas técnicas según la marca y modelo de los audífonos para realizar a posterior la comparación de los parámetros acústicos de los aparatos auditivos y la evaluación mediante el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.

Se estudiaron los 30 audífonos con el FP35, y posteriormente se realizó el análisis de los resultados para elaborar las conclusiones y recomendaciones acerca de la utilización del Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01 como instrumento de medición objetivo de las condiciones de rendimiento acústico de los audífonos de adultos mayores que fueron entregados a través del Plan GES en el Servicio de Audiología de la institución de salud pública.

## VI. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

La cantidad final de unidades de análisis, que en el caso de nuestro trabajo fue de 30 audífonos, tuvo que ser ajustada en el transcurso del desarrollo de la investigación, debido a las reiteradas inasistencias de muchos de los adultos mayores al Servicio de Audiología del Centro de Salud Pública, ya que inicialmente la intención era analizar un número mayor a 30.

Según los objetivos planteados en la presente investigación, presentamos el siguiente análisis:

Objetivo específico N° 1:

Medir el parámetro de salida máxima según la Norma IEC\* de los audífonos entregados a los adultos mayores a través del Plan GES, utilizando el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.

Para este parámetro, los audífonos analizados fueron en total 30, de los cuales 10 correspondían a la marca Bernafon Modelo XTREME 121 BTE, y los otros 20 a la marca Resound Modelo IN1CPX BTE. La ficha técnica de estos modelos, provee la información que trae el audífono de fábrica, de la cual se analizó específicamente la relacionada al parámetro de salida máxima a 90 dB. SPL, IEC\*, que es definida como la suma en dB. SPL aplicada sobre el micrófono del audífono, más la ganancia acústica provista por el audífono.

El análisis de este parámetro fue hecho en el Analizador FP35, tomando como referencia la curva OSPL 90 producto de un barrido de frecuencia tomada a 90 dB. OSPL.

Los resultados de la comparación del valor del parámetro de salida máxima de cada modelo de audífono según su fabricante (marca) versus el arrojado por el Analizador de Audífonos FP35, se muestra en las siguientes tablas:

**TABLA N°1**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE SALIDA 90 dB. OSPL DEL AUDÍFONO BERNAFON XTREME 121 BTE Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

Nº de Audífono Bernafon XTREME 121 BTE	Salida Máx. 90 dB OSPL según fabricante Norma IEC*	Salida Máx. 90 dB OSPL según FP35 Norma IEC*	% de Correspondencia
1	140 dB. SPL	139,5 dB. SPL	99,64%
2	140dB. SPL	140,0dB. SPL	100%
3	140dB. SPL	139,9 dB. SPL	99,92%
4	140dB. SPL	139,7 dB. SPL	99,78%
5	140dB. SPL	139,9 dB. SPL	99,92%
6	140dB. SPL	140,0dB. SPL	100%
7	140dB. SPL	139,9 dB. SPL	99,92%
8	140dB. SPL	140,0 dB. SPL	100%
9	140dB. SPL	139,9 dB. SPL	99,92%
10	140dB. SPL	139,8 dB. SPL	99,85%
	Promedio total:	139,80 dB. SPL	99,89%

La tabla N°1 indica que existe un alto porcentaje de correspondencia entre el valor del parámetro de salida máxima a 90 dB. OSPL del audífono Bernafon XTREME 121 BTE, cuyo valor según lo indicado por su ficha técnica es de 140 dB. SPL, y el valor arrojado por el Analizador FP35, que en promedio fue de 139,80 dB. SPL.



**TABLA N°2**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE**  
**SALIDA 90 dB. OSPL DEL AUDÍFONO RESOUND IN1CPX BTE**  
**Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

N° de Audífono Resound Modelo IN1CPX BTE	Salida Máx. 90 OSPL según fabricante Norma IEC*	Salida Máx. 90 OSPL, según FP35 Norma IEC*	% de Correspondencia
1	141 dB. SPL	140,7 dB. SPL	99,78%
2	141 dB. SPL	140,9 dB. SPL	99,92%
3	141 dB. SPL	141,0 dB. SPL	100%
4	141 dB. SPL	141,0dB. SPL	100%
5	141 dB. SPL	140,8 dB. SPL	99,85%
6	141 dB. SPL	140,5 dB. SPL	99,64%
7	141 dB. SPL	140,6 dB. SPL	99,71%
8	141 dB. SPL	141,0 dB. SPL	100%
9	141 dB. SPL	140,9 dB. SPL	99,92%
10	141 dB. SPL	140,8 dB. SPL	99,85%
11	141 dB. SPL	140,8 dB. SPL	99,85%
12	141 dB. SPL	140,6 dB. SPL	99,71%
13	141 dB. SPL	141,0 dB. SPL	100%
14	141 dB. SPL	141,0 dB. SPL	100%
15	141 dB. SPL	141,0 dB. SPL	100%
16	141 dB. SPL	140,5 dB. SPL	99,64%
17	141 dB. SPL	140,5 dB. SPL	99,64%
18	141 dB. SPL	140,9 dB. SPL	99,92%
19	141 dB. SPL	140,6 dB. SPL	99,71%
20	141 dB. SPL	140,6 dB. SPL	99,71%
	Promedio total:	140,7 dB. SPL	99,84%

Los porcentajes de correspondencia obtenidos en esta segunda tabla, coinciden en un 99,84% con lo detectado por el analizador de audífonos FP35 para el Resound IN1CPX BTE en el parámetro de salida máxima a 90 dB. OSPL

según la Norma IEC\*, que para este modelo de audífono es de 141 dB. SPL, y el resultado reportado por el Analizador FP35 tiene un valor de 140,7 dB. SPL.

Resultado para el parámetro de salida máxima a 90 dB. OSPL: el Analizador FP35 puede dar resultados objetivos en relación a la salida máxima de los dos modelos de audífonos analizados, y coincide con lo informado por el proveedor en relación a las características del audífono según su ficha técnica.

Objetivo específico N° 2:

Medir el parámetro de ganancia máxima según la norma IEC\* con el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01, y compararlo con el indicado por el fabricante en la ficha técnica de los audífonos entregados a los adultos mayores.

La prueba de ganancia máxima del Analizador FP35, permite medir cuanta ganancia provee el audífono por encima de la respuesta no amplificada del paciente. Para ello, se midió primero la respuesta no amplificada del audífono para construir una curva de objetivo que sería utilizada como patrón de referencia. Seguidamente se midió la respuesta amplificada del audífono, y se utilizó la opción de “Prueba Automática” del Analizador FP35, la cual realiza medidas automáticas de la respuesta amplificada sin necesidad de que el operador intervenga.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

**TABLA N°3**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE**  
**GANANCIA MÁXIMA DEL AUDÍFONO BERNAFON XTREME 121 BTE**  
**Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

Nº de Audífono Bernafon XTREME 121 BTE	Ganancia Máxima en dB según fabricante Norma IEC*	Ganancia Máxima en dB según FP35 Norma IEC*	% de Correspondencia
1	53 dB.	52,2 dB.	99,49%
2	53 dB.	52,9 dB.	99,81%
3	53 dB.	53,0 dB.	100%
4	53 dB.	52,7 dB.	99,43%
5	53 dB.	52,3 dB.	98,67%
6	53 dB.	52,8 dB.	99,62%
7	53 dB.	53,0 dB.	100%
8	53 dB.	52,6 dB.	99,24%
9	53 dB.	52,4 dB.	98,86%
10	53 dB.	52,7 dB.	99,43%
	Promedio total:	52,6 dB.	99,24%

La tabla N°3 muestra claramente un alto porcentaje de correspondencia entre el valor del parámetro de ganancia máxima del audífono Bernafon XTREME 121 BTE, con valor de 53 dB. según lo indicado por su ficha técnica, y el valor arrojado por el Analizador FP35 que en promedio fue de 52,6 dB.

**TABLA N°4**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE**  
**GANANCIA MÁXIMA DE REFERENCIA DEL AUDÍFONO RESOUND IN1CPX**  
**BTE Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

Nº de Audífono Resound Modelo IN1CPX BTE	Ganancia de Referencia en dB según fabricante Norma IEC*	Ganancia de Referencia en dB según FP35 Norma IEC*	% de Correspondencia
1	81 dB.	81,0 dB.	100%
2	81 dB.	80,9 dB.	99,92%
3	81 dB.	80,7 dB.	99,62%
4	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
5	81 dB.	80,2 dB.	99,01%
6	81 dB.	80,8 dB.	99,75%
7	81 dB.	80,3 dB.	99,13%
8	81 dB.	80,1 dB.	98,88%
9	81 dB.	80,9 dB.	99,92%
10	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
11	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
12	81 dB.	80,4 dB.	99,25%
13	81 dB.	80, 9dB.	99,92%
14	81 dB.	80,7 dB.	99,62%
15	81 dB.	80,5 dB.	99,38%
16	81 dB.	80,9 dB.	98,92%
17	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
18	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
19	81 dB.	80,0 dB.	98,76%
20	81 dB.	80,2 dB.	99,01%
	Promedio total:	80,7 dB.	99,50%

La tabla N°4 expresa porcentajes que denotan que lo detectado por el analizador de audífonos FP35 coincide con lo reportado por la ficha técnica del modelo Resound IN1CPX BTE para el parámetro de ganancia máxima según la

Norma IEC\*, que para este modelo de audífono es de 81 dB. con un resultado del Analizador FP35 de 80,7 dB. en promedio.

Resultado para el parámetro de ganancia máxima dB.: el Analizador FP35 logra medir eficazmente este parámetro en los dos modelos de audífonos estudiados, dando un resultado confiable, y que además se corresponde con el declarado por el fabricante y el proveedor.

Objetivo específico N°3:

Medir el parámetro de distorsión armónica total según la norma IEC\* de los audífonos entregados a los adultos mayores a través del Plan GES, utilizando el Analizador de Audífonos Fonix FP35 Versión 5.01.

La distorsión armónica se expresa en porcentaje, y ocurre cuando el audífono recorta el pico de una señal de entrada de tonos puros, resultando en lecturas falsas de las frecuencias armónicas de la señal de entrada. Por ejemplo, puede suceder que al presentar un tono de 500 Hz., haya lecturas falsas a 1000 Hz. Generalmente las lecturas falsas más fuertes ocurren en la 2da y 3era armónica de la frecuencia.

El Analizador FP35 es capaz de medir la distorsión que ocurre en 2da y en la 3era armónica, o en ambas la cual es considerada “distorsión armónica total”.

En las siguientes tablas se muestra el porcentaje de correspondencia de la distorsión armónica según la norma IEC\* (para las frecuencias de 500 Hz./800 Hz./1600 Hz.) obtenida en cada audífono, y la presentada en la ficha técnica del fabricante:

**TABLA N°5**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE**  
**DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL DEL AUDÍFONO BERNAFON XTREME 121 BTE**  
**Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

Nº de Audífono Bernafon XTREME 121 BTE	% de Distorsión Armónica Total según fabricante Norma IEC* 500Hz/800Hz/1600Hz	% de Distorsión Armónica Total según FP35 Norma IEC* 500Hz/800Hz/1600Hz	% de Correspondencia
1	2% /1% /1%	1,8 / 0,8 /0,9	90% / 80% / 90%
2	2/1/1	1,9 / 0,7 / 0,8	95% / 70% / 80%
3	2/1/1	1,9 / 0,8 / 0,8	95% / 80% / 80%
4	2/1/1	2 / 0,9 / 0,9	100% / 90% / 90%
5	2/1/1	1,9 / 1 / 0,9	95% / 100% / 90%
6	2/1/1	1,8 / 0,9 / 0,9	90% / 90% / 90%
7	2/1/1	1,7 / 0,8 / 0,9	85% / 80% / 90%
8	2/1/1	2 / 1 / 0,9	100% / 100% / 90%
9	2/1/1	1,9 / 0,9 / 0,9	95% / 90% / 90%
10	2/1/1	1,8 / 0,8 / 0,9	90% / 80% / 90%
	Promedio total:	1,9 / 0,9 / 0,9	95% / 90% / 90%

La tabla N° 5 refleja que el porcentaje de distorsión armónica total según la Norma IEC\* para las frecuencias de 500 Hz./800 Hz./1600 Hz. según la ficha técnica del audífono Bernafon XTREME 121 BTE es de 2%/1%/1% respectivamente, lo cual concuerda con los valores arrojados por el Analizador FP35 en 95% para la frecuencia de 500 Hz., 90% para la frecuencia de 800 Hz. y 90% para la frecuencia de 1600 Hz.

**TABLA N°6**  
**PORCENTAJE DE CORRESPONDENCIA ENTRE EL PARÁMETRO DE**  
**DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL DEL AUDÍFONO RESOUND IN1CPX BTE**  
**Y EL ARROJADO POR EL FP35 PARA LA NORMA IEC\***

Nº de Audífono Resound Modelo IN1CPX BTE	% de Distorsión Armónica Total según fabricante Norma IEC* 500Hz/800Hz/1600Hz	% de Distorsión Armónica Total según FP35 Norma IEC* 500Hz/800Hz/1600Hz	% de Correspondencia
1	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,9	95% / 83% / 90%
2	2 / 0,6 / 1	2 / 0,5 / 0,8	100% / 83% / 80%
3	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,6 / 0,8	90% / 100% / 80%
4	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,9	95% / 83% / 90%
5	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,5 / 0,8	90% / 83% / 80%
6	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,4 / 0,7	95% / 66% / 70%
7	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,5 / 0,9	90% / 83% / 90%
8	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,6 / 0,9	95% / 100% / 90%
9	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,5 / 0,8	90% / 83% / 80%
10	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,6 / 0,9	90% / 00% / 90%
11	2 / 0,6 / 1	1,7 / 0,5 / 0,8	85% / 83% / 80%
12	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,8	95% / 83% / 80%
13	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,6 / 0,9	90% / 100% / 90%
14	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,8	95% / 83% / 80%
15	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,6 / 0,9	90% / 100% / 90%
16	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,8	95% / 83% / 80%
17	2 / 0,6 / 1	2 / 0,6 / 0,9	100% / 100% / 90%
18	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,5 / 0,8	95% / 83% / 80%
19	2 / 0,6 / 1	1,8 / 0,6 / 0,9	90% / 100% / 90%
20	2 / 0,6 / 1	1,9 / 0,6 / 0,9	95% / 100% / 90%
	Promedio total:	1,8 / 0,5 / 0,8	93% / 89% / 85%

La tabla N° 6 muestra que el porcentaje de distorsión armónica total para la Norma IEC\* en las frecuencias de 500 Hz./800 Hz./1600 Hz. de acuerdo a la ficha técnica del audífono RESOUND IN1CPX BTE es de 2%/0,6%/1% respectivamente, y concuerda con los valores que dio como resultado el

Analizador FP35 en un 93% para la frecuencia de 500 Hz., 89% para la frecuencia de 800 Hz. y 85% para la frecuencia de 1600 Hz.

Resultados para el parámetro de distorsión armónica total: el Analizador FP35 no solo mide la distorsión armónica total, sino que además al compararla con la ficha técnica del audífono, se asemeja en un alto porcentaje, y esto habla a favor de que los datos suministrados por el fabricante y el proveedor son confiables para este parámetro.

Objetivo específico N°4:

Determinar la correspondencia general entre el rendimiento acústico de los audífonos entregados a adultos mayores a través del Plan GES y las características acústicas proporcionadas por las fichas técnicas de los fabricantes y proveedores.

La idea de medir al menos 3 parámetros acústicos del rendimiento acústico de las dos marcas de audífonos entregados a los adultos mayores, era realizar un análisis general, que permitiera conocer las mediciones hechas por el Analizador de Audífonos Fonix FP35, y además determinar si se correspondían con las entregadas en las fichas técnicas por el fabricante, y lo ofrecido por el proveedor de dichos audífonos.

Resultado de la correspondencia general entre el rendimiento acústico de los audífonos y la información entregada por el fabricante y el proveedor: de manera general, las mediciones practicadas en los tres parámetros (salida máxima, ganancia máxima y distorsión armónica total), permiten aseverar que lo descrito en las fichas técnicas de los dos modelos de audífonos, se corresponde con estas tres características de rendimiento acústico medidas con el Analizador de Audífonos Fonix FP35, lo cual confirma que tanto el fabricante como el





proveedor de los audífonos entregan información veraz al menos para estos dos modelos de audífonos en particular.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio permite concluir, en primer lugar que pudimos conocer, aunque de manera restrictiva, el funcionamiento del Analizador de Audífonos Fonix FP35 versión 5.01, al medir el rendimiento acústico de las dos marcas de audífonos utilizadas en la presente investigación y estudiar específicamente el parámetro acústico de salida máxima a 90 dB. OSPL, el de ganancia máxima medida en dB. y el de porcentaje de distorsión armónica total según la Norma IEC\*.

Los resultados en estos tres parámetros de rendimiento acústico en específico, se correspondían con los entregados en la ficha técnica de los dos modelos de audífonos estudiados.

Se insta a otros Fonoaudiólogos a continuar con el estudio de otros parámetros de rendimiento acústico que no fueron incluidos en la presente investigación, y que permitiría ampliar aún más el conocimiento del equipo.

El escaso conocimiento previo del funcionamiento del Analizador Fonix FP35, representó una limitante para los investigadores a la hora de hacer un estudio más completo y en un solo tiempo de las características del rendimiento acústico de los audífonos. Por lo anteriormente expuesto, cabe mencionar que su uso requiere un complejo y delicado manejo de sus funciones, por lo cual se sugiere que antes de ser utilizado por cualquier profesional del área (Fonoaudiólogo, Audiólogo, Tecnólogo Médico en ORL, etc.), estén debidamente entrenados y capacitados, y de preferencia hayan pasado por un exhaustivo período de prueba antes de hacer análisis en audífonos de pacientes reales, lo cual aseguraría un mayor y mejor aprovechamiento de las funciones de medición objetiva que el equipo ofrece y evitaría su mal uso. Además se recomienda una profunda revisión de los aspectos teóricos relacionados al rendimiento acústico de



los audífonos para una mejor comprensión de los objetivos de uso del Analizador Fonix FP35.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABELLÓ, P. (2010). Presbiacusia, Exploración e Intervención. Fundación Widex. Audiología. Editorial Elsevier, España.
2. ANGULO, A.; BLANCO, J. y MATEOS, F. (2002). Audioprótesis: Teoría y Práctica. Editorial Masson, Barcelona.
3. BONAVIDA, A.; SALESA, E.; PERELLÓ, E. (2005). Tratado de Audiología. Editorial Masson. España.
4. FERRÉ, J.; MORELLO, G.; BARBERA, J.L. (2002). Factores de Riesgo Involucrados en la Presbiacusia. Acta Otorrinolaringológica España 2002, 53: 572-577.
5. FRYE ELECTRONICS, INC. (2008). Analizador de Audífonos, FONIX FP35. Manual del Operador, Ver. 5.01. USA. [www.frye.com](http://www.frye.com)
6. GIL-CARCEDO, L.M.; VALLEJO, L.A.; GIL-CARCEDO E. (2004). Otología. Editorial Panamericana, España.
7. GUÍA CLÍNICA MINSAL N° 56 Año 2007. Hipoacusia Bilateral en Personas Mayores de 65 años y más que Requieren Uso de Audífonos. Recuperado el 28 de Agosto de 2012 de <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/guiasges/hipoacusia.pdf>.
8. GÓMEZ G., O. (2006). Audiología Básica. Dirección Nacional de Divulgación Cultural de la Vicerrectoría Académica de la Universidad

Nacional de Colombia, Bogotá.

9. HERNÁNDEZ, S.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. (2003); Metodología de la investigación. 3ra Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.
10. KATZ J. (1999). Tratado de Audiología Clínica. 4ta Edición. Editorial Manole. Brasil.
11. LENHARDT, E. (1992). Práctica de la Audiometría. Alemania, Editorial Panamericana.
12. LEY N° 19.284. Establece normas para la plena integración social de personas con discapacidad.
13. LÓPEZ, I. (2002). Texto Guía de Metodología de la Investigación.
14. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile 4 de Febrero de 1994.
15. ORELLANA, V.; TORRES, P. (2003). Audífonos, Características, Selección y Adaptación. Revista Médica Clínica Las Condes. 14, 41-47.
16. PEÑALOZA, Y. (comp.) (2006). Función, Descripción y Adaptación de Auxiliares Auditivos: Guía para Médicos y Usuarios. México, DF. Trillas.
17. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Sordera y Defectos de Audición. Recuperado el 27 de Agosto de 2012 de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>

18. PASIK, Y. y Colaboradores. (2004). Audioprótesis. Enfoque Médico, Fonoaudiológico y Electroacústico. 2da Edición. Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos (MAH).
19. PEDRAZA, Z.; DELGADO, M. (2008). El Déficit de Atención en la Tercera Edad. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM* Vol. 51 N°3.
20. PEIXOTO, R.; COUTO, L. (2007). Audiologia do Envhelecimento: Revisao da Literatura e Perpetivasatuais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringología* 73 (1).
21. REGIDOR, J.C. Fisiología del Sistema Auditivo. Recuperado el 25 de Agosto de 2012 de <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC4514/AUDIO/Sistema%20Auditivo/Sistema%20Auditivo.html>.
22. RIVAS, J.A.; ARIZA, H.F. (2007). Tratado de Otología y Audiología. Editorial Amolca. Bogotá, Colombia.
23. SABINO, C. (2002). El Proceso de Investigación. Editorial PANAPO. Venezuela.
24. SUÁREZ, C.; GIL-CARCEDO, L.M.; MARCO, J.; MEDINA, J.E.; ORTEGA, P.; TRINIDAD, J. (2007). Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Editorial Panamericana. España.