

Audífonos

Características, selección y adaptación

*Viviana Orellana P. y Pamela Torres U.
Tecnólogos Médicos ORL. Audía Centro de Audiología*

Para ayudar a solucionar el problema de comunicación de una persona con pérdida auditiva es fundamental considerar que no solo necesita oír más fuerte, sino también entender lo que escucha. Como no todas las personas con pérdidas auditivas tienen el mismo problema, cada adaptación de audífonos requiere de un estudio individual y un ajuste personalizado para lograr una rehabilitación eficiente.

El objetivo de este capítulo es entregar conocimientos básicos y algunos puntos fundamentales para una correcta selección y adaptación de audífonos.

El audífono es un aparato electrónico que tiene la capacidad de amplificar los sonidos. Para ello tiene componentes que captan las ondas sonoras y las transforman en señales eléctricas, las que luego de ser modificadas son transformadas nuevamente en sonido. Su función es amplificar el sonido en un grado y de una manera tal que permita a una persona con daño auditivo utilizar su audición restante de forma efectiva.

Con el transcurso del tiempo los avances tecnológicos han permitido perfeccionar cada vez más los audífonos hasta contar con una gran gama de ellos. Estos se clasifican según la forma de conducir el sonido, su modelo, el tipo de amplificación que entregan, o según su tecnología.

1. Según la forma de conducción del sonido

Audífonos de conducción aérea: que entregan el sonido amplificado directamente al conducto auditivo externo y son los que se utilizan en la gran mayoría de los casos.

Audífonos de conducción ósea: estimulan la cóclea directamente mediante vibración ósea. El vibrador óseo generalmente va incorporado a un cintillo y se apoya en el hueso mastoideo detrás de la oreja (Figura 1). Se utilizan en casos de agenesia o atresia de conducto.

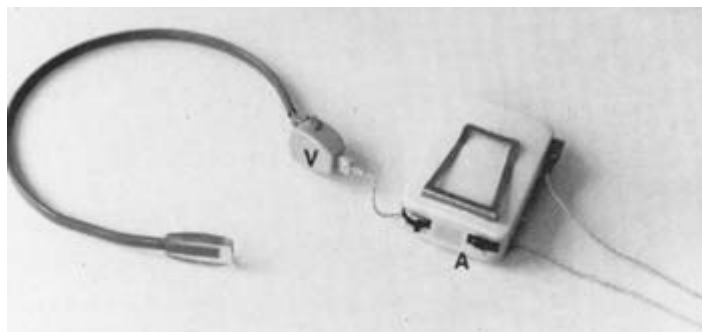


Figura 1. Audífono de conducción ósea. V=Vibrador óseo.
A=Amplificador.

2. Según su modelo

Audífono de caja

Se compone de un micrófono, un sistema amplificador y una fuente de energía relativamente voluminosos, alojados en una caja que se sujeta a la ropa. Un receptor separado se une directamente al molde auditivo por medio de un cordón flexible procedente de la caja. En su tiempo fueron de mucha utilidad por su gran capacidad de amplificación, actualmente ésta es lograda y superada por los nuevos circuitos de audífonos retroauriculares. Además de ser poco estéticos, su principal problema es que el micrófono se ubica a la altura del pecho (poco fisiológico) y se producen efectos de distorsión por el roce con la ropa (Figura 2). Ya prácticamente no se utilizan y la mayoría de las compañías no los fabrican.

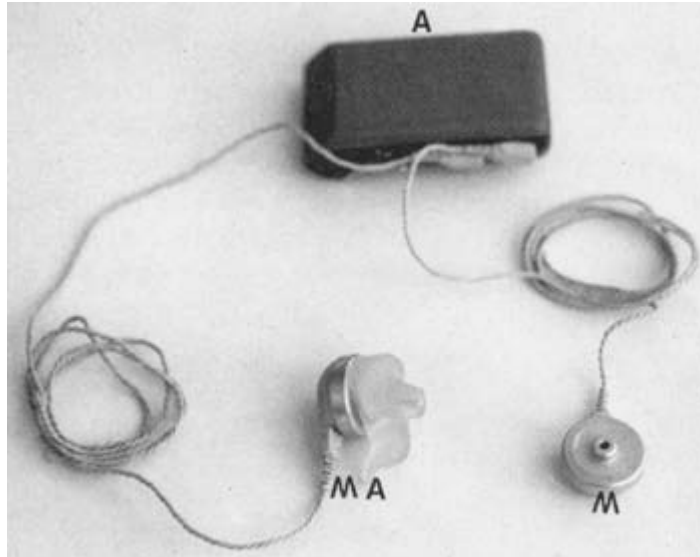


Figura 2. Audífono de caja. M = micrófono. A = amplificador. MA = molde auditivo

Audífono de gafas

En este tipo de audífonos, el micrófono, amplificador y parlante están insertos en el gancho del lente. Son útiles para amplificación binaural, pero se utilizan poco debido a la dificultad de que deben combinar la corrección óptica con el audífono (Figura 3).

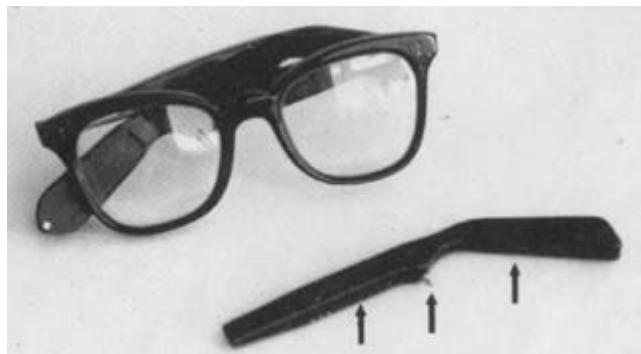


Figura 3. Audífono inserto en el gancho de las gafas (Flechas)

Audífono retroauricular

Se ubican detrás del pabellón auricular (oreja) y deben ser adaptados con moldes auditivos. Son uno de los más utilizados. Además de ser estéticamente aceptables, ofrecen una amplia selección de valores de amplificación y disponen de varias posibilidades de ajuste. Sus controles son de fácil manejo lo que los hace cómodos para personas de edad (Figura 4).

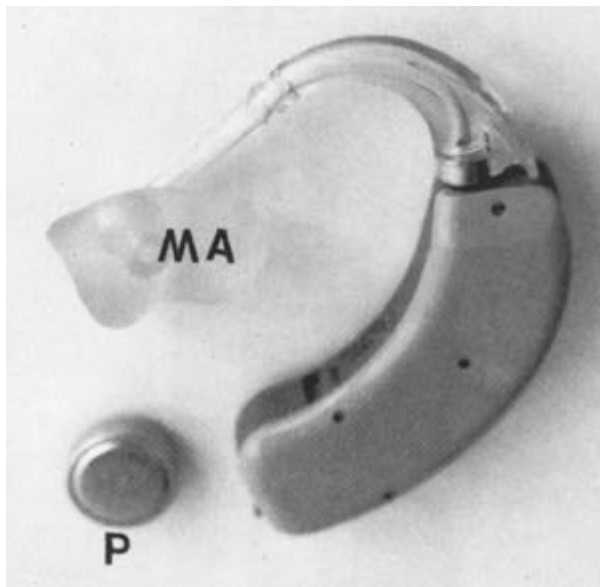


Figura 4. Audífono retroauricular con molde auditivo (MA) y pila (P).

Audífonos insertos dentro del oído

Se alojan directamente en el conducto auditivo externo. No poseen tubos exteriores, son muy livianos y se hacen a medida. Se dividen según su tamaño en intraauriculares, intracanales, y CIC (completely in the ear canal). Su principal ventaja es estética, además de tener el micrófono en la ubicación más fisiológica, lo que los hace ser muy usados. Sin embargo, no logran grandes valores de amplificación. Prácticamente no se usan en niños, debido a lo estrecho del conducto auditivo y porque éste sufre variaciones de tamaño durante el crecimiento, como el audífono requiere un "selle" a la medida del conducto, de ser usados en niños deben ser rehechos frecuentemente (Figura 5).

Los tamaños de audífonos más usados, su ubicación en el oído y su rango de amplificación están resumidos en la Figura 6.

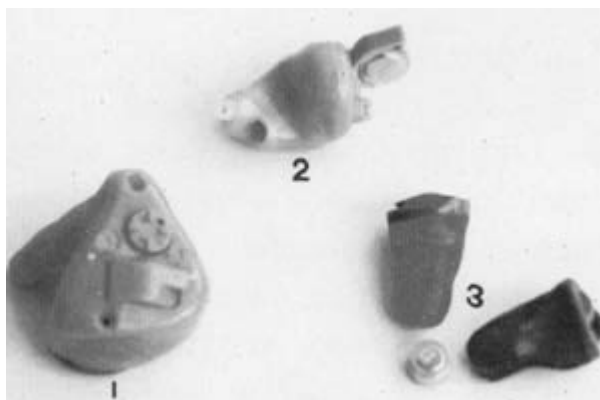


Figura 5. Audífonos insertos dentro del oído. 1 = intra-auricular, 2 = intracanal, 3 = CIC..

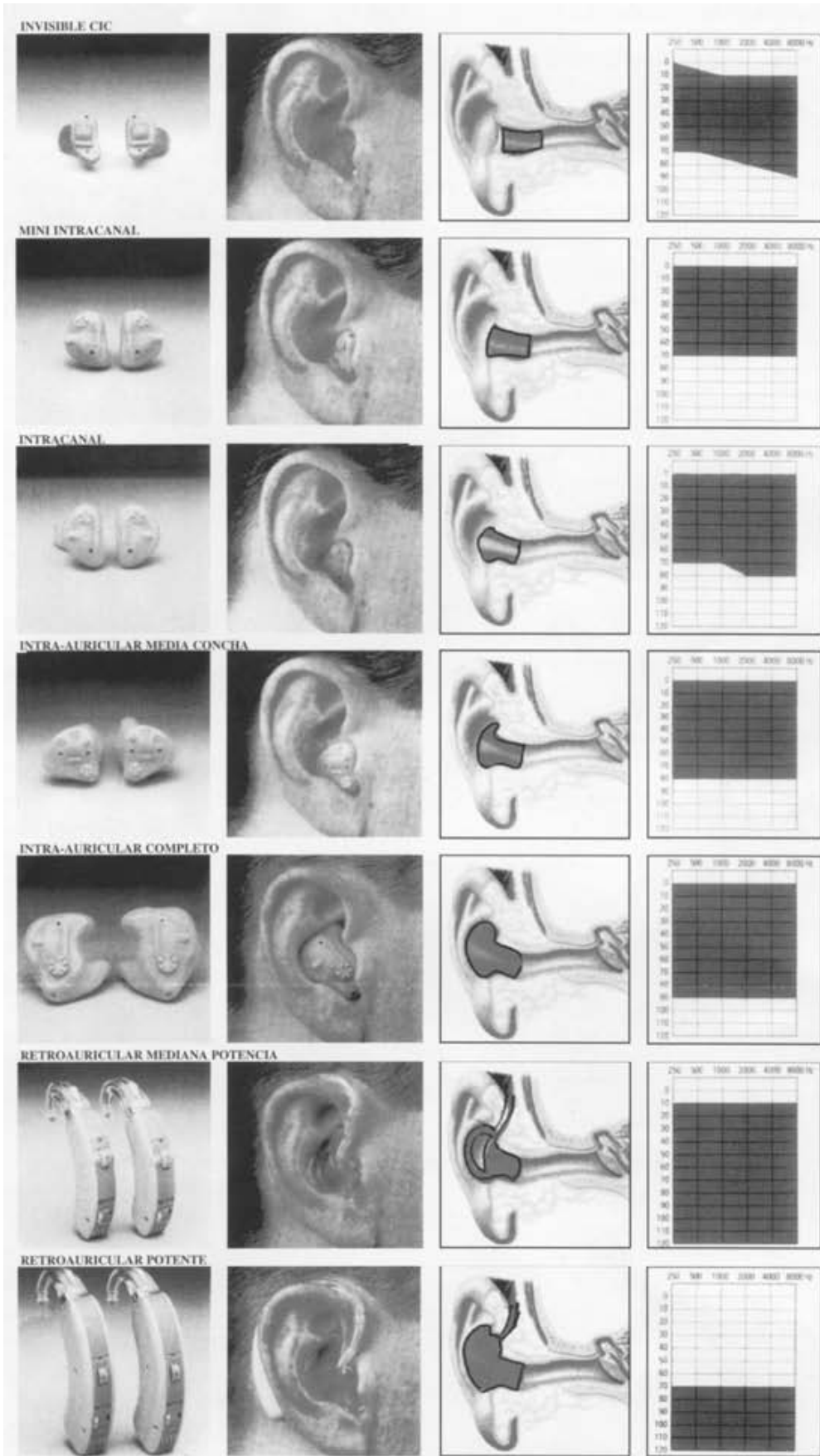


Figura 6. Audífonos más usados; ubicación en el oído y el rango de amplificación.

3. Según el tipo de amplificación que entregan Audífonos de amplificación lineal

Amplifican en una relación constante de 1:1. Por ejemplo, por cada 10 decibeles (dB) de aumento en el sonido de entrada, existen 10 dB en el sonido amplificado de salida, manteniéndose esta relación hasta el punto de saturación, que es la máxima intensidad

que el audífono puede entregar (Figura 7).

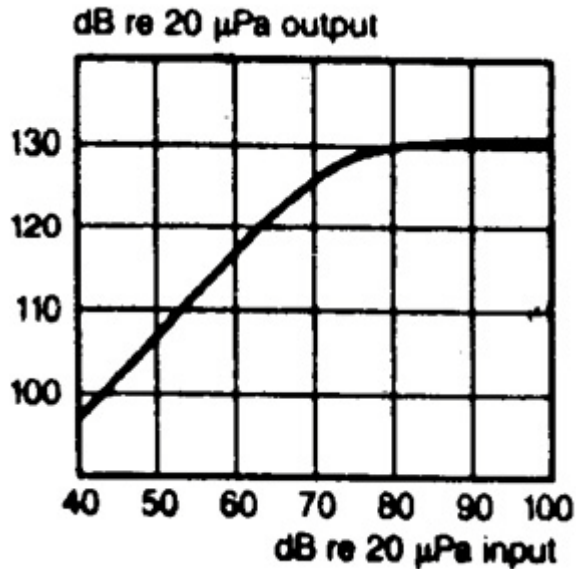


Figura 7. Amplificación lineal.

Audífonos de amplificación comprimida

Amplifican linealmente los sonidos de baja intensidad, hasta un punto de inicio de la compresión, desde el cual el audífono comienza a amplificar en menor grado. Este sistema es usado en pacientes que presentan reclutamiento, pues amplifican mucho menos los sonidos intensos para que no sean molestos (Figura 8).

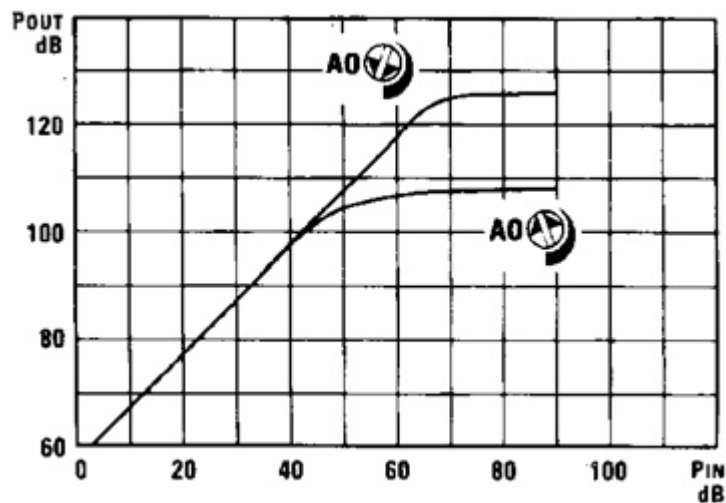


Figura 8. Amplificación comprimida

4. Según tecnología existen

A. Audífonos análogos

Se componen principalmente de un micrófono, amplificador y receptor. El procesamiento de la señal se realiza mediante cambios eléctricos y son regulados a través de controles manuales (Figura 9).

La onda sonora llega al micrófono donde es traducida en señales eléctricas. Estas pasan a un amplificador que aumenta su potencia y la modifica según los ajustes realizados en forma manual de acuerdo a los requerimientos del paciente. Luego pasan al receptor que las transforma nuevamente en ondas sonoras (Figura 9).

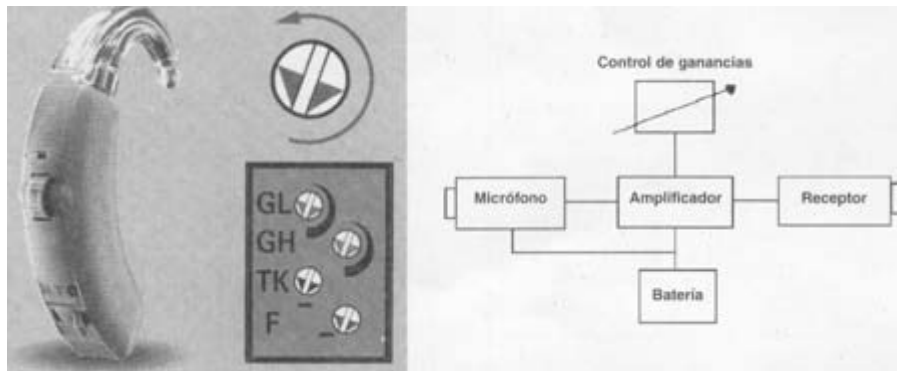


Figura 9. Audífono análogo.

B. Audífonos programables

Son muy parecidos a un audífono análogo, con la diferencia que éstos se regulan con un computador, lo que permite que el ajuste sea un poco más preciso. Además está la posibilidad de un segundo programa que permite al paciente usarlo en distintos ambientes según su necesidad.

C. Audífonos digitales

Tienen un procesador que convierte los sonidos en una señal digital (en números). Como tal, puede ajustarse en forma matemática con múltiples posibilidades de ajuste (Figura 10).

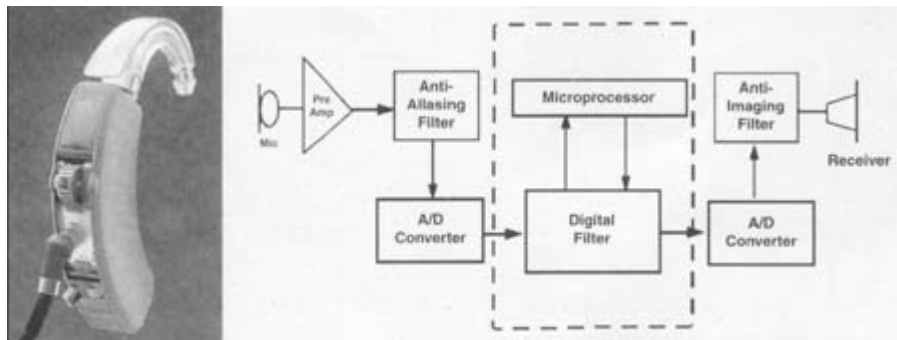


Figura 10. Audífono digital.

La señal análoga entra al sistema pasando primero por filtros, luego llega al convertidor análogo digital. Este realiza una serie de mediciones de voltaje para capturar los rápidos cambios de aumento y disminución de la señal de entrada. La magnitud de estos cambios es cuantificada, tomando una representación digital. Ya convertida en números binarios pasa al microprocesador, donde la señal se divide en canales más angostos, cada uno de los cuales tiene sus propias capacidades de precisos y múltiples ajustes. Una vez modificado según las necesidades del paciente, la señal es enviada al convertidor digital análogo y luego de ser filtrada nuevamente pasa al receptor donde se convierte en una señal sonora.

Los audífonos digitales presentan una serie de ventajas que permiten solucionar problemas que los análogos no eran capaces de resolver, éstas son:

- a. Mínima distorsión. Por lo específico del procesamiento que se realiza de la señal a través de múltiples operaciones binarias logran amplificar con mínima distorsión, obteniéndose una calidad de sonido más natural.
- b. Ajustes precisos. El procesador del sonido digital divide la señal de entrada en canales más angostos, cada uno de los cuales se regula independientemente. Esto se logra con mínima interacción entre los canales haciendo que el ajuste sea más preciso.
- c. Programas múltiples. Se pueden crear diferentes programas con regulaciones distintas. Estos pueden ser utilizados por el paciente en diversos ambientes

según sus necesidades, oprimiendo un botón que permite pasar de un programa a otro.

- d. Amplificación dinámica. La amplificación, en forma automática, varía en forma dinámica de acuerdo a los cambios en la señal de entrada. Esto permite que los sonidos débiles, medios y altos sean amplificados de tal manera que se logre en todo momento un sonido confortable y natural.
- e. Procesamiento diferencial de la señal de la voz. Los audífonos digitales analizan la amplitud, espectro y patrón de modulación temporal de la señal en cada una de las bandas, determinando si ésta es dominada por la voz o por el ruido, para así suprimir óptimamente el ruido y realzar la voz.
- f. Selección de micrófonos. Los audífonos digitales, según el ambiente en que se encuentre el paciente, permiten optar entre la activación de un micrófono omnidireccional (que capta la señal proveniente de todas las direcciones), o direccional (que es más sensible a los sonidos provenientes del frente).
- g. Bajo ruido de circuito. Permiten modificar el nivel de expansión, que es el grado de amplificación de los sonidos débiles. Esto se traduce en una reducción de la amplificación del ruido del micrófono interno y del amplificador del audífono. Esto ayuda a pacientes que por su pérdida auditiva alcanzan a oír el ruido del circuito en ambientes silenciosos.
- h. Múltiples bandas de compresión. Esto permite que frente a un sonido de alta intensidad de una frecuencia específica, se logre comprimir solamente esa área frecuencial, sin alterar la ganancia de otros sonidos, los que permanecen audibles.
- i. Amplio rango de compresión dinámica. Según las variaciones de la señal de entrada, se pueden ajustar independientemente varios parámetros de la compresión de cada canal. Por ejemplo ajustar la razón de compresión y las constantes de tiempo, lo que nos permite tener gran flexibilidad y especificidad en el ajuste de la compresión.
- j. Estrategias de reducción del *feedback*. El sistema de supresión de feedback del audífono analiza la señal de entrada de manera continua en busca de *feedback*, cuando éste es detectado, se envía una señal de fase contraria para eliminarlo.

Los audífonos además de diferir en su modelo y tecnología poseen distintas características electroacústicas las que son fundamentales de conocer y verificar para una correcta selección del audífono a adaptar, siendo las más utilizadas el SSPL90, Full On Gain y Respuesta de frecuencias.

SSPL90 es la salida máxima de presión de sonido por frecuencia de un audífono, estando éste con sus regulaciones al máximo, y presentando una señal sonora de 90 dBSPL. Es importante conocer este valor pues el máximo no debería exceder el umbral de incomodidad para el paciente. A la inversa, una capacidad de salida baja no logrará compensar una pérdida de audición muy grande. Full On Gain es una medida de cuanto está amplificada la señal de entrada en cada frecuencia. Se usa generalmente una entrada de sonido de 50 dBSPL o 60 dBSPL con los controles del audífono al máximo. Este valor es esencial, ya que debe cubrir la ganancia que necesitamos para un paciente determinado. Es así que una ganancia excesiva puede producir molestia, o lo que es peor, daño auditivo. Por el contrario, una ganancia muy baja no nos ayudará a mejorar en forma óptima la audición del paciente.

La Respuesta de Frecuencia es la ganancia alcanzada por el audífono en cada frecuencia con una señal de entrada de 50 dBSPL o 60 dBSPL y con el control de volumen del audífono en un nivel de referencia. Esto nos permite determinar el rango frecuencial en que el audífono amplificará efectivamente. Conocer estos valores es de vital importancia ya que la finalidad de la adaptación de un audífono es mejorar la audición y la discriminación del lenguaje. Como sabemos, el espectro del lenguaje tiene características típicas de energía e intensidad para cada frecuencia. Luego de seleccionar el audífono adecuado debemos tomar en cuenta los factores que pueden influir en la percepción del sonido ya amplificado. Por ejemplo la frecuencia de resonancia del conducto auditivo externo; los efectos producidos por el molde y las variaciones individuales del procesamiento central del sonido en el paciente. Esta percepción particular del sonido es llamada Ganancia Real, y se puede medir a través de dos métodos:

1. Midiendo la Ganancia de Inserción, que es el aumento de presión sonora a nivel del tímpano con el audífono funcionando en comparación con el nivel de presión sonora que llega sin el audífono. Esta se puede obtener por medición directa en un paciente utilizando un micrófono en el conducto auditivo externo. Este método es poco utilizado dado que es engorroso y poco práctico.
2. Midiendo la Ganancia Funcional, la cual se mide comparando los umbrales auditivos por frecuencia obtenidos en audiometrías a campo libre con y sin el audífono. Esto nos da una medición del sonido percibido efectivamente por el paciente. Este método es el más utilizado por su efectividad y facilidad de procedimiento.

Como hemos visto hasta el momento, la adaptación y selección del audífono es un proceso específico e individual. El audífono debe ser adaptado a la medida. En el caso de un audífono tipo canal este es fabricado de acuerdo a la forma del conducto auditivo externo. Por otra parte, un modelo retroauricular requiere de un molde auditivo hecho a medida. Este molde puede ser de acrílico o de silicona (material blando), el que es muy utilizado en niños para evitar daños por golpes y erosiones en la piel. El molde auditivo puede ser de diferentes formas y puede ser modificado según los requerimientos acústicos del paciente. Existen moldes ocluyentes o cerrados, los cuales ocupan completamente el conducto auditivo externo y toda o parte de la concha auricular proporcionando un buen selle acústico.

Los moldes no ocluyentes o abiertos dan una mínima oclusión al conducto auditivo externo sin bloquear el paso natural del sonido hacia el tímpano, permitiendo una adecuada ventilación del conducto, por lo que se utilizan en perforaciones timpánicas y otitis externas crónicas (Figura 11).

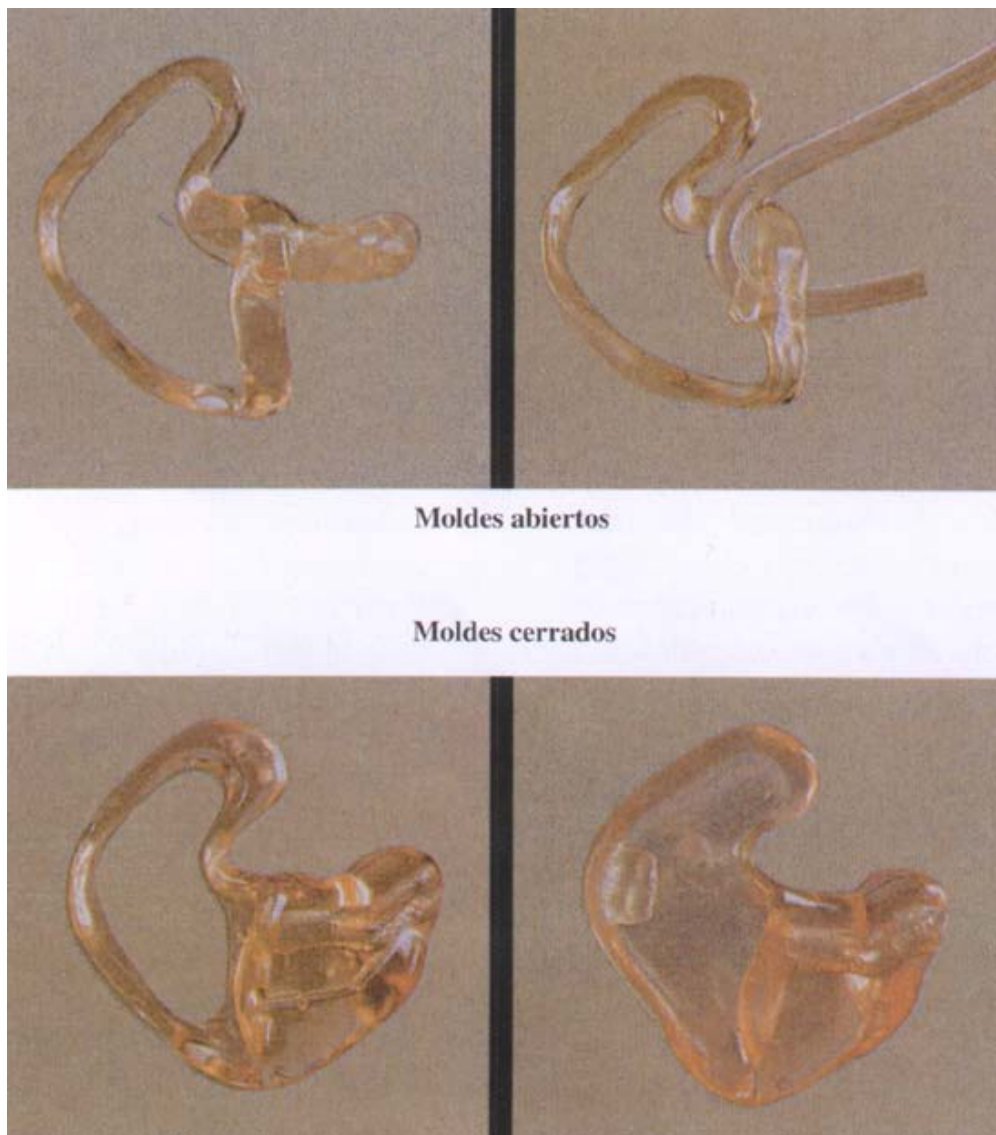


Figura 11. Tipos de moldes

Dependiendo del tipo de pérdida auditiva y requerimientos acústicos del paciente se pueden realizar diferentes modificaciones en los moldes las que tienen distintos efectos sobre la respuesta de frecuencia y calidad del sonido del audífono. Estas pueden ser en frecuencias graves, medias y agudas (Figura 12).

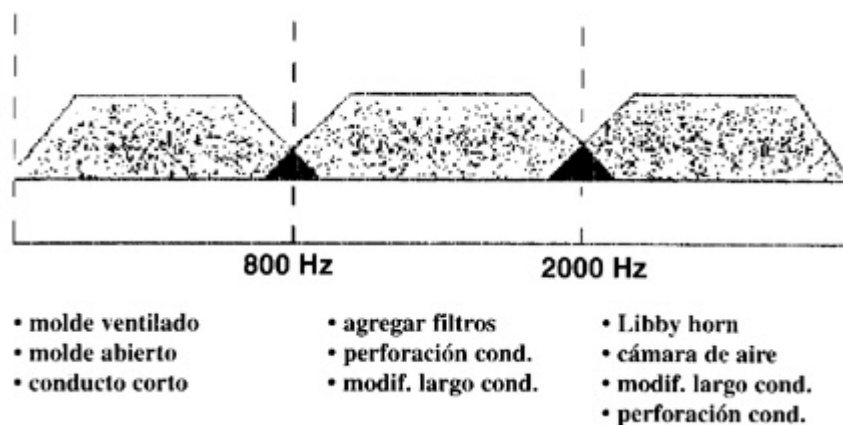


Figura 12. Modificaciones en los moldes y su efecto en la frecuencia.

Existen varios criterios que se deben considerar para definir la necesidad de cuando adaptar o no un audífono.

Se debe amplificar cuando:

No existe tratamiento médico ni quirúrgico, o en espera de éste.

Hipoacusias mayores de 25 dB en 1000 y 2000 Hertz.

Hipoacusia menor o igual a 25 dB en el oído mejor y mayor de 30 dB en el oído peor.

En toda hipoacusia bilateral mayor de 30 dB.

Cuando el paciente desee usar amplificación.

Siguiendo estos criterios generales tenemos que decidir ahora cual oído amplificar. Debe tenerse en cuenta que se debe adaptar en lo posible, ambos oídos (si así se requiere), pues la audición binaural entrega una serie de beneficios como por ejemplo:

Estereofonía.

Una mejor comprensión del lenguaje.

Una calidad de sonido más suave y natural.

Un campo de audición más amplio.

Una reducción de los ruidos molestos.

Un mayor confort de audición.

Mayor seguridad.

Menor estrés.

En el caso de una adaptación monoaural debemos elegir:

El oído peor, si el mejor tiene una hipoacusia menor o igual a 40 dB.

El oído mejor en hipoacusias asimétricas mayores de 50 dB.

El oído con mejor discriminación.

El oído con mayor rango dinámico.

El oído con mayor gap óseo-aéreo.

El oído de acuerdo a la comodidad del paciente.

Existen además otros equipos de amplificación que en conjunto con el audífono permiten superar algunas dificultades que se producen en ciertos ambientes. Un ejemplo de esto es el problema que se presenta en las salas de clases a los estudiantes con problemas de audición. Las condiciones acústicas de éstas no acostumbran a ser las mejores y el audífono no sólo amplifica la voz del profesor sino que también el ruido ambiente, lo que dificulta la comprensión del lenguaje. Mediciones de ruido ambiental en salas de clases han demostrado que el nivel típico es de unos 60 dB. Para que el estudiante reciba la voz del profesor ésta debe ser 15 a 20 dB más intensa que el nivel del ambiente. Otro factor importante es la distancia entre el profesor y el alumno. Además existe el problema de la reverberación del sonido que se refleja en las paredes, el techo y el suelo de la sala. Estos ecos son causa de confusión para una persona oyente, y obviamente de más del doble de confusión para una persona con daño auditivo.

Para contribuir a solucionar estos problemas, idealmente las salas de clases deberían ser tratadas acústicamente, y la distancia entre el profesor y el alumno debería ser controlada.

El uso de un sistema personal de frecuencia modulada proporciona una transmisión directa desde el emisor empleado por el profesor al receptor usado por el alumno. El receptor del alumno generalmente se acopla al audífono por medio de cables, sistema loop inalámbrico o simplemente por un sistema de bota conectada al audífono. El

emisor usado por el profesor tiene un micrófono el cual está ubicado debajo de la barbilla a una distancia de la boca de 15 centímetros. Todo el sistema ayuda a aumentar la relación señal/ruido de 5 a 20 dB, y la voz del profesor no estará nunca a más de 15 a 20 centímetros de distancia del estudiante.

Esta transmisión directa de la voz del profesor a los estudiantes soluciona el problema de la distancia y supera las dificultades debidas al ruido de fondo y la reverberación.

Bibliografía

1. Schweitzer C. *Hearing Aids. The Hearing Journal Special Section 1998; 51: 1-50.*
2. Lybarger SF. *Earmolds. En Handbook of Clinical Audiology. Katz J. (ed). Williams and Wilkins Co. Baltimore, 1985; 885-910.*
3. Pascoe D. *Hearing Aid Evaluation. En Handbook of Clinical Audiology. Katz J. (ed). Williams and Wilkins Co. Baltimore 1985; 936-48.*
4. Bess FH, Sinclair S. *Amplification Systems used in Education. En Handbook of Clinical Audiology. Katz J. (ed). Williams and Wilkins Co. Baltimore 1985; 970-88.*
5. Margolis RH. *Audiology Clinical Protocols. 1997; 2: 71-104.*
6. Berger KW. *The Hearing Aid. Published by: The National Hearing Aid Society, Livonia Michigan, 1984.*