

La amplificación en la deficiencia auditiva

Serie Guías

CENTRO NACIONAL DE RECURSOS
PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL





MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
DIRECCION GENERAL DE RENOVACION PEDAGOGICA

LA AMPLIFICACION EN LA DEFICIENCIA AUDITIVA

Equipos colectivos
Equipos individuales



SERIE GUIAS - N.º 5

Departamento de Deficiencia Auditiva y Lenguaje, C. N. R. E. E

L. Alberto Sánchez Riesco

Coordinación de la Publicación:

*Departamento de Diseño, Promoción, Información y
Difusión*

Diseño de maqueta, portada e ilustraciones

María Teresa Martín

Indice

• Presentación	5
• La amplificación del sonido	7
Modificación cuantitativa del sonido (intensidad)	10
Modificación cualitativa del sonido (frecuencia)	13
• Apoyos vibrotáctiles y visuales	17
La estimulación vibrotáctil.....	18
Estimulación visual	23
Informática y análisis de la voz	24
• Los equipos colectivos de amplificación	27
Características y manejo del equipo	32
• Los equipos individuales de amplificación	37
Características y manejo del equipo individual	38
• Presente y futuro de las ayudas técnicas	45
• CONCLUSIONES	49
• VOCABULARIO	51

Presentación

Como habíamos adelantado en la Guía IV sobre equipos individuales de FM, esta V Guía tiene como objetivo ofrecer una breve información sobre algunas ayudas técnicas utilizadas en nuestros Centros con niños deficientes auditivos.

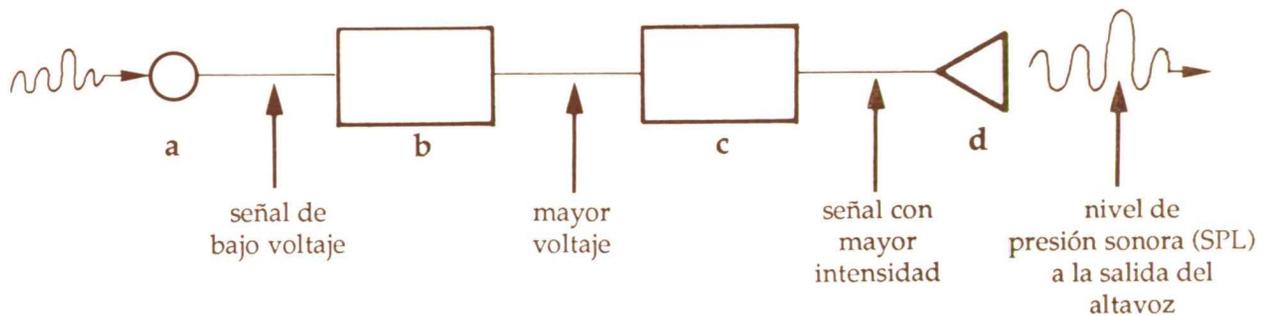
Los destinatarios son profesores o logopedas que están iniciando su trabajo con estos niños y por tanto demandaban una información inicial sobre algunos aspectos básicos relativos a la amplificación y utilización de algunos aparatos destinados a este fin. Las pretensiones de esta guía no son, por tanto, ahondar ni ampliar los conocimientos de tantos profesionales que ya desde hace tiempo se dedican a esta interesante tarea con niños deficientes auditivos.

Nuestra intención con esta guía ha sido por tanto, al hilo de unas breves consideraciones audiológicas, ofrecer una **guía de utilización** de los equipos de amplificación para deficientes auditivos que ya se encuentran en los Centros educativos.

La amplificación del sonido

Un equipo especial de amplificación aplica básicamente los principios de la electroacústica e incorpora características especiales que se derivan de las características del destinatario: el niño con déficit auditivo.

Esquema de un amplificador



- a) Micrófono
- b) Preamplificador
- c) Amplificador
- d) Altavoz

- a) En esencia un **micrófono** dispone de una membrana que vibra según la onda sonora que le llega. Esta onda sonora captada por la membrana accede a un sistema (hay varios sistemas en el mercado) incorporado al micrófono que transforma la vibración mecánica en variaciones de tensión eléctrica.

Un micrófono **transforma** pues la vibración sonora en energía eléctrica.

Cualidades de un micrófono:
fidelidad
sensibilidad
direccionalidad

El micrófono es un elemento importante en el equipo de amplificación. Al ser el elemento del equipo que recoge la señal acústica, será su fidelidad la que condicionará el resultado final que salga por el altavoz. Precisamente esta cualidad de ser “fiel” en su función de transformar la vibración sonora en corriente eléctrica es una de las características valorables de un micrófono: su fidelidad. Que un micrófono traduzca mayor o menor presión sonora en corriente eléctrica es otra de sus características: la **sensibilidad**. Y por último, la mayor o menor capacidad del micrófono para recoger ondas sonoras de todas las direcciones o preferentemente de una de ellas es lo que se conoce como **direccionalidad**.

Es importante tener en cuenta que el mejor micrófono es aquél que más se ajuste a las características de la sala, nivel de ruidos y destino del equipo de amplificación. Una sala ruidosa precisará micrófonos menos sensibles y más direccionales.

Como consejo práctico: antes de utilizar por primera vez un equipo conviene probarlo uno mismo y ajustar la intensidad de la voz y la distancia boca-micrófono hasta conseguir la calidad de sonido apetecida: No estaría de más que la prueba ante el micrófono la hiciera también otra persona y nosotros juzgáramos el resultado escuchando por los auriculares.

- b) La energía eléctrica procedente del micrófono es de muy pequeño voltaje. Dicha corriente accede a un **preamplificador** que consigue **eleva la tensión** de la corriente eléctrica procedente del micrófono.
- c) La corriente eléctrica con suficiente voltaje accede a continuación al **amplificador** donde ganará en intensidad. Este amplificador por tanto incrementa la potencia de la corriente eléctrica, **augmentando su intensidad**.

Si por una parte todo equipo tiene limitaciones técnicas para amplificar el sonido, por otra parte, el oído humano sólo acepta sonidos amplificados hasta un límite determinado.

El oído humano tiene formas de protegerse de sonidos que podrían dañar el delicado sistema del oído interno. Es el caso del llamado reflejo estapedial (músculo del estribo) y del músculo tensor del tímpano por un lado, y por otro, las deformaciones de la membrana basilar del oído interno. Parecen ser dos sistemas de protección complementarios que pudieran corresponder a cualidades del sonido como son la intensidad y la tonalidad respectivamente.

Muchas sorderas neurosensoriales tienen alterado el umbral doloroso (recruitment) y, por tanto, son más susceptibles de padecer sensaciones auditivas dolorosas que el oído sano. **Si la amplificación es suficiente ésta resulta de gran ayuda, si es excesiva es una molestia permanente.** (Consultar Guía I).

¿Cómo controlar la **intensidad** en un amplificador frente a variaciones inevitables de nuestra propia voz o frente a ruidos imprevistos, para no producir molestias? ¿Cómo lograr que la señal que sale del amplificador esté adaptada a la curva de **tono** más idónea de cada pérdida auditiva?

Intensidad y tonalidad son dos parámetros del sonido que el equipo tendría que poder modificar y adaptar a las necesidades de la deficiencia auditiva concreta. ¿Es esto posible? Veremos más adelante en qué medida lo es.

- d) El **altavoz** tiene como función traducir la señal eléctrica en acústica. Es decir, el proceso inverso al del micrófono.

De hecho, y en líneas generales, su funcionamiento es similar, pero a la inversa.

La calidad de los altavoces es importante para el resultado final. Los aficionados a escuchar cadenas de alta fidelidad saben que unos malos altavoces convierten en mediocre un equipo de calidad.

El buen rendimiento del altavoz en estos equipos destinados a deficientes auditivos depende de dos factores fundamentalmente: la propia calidad de los mismos y las condiciones acústicas del medio en el que dichos altavoces vierten el sonido.

Aceptado que se debe disponer de unos altavoces de buena calidad, nos interesa fijarnos en el segundo factor que incide en el resultado final: las condiciones del medio.

En el caso de los audífonos este detalle es fundamental por cuanto la mala adaptación del altavoz al conducto auditivo produce bajo rendimiento y pitidos molestos, debido al efecto Larsen (Consultar Guía II: "Prótesis auditivas").

En cuanto a los equipos especiales de amplificación para entrenamiento auditivo, los altavoces pueden estar en campo libre o ajustados al pabellón auricular mediante los auriculares. Al incidir la pre-

sión sonora del auricular sobre un espacio muy pequeño como es el comprendido entre el propio auricular y el tímpano, la presión sonora se manifiesta mucho más eficaz. En el caso del audífono, se consigue un ajuste mucho más perfecto al conducto auditivo, con lo que la eficacia es mucho mayor aún.

Cuanto mejor se adapten los auriculares al propio pabellón auricular del individuo, mayor eficacia sonora y menores molestias del ruido ambiente padecerá.

Antes de colocar los auriculares se ha de procurar hacerlo en situación correcta: el derecho suele señalarse con color rojo, pero en todo caso fijarse en la inicial R (del inglés right-derecho) con que suele identificarse. El izquierdo corresponde al color azul, pero sobre todo llevará la inicial L (left-izquierda).

Los auriculares deben disponer de material acolchado que ajuste en el pabellón auricular y suficientemente grande como para abarcar y cubrir la oreja. Si no cierra o ajusta bien habrá muchas interferencias del ruido externo que enmascaran la audición y también impedirán sobrepasar cierto volumen porque se acoplarán con el micrófono y pitarán.

Modificación cuantitativa del sonido (intensidad)

El sonido no puede ser amplificado hasta el infinito. Existe, como ya hemos dicho, un umbral doloroso tanto para oyentes como para deficientes auditivos. Por tanto, los aparatos de amplificación deben estar ajustados a la persona que lo utiliza, de tal manera que amplifiquen lo suficiente para compensar la pérdida y no más de lo que fisiológicamente permita su umbral doloroso. En resumen: existe un campo o margen comprendido entre la curva que nos indica a qué intensidad se empieza a oír (umbral auditivo) y la que nos indica a qué intensidad el sonido empieza a ser molesto (umbral doloroso). Este campo o margen se llama **campo dinámico** o restos auditivos (consultar Guía I: “La Deficiencia Auditiva”).

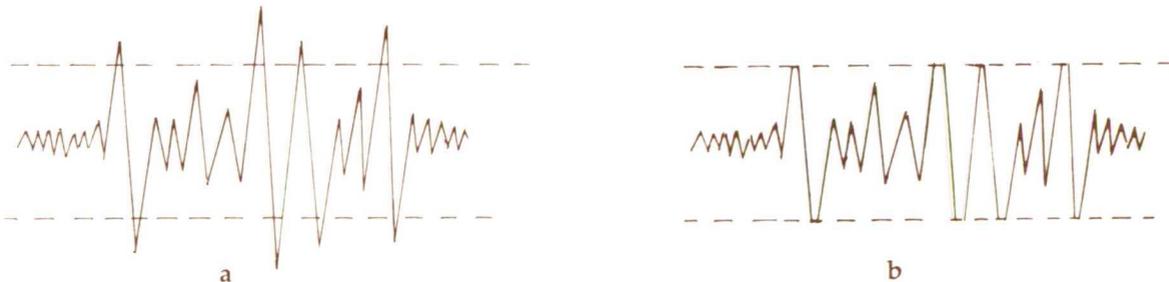
Nota: En los equipos de amplificadores es el logopeda quien ajusta y adapta la salida del sonido a las características del niño concreto. En el caso de los audífonos la adaptación debe estar hecha por el audioprotesista.

Cuando este campo dinámico es pequeño, resulta peligroso, o cuando menos molesto, sobrepasar dicho umbral doloroso.

Parecería sencilla la solución: que la salida del amplificador (bien sea audifono o equipo de mesa) no sobrepase los valores establecidos. Pero, con una ganancia fija del amplificador, la salida que se obtiene depende también de la entrada. ¿Cómo conseguir que los ruidos ambientales, o nuestra propia voz, tengan una intensidad más o menos uniforme y lograr que el nivel de presión sonora del altavoz no tenga picos de intensidad que sobrepasen el umbral de incomodidad? Para ello, se idearon **controles automáticos** que el mismo amplificador posee y que tratan de evitar este inconveniente.

Hay fundamentalmente **tres formas de control automático**. Cada casa comercial incorpora uno u otro a sus equipos según su criterio o calidad del producto.

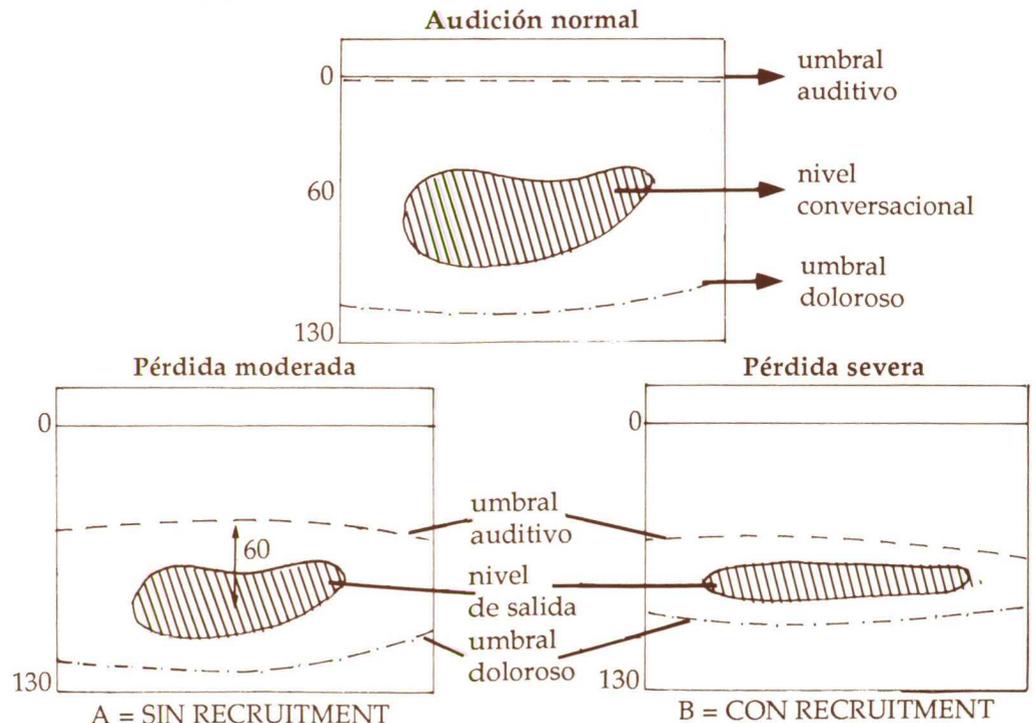
Uno de ellos consiste en introducir al final del circuito un sistema automático que recorta todos los picos de tensión que sobrepasen unos niveles fijos. Así, la señal de salida nunca sobrepasa ciertos límites. Presenta el inconveniente de que al anular muchos matices, el sonido aparece algo distorsionado. Este control se llama P. C. ("Peak clipping") o limitador de crestas.



Frente a este inconveniente surgió otro procedimiento que controla el volumen automáticamente. Se representa con las iniciales A. V. C. (automatic volume control) y aparece en muchos equipos nacionales con las iniciales C. A. V. (control automático de volumen).

El C. A. V. atenúa tanto más eficazmente la salida, cuanto mayor es la intensidad sonora en la entrada. Funciona como un sistema de feed-back entre dos tramos del circuito amplificador. Este es el sistema más común entre los equipos de amplificación de que se dispone en los colegios actualmente.

Un tercer sistema es el llamado control automático de ganancia. (A. G. C.). ¿En qué se diferencia del C. A. V.? El control automático de ganancia permite fijar un valor máximo de salida, aunque varíe ampliamente la intensidad a la entrada del micrófono. Esto significa que es posible ajustar el volumen de salida con independencia de las variaciones del volumen de entrada. Existen dos controles en realidad: un primer potenciómetro regula la señal, influido por el sistema autorregulador A. G. C. y el segundo potenciómetro es el que nosotros podemos manipular (mando de volumen), que determinará la ganancia final del aparato.



En la figura A aparece un ejemplo de pérdida moderada en el que podemos calcular qué nivel de presión sonora necesitamos conseguir con la amplificación. La conversación habitual transcurre generalmente a unos 60 dB. La pérdida es de 50 dB. De manera simplificada, y como ejemplo ilustrativo de lo que acabamos de decir respecto de la intensidad, la salida en dB. SPL que debería tener el amplificador utilizado en el caso A, sería de 110 dB. SPL.

$$50 - 60 = 110 \text{ dB. SPL}$$

En el caso B la cuestión varía porque el umbral doloroso ha descendido debido al recruitment existente (especialmente la gráfica ha ascendido). Con lo que en este caso tendría más importancia el control automático de ganancia que para el caso A. No debemos ofrecer 135 dB. de SPL a la salida del amplificador porque sobrepasaría su umbral doloroso y el niño no soportaría el aparato. Sin embargo, se puede lograr un nivel de salida de 100 dB. SPL, con lo que teóricamente oiría como cuando escuchamos voz cuchicheada (unos 30 dB.)

$$70 - 30 = 100 \text{ dB. SPL}$$

En este caso el control automático es muy importante dada la facilidad con que una elevación de voz o ruido ambiente haría sobrepasar el umbral doloroso. Trabajamos en un campo dinámico más reducido. En este caso deberemos conectar el mando del control automático.

Aunque estos ajustes no son en la realidad tan sencillos como hemos expuesto ya que las pérdidas auditivas no suelen ser uniformes para todas las frecuencias, en lo fundamental son válidos los ejemplos.

Modificación cualitativa del sonido (frecuencia)

El tono es otro de los parámetros del sonido a considerar. Si resulta complicado el manejo de la intensidad, lo es mucho más el manejo de las diferentes frecuencias. Los equipos de amplificación ya muestran en el nombre sobre cuál de los dos parámetros sonoros nos fijamos generalmente: amplificación, aumento de la cantidad de sonido. Pero desgraciadamente para nuestros propósitos, la pérdida auditiva no es sólo una cuestión de cantidad, al menos en una gran parte de las pérdidas neurosensoriales. Las pérdidas de audición son mayores en unas frecuencias que en otras. Por

tanto, un equipo de amplificación adecuado debe ser algo más que un mero amplificador de sonido. Deberá ir disponiendo, a medida que los adelantos técnicos lo permitan, de la posibilidad de modificar también aspectos **cualitativos** del sonido, como son el timbre y el tono.

Por ahora es sólo un ideal poder disponer de amplificadores que proporcionen un tipo de sonido totalmente adaptado a la pérdida frecuencial. No obstante, ya se hacen audífonos y otros equipos de amplificación con posibilidad para modificar, en algún aspecto, la curva frecuencial de respuesta.

Insistimos nuevamente en la gran importancia que tiene la buena adaptación protésica, así como el correcto manejo del resto de aparatos de amplificación.

Dos son fundamentalmente las modificaciones cualitativas que consiguen la mayoría de los equipos hoy día: la inserción de filtros pasa bajos y de filtros pasa altos.

¿Qué es un filtro de paso de banda?

En esencia, un filtro consigue dejar pasar mejor una gama de frecuencias atenuando el resto. En este sentido el equipo producirá un sonido predominantemente agudo o predominantemente grave. En el primer caso se atenúan las frecuencias bajas y, en el segundo, se atenúan las frecuencias altas. Los filtros pasa bajos dejarían pasar mejor las frecuencias inferiores a 2.000 Hz., los pasa medios entre 2.000 y 4.000 Hz., y los pasa altos las mayores de 4.000 Hz.

Disponer de un ancho de banda verdaderamente eficaz a la vez que conseguir una atenuación de las frecuencias indeseables con mayor facilidad es uno de los logros que dan calidad a un equipo.

Lo que en principio parece sencillo no lo es tanto a poco que profundizásemos en el tema.

No es sencillo dilucidar cuándo la pretendida selección tonal que ofrece un equipo no es más que una filtración o recorte de determinados armónicos (recordamos que los armónicos son vibraciones que acompañan a la frecuencia fundamental de un sonido), sin afectar dicho filtro a la frecuencia

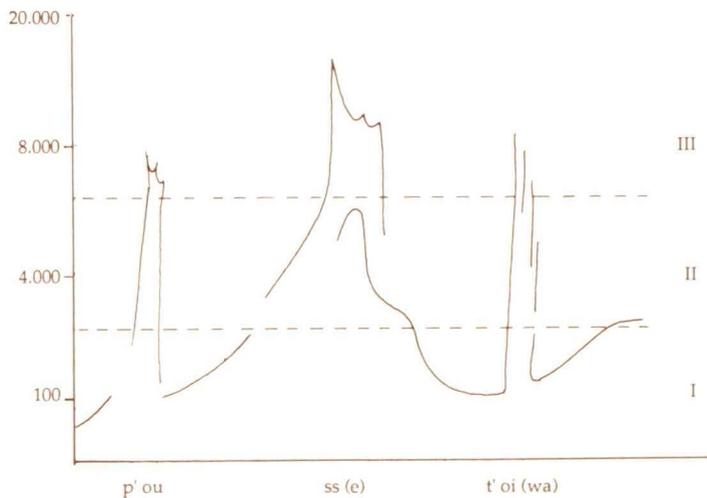
fundamental. En realidad, lo que se está modificando es el timbre y no el tono.

¿Es posible hoy día ofrecer una amplificación apropiada de las frecuencias concretas en las que se necesita? Es decir. Se puede adaptar a la vez la intensidad y el tono adecuado a cada pérdida auditiva? No del todo.

Es indudable que a medida que la miniaturización de estos equipos con todas estas prestaciones se haga realidad en un audífono, menos útiles empezarán a ser los equipos de mesa. De hecho ya existen bastantes audífonos, que, bien adaptados, ofrecen una curva de respuesta bastante ajustada, no sólo a una banda de frecuencias, sino de varias zonas frecuenciales según la pérdida concreta.

Es lamentable que algunas de estas importantes prestaciones que ofrecen ya muchos audífonos no sean aprovechadas por no estar generalizada una buena adaptación audioprotésica.

Se trata, sin embargo, de poder aportar al niño con deficiencia auditiva la cantidad de sonido necesario sobre las frecuencias más aprovechables en cada caso concreto.



Para que el lenguaje hablado sea inteligible debemos ser capaces de discriminar auditivamente los diversos parámetros del sonido contenidos en la secuencia hablada. En el caso de la deficiencia auditiva ya hemos visto que estos parámetros se perciben unas veces de forma insuficiente (intensidad) y otras veces incompletos o distorsionados (timbre y tono). En la figura

se muestra un sonograma que nos puede dar una idea de lo que queda inteligible para un niño con deficiencia auditiva que oyera solamente una de las tres bandas. La serie analizada en este caso es /pustuá/.

Mediante el filtro I que no deja pasar los sonidos con frecuencias mayores de unos 2.000 HZ. se oiría sólo la parte más grave de la palabra; el resultado auditivo sería: una explosión inespecífica para la "p", se oiría la "u", no se oiría nada de la "s", otra explosión igualmente inespecífica de la "t" y una "a" distorsionada. En resumen, se oye solamente una "u" y una especie de "a". Si con un filtro medio-alto escuchamos sólo la banda II, lo percibido sería dos explosiones ("p" y "t"), un soplo inespecífico ("s") y una vocal parecida a la "e".

Si escuchamos sólo la banda III mediante un filtro pasa alto, sólo escucharíamos una "s" entre dos explosiones. (Ejemplo tomado de CL. Launay y S. Borel 1984).

Apoyos vibrotáctiles y visuales

- a) Prótesis vibrotáctiles destinadas a estimular la cóclea. (Prótesis óseas).
- b) Vibradores destinados a estimular la percepción táctil de las vibraciones sonoras.
 - Todas las señales salen por una vía.
 - Diferenciación de sonidos agudos por una vía y el resto de sonidos por otra. (Son dos vibradores).
- c) Señales sonoras traducidas a señales luminosas.
 - Indicadoras de la intensidad sonora.
 - Indicadoras de algunas frecuencias sonoras.
 - Elementos visuales de tipo mecánico.
 - La informática.

Cada órgano sensorial nos permite captar parte de la realidad y todos ellos en conjunto constituyen los medios más importantes del ser humano para tomar contacto con nuestro medio. Es indudable que cada órgano sensorial está especializado en ofrecernos un tipo de información distinta y, por tanto, se ha especializado anatómicamente y fisiológicamente para dicha labor. Dependiendo de la cantidad, calidad y variedad de los estímulos de que se trate, se ha ido complejizando el órgano sensorial correspondiente. Así, el tacto, parece haber desarrollado menor capacidad de percepción de estímulos, tanto cuantitativa como cualitativamente que la vista o el oído; lo mismo podríamos decir de la mayor o menor velocidad en procesar dichos datos.

Aunque la capacidad de cualquier órgano sensorial también está en relación con el mayor o menor entrenamiento o uso a que se vea expuesto, ni las vías nerviosas tienen la misma eficacia, ni las zonas de proyección en la corteza cerebral a la que llegan poseen un tipo de representación equivalente.

Sin embargo, estamos aún lejos de conocer el grado de participación de cada órgano sensorial en la elaboración de los elementos estructurales del lenguaje. Surgen preguntas tales como, ¿Hay un sistema visual de procesamiento semántico, otro de procesamiento auditivo, otro de procesamiento táctil? ¿Es un sólo sistema que se enriquece por igual de todos los canales?

El oído es “sordo” para algunas vibraciones que capta el sentido del tacto

Estas preguntas y otras muchas no serían oportunas si no fuera porque en algunos casos con déficits sensoriales (auditivos, visuales...) el valor de uno de los canales cobra mayor importancia y debe ser aprovechado al máximo para “suplir” parte de la información de la que se está privado por otro canal sensorial. En el caso del niño con deficiencia auditiva, muchos de los equipos de amplificación incorporan sistemas visuales o vibrotáctiles como canales “suplentes” (y en algunos casos complementarios) de una información que habitualmente nos llega por la vía auditiva. Es decir, traducen parte de los parámetros de intensidad y frecuencia propios del sonido en señales luminosas o vibrotáctiles. Sólo en este sentido llamamos a dichos canales sensoriales “suplentes” del canal auditivo, ya que **ningún órgano sensorial está preparado ni anatómicamente ni fisiológicamente para suplir a otro.**

La estimulación vibrotáctil

Por ser uno de los más habituales recursos utilizados en la reeducación auditiva vamos a hacer un breve comentario al respecto e indicar cuáles son los sistemas técnicos más utilizados.

- Debemos recordar que los receptores especializados de cada uno de los sentidos reaccionan o son sensibles a una pequeña parte de las manifestaciones de energía que llegan a nosotros.

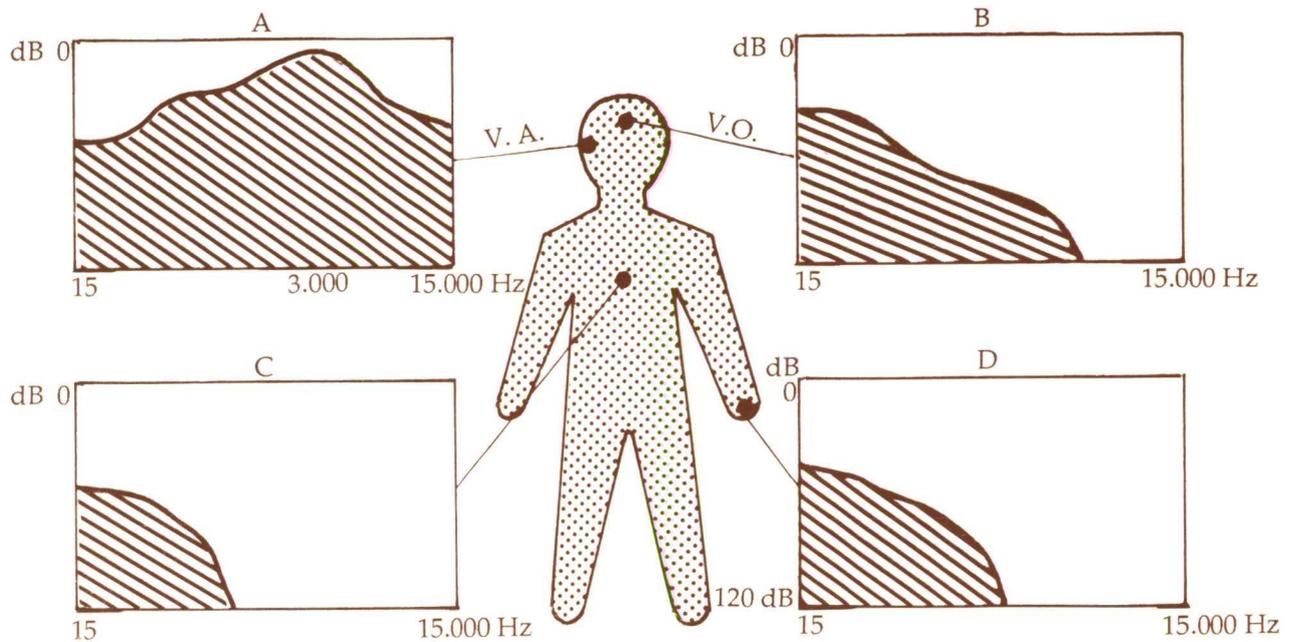
El tacto no discrimina algunas vibraciones que el oído sí discrimina.

El sentido del tacto nos informa solamente de la presencia de vibraciones mecánicas iguales a las que estimulan el oído que **no superen los 1.500 Hz.** y con intensidad suficiente para sobrepasar el umbral del receptor táctil (lo mismo ocurre con la vista que sólo nos informa de la presencia de estímulos luminosos cuando éstos estén comprendidos dentro de unos límites de longitud de onda y energía suficien-

tes. O el oído humano cuyos receptores sensoriales sólo traducen en sensación auditiva vibraciones mecánicas que estén por encima de 15 Hz. y por debajo de 15.000 Hz. aproximadamente.

Una primera conclusión es que el tacto nos da cuenta de vibraciones muy graves para las que el oído es "sordo". Una segunda conclusión es que el oído nos informa de vibraciones por encima de los 1.000 - 1.500 Hz. mientras que **el sentido del tacto se muestra incapaz de hacerlo por mucho que nos empeñemos en aplicar un vibrador a distintas partes del cuerpo tratando de diferenciar frecuencias de 2.000, 3.000 o 4.000 Hz., por ejemplo.**

- También conviene recordar que en condiciones experimentales el número de estímulos diferentes que es capaz de percibir el tacto no excede de 300. Eso quiere decir que en condiciones reales será difícil conseguir una información superior a los doce datos útiles (¿cuatro en frecuencias y tres en intensidad?). Estos datos muestran la total imposibilidad de introducir por vía táctil la complejidad de frecuencias, variaciones de amplitud y dinámica que se precisa para discriminar la palabra (comparar los 300 datos diferenciales táctiles con los 390.000 que puede llegar a aportar la vía auditiva).
- El cuerpo humano se comporta, al igual que cualquier otro cuerpo inerte, como una masa transmisora y, por tanto, atenuadora de las vibraciones mecánicas. Una vibración percibida por la mano se transmite a todo el cuerpo y naturalmente también a la cóclea. Esto quiere decir que la percepción que tenemos de esa vibración es de distinta naturaleza, una es meramente táctil y otra se convierte en auditiva desde el momento en que el órgano de Corti la traduce y envía al cerebro como sensación auditiva. Por lo tanto, sólo la parte de energía que llega a la cóclea se transforma allí en potenciales bioeléctricos adecuados a la percepción sonora. A la cóclea llegarán menos vibraciones o más atenuadas cuanto más lejos de la misma haya sido aplicado el vibrador. En resumen, vibraciones que puedan ser aplicadas a una parte de nuestro cuerpo (mano, muñeca, pie...) las podemos percibir de dos maneras diferentes que corresponde a dos órganos sensoriales distintos: mediante el tacto y mediante el oído si dichas vibraciones son transmitidas por nuestro cuerpo y llegan con suficiente energía a la cóclea.



- A. Vía aérea: las vibraciones aplicadas directamente sobre el oído mediante auriculares consiguen una curva o umbral auditivo normal.
- B. Vía ósea: Introducidas las vibraciones por vía ósea, ya se empieza a observar en la percepción una gráfica en la que las frecuencias agudas se oyen mucho más atenuadas (sobre todo a partir de la frecuencia 4000).
- C. Aplicando el vibrador en el abdomen, a pesar de la distancia a las cócleas y debido a la buena transmisión de las cavidades aéreas del torax y abdomen, la percepción auditiva (las vibraciones que llegan a la cóclea) es aún relativamente buena.
- D. Aplicado el vibrador en la muñeca, queda mucho camino hasta que puedan llegar a la cóclea. En el trayecto van perdiendo energía, amortiguándose, con lo que la percepción auditiva es ya escasa según se ve en la gráfica. **Las vibraciones que se perciben y sin embargo no llegaron a la cóclea constituyen sensaciones táctiles y no auditivas, con las características ya dichas de este tipo de percepción.** (Resultados tomados de unos trabajos realizados en el servicio de Audiología del Hospital Ramón y Cajal. Dr. Julio Sanjuan Juaristi).

Según el fin a que se destinen los vibradores, éstos serán de dos tipos fundamentalmente.

a) Prótesis óseas

Son prótesis destinadas a estimular la cóclea. Por tanto, estos vibradores precisan respuestas de frecuencia al menos dentro del área de

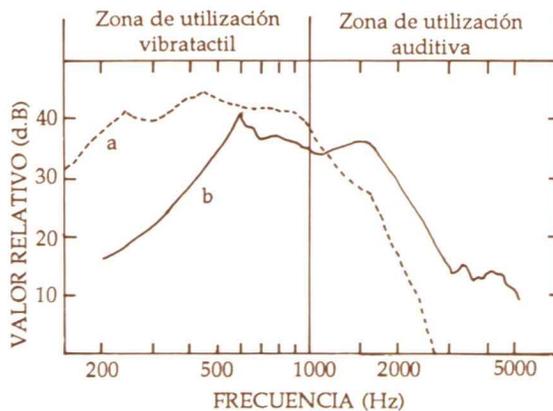
la palabra hablada. En estas prótesis sí tiene sentido que ofrezcan frecuencias por encima de los 1.500 Hz. ya que la cóclea puede percibir las. Asimismo serán más eficaces cuanto más cerca de la cóclea se sitúen. Su lugar habitual suele ser el hueso situado detrás del pabellón auricular llamado mastoides. (Ver guía II: "Prótesis Auditivas.")

b) Vibradores táctiles

Estos vibradores están destinados a estimular la percepción táctil. Por tanto, han de estar diseñados para trabajar y ofrecer respuestas acordes con las posibilidades de esta vía sensorial.

Las consecuencias que se pueden sacar son las siguientes:

- No precisan respuestas de frecuencia superiores a los 1.000-1500 Hz. Hay vibradores que los ofrecen, pero debemos saber que son inútiles para esta vía.
- El lugar de aplicación deben ser zonas corporales con mayor cantidad de receptores táctiles. Así, por ejemplo, la yema del dedo índice es más sensible a las frecuencias comprendidas entre 200 y 1.000 Hz. y la cara interna de la muñeca lo es para las frecuencias de vibración se sitúan alrededor de los 200 Hz.

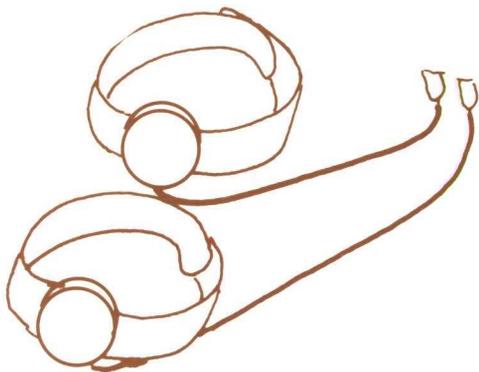


- El vibrador para estimulación táctil ocupa la parte más baja de las frecuencias.
- El vibrador destinado a estimular la cóclea se extiende hasta frecuencias más altas.

Distinguimos dos modalidades de vibradores destinados a la estimulación vibrotáctil:

1. Aquellos equipos que traducen todas las señales sonoras en vibraciones y se perciben por uno o por dos vibradores a la vez. Es de señalar que aunque sean dos vibradores, la señal que se percibe de cada uno por separado es la misma.

Dadas las características frecuenciales del habla y la capacidad de discriminación de la vía táctil sabemos que mucha de dicha información no es percibida, y parte de lo percibido, no se discrimina. No obstante es indudable que este tipo de información es valiosa sobre todo en edades tempranas y máxime cuando los restos auditivos son tan escasos que dicha vía se convierte en la única información no auditiva del mundo sonoro.



2. Hay otro tipo de estimuladores vibrotáctiles que tiene una diferencia importante con los anteriores. La pareja de vibradores ofrece señales distintas cada uno. Dicho de otra manera, de los distintos sonidos del habla, unos salen por el vibrador derecho y otros salen por el izquierdo (suelen ser vibradores de muñeca).

El equipo puede ser usado como audífono convencional, como estimulador vibrotáctil y, por supuesto, de ambas formas a la vez. La salida para vibrador ofrece dos señales diferentes: por un vibrador “salen” las vibraciones correspondientes a los **fonemas fricativos** (frecuencias más agudas del habla) y por el otro “sale” la información correspondiente al **resto de fonemas** (consonantes y vocales).

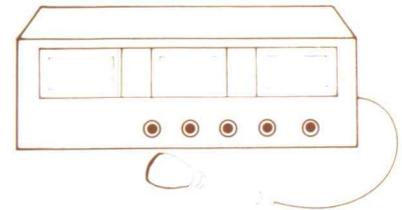
Para que estas frecuencias sean discriminadas por el tacto deben ser filtradas y traducidas a frecuencias inferiores a los 1.500 Hz.

Por ser las fricativas las de más difícil percepción para la mayoría de los deficientes auditivos, es por lo que en general se suele decir sin mayor matización que este sistema de dos vibradores con señal diferenciada, permite distinguir táctilmente las fricativas de las no fricativas.

Con ligeras variaciones, todos los sistemas de doble estimulación vibrotáctil, presentan en común el ofrecer dos tipos de señales diferenciadas. Los más extendidos en el mercado son: el A. V. K. (estimula-

dor vibrotáctil de Kanievski), el D. I. T. (doble información táctil) y el minofonator.

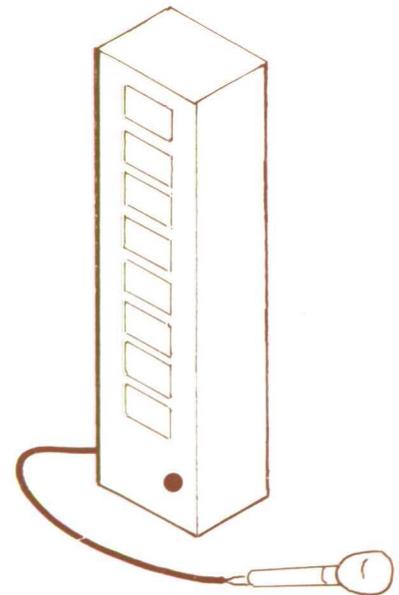
Algunos equipos de reeducación auditiva tienen la salida para el vibrador con señal única (como el equipo descrito en páginas anteriores) y otros equipos disponen de salida para vibrador con doble señal (generalmente el sistema D. I. T.).



Estimulación visual

Otro intento de ofrecer información del mundo sonoro es la traducción de sus parámetros intensidad-frecuencia a estímulos visuales. Algunos equipos de amplificación llevan incorporados este tipo de apoyo visual. Otras veces estos apoyos visuales son elementos individuales al margen del clásico equipo amplificador de reeducación auditiva.

- **Elementos luminosos indicadores de intensidad.** Consiste en una gama cromática de 7 u 8 colores que se encienden de abajo a arriba en función de la intensidad sonora. Están calibrados en dB, y semejan un sonómetro. Cada color corresponde a un nivel de intensidad.
- **Elementos luminosos indicadores de frecuencia.** Son aparatos que dividen el espectro sonoro en tres bandas frecuenciales. Una banda sería todos los sonidos cuya frecuencia sea inferior a 1.000 Hz., otra de 1.000 a 5.000 Hz. y otra más de 5.000 Hz. Con cada banda de frecuencias se enciende uno de los tres colores.
- **Elementos visuales de tipo mecánico.** Consiste en uno o varios juguetes mecánicos que se ponen en funcionamiento ante la presencia de sonido y cuyo umbral de activación puede estar en función de la intensidad y/o de la frecuencia de dicho sonido. El equipo al que están conectados suele disponer de control para bajar o subir el umbral a partir del cual se pone en marcha el juguete. En definitiva lo que consigue el equipo es un sencillo análisis del sonido y con el refuerzo del juguete animar al niño a seguir produciendo sonido cada vez más firme e intenso y a reconocer algún sonido especialmente difícil para él.



La posibilidad de combinar estimulación auditiva, visual y sonotáctil permite aprovechar todas las vías sensoriales que puedan aportar datos re-

ferentes al sonido. En realidad estos canales “suplentes” del canal auditivo, o bien de apoyo cuando existen restos auditivos, proporcionan pocos datos acerca de la gran variedad de información que con el oído podemos extraer de los sonidos. Por tanto, de estos apoyos táctiles y visuales esperaremos conseguir sencillos códigos de identificación que resultan bastante útiles en períodos iniciales o en sesiones articulatorias individuales profesor-alumno. La estimulación vibrotáctil, visual o de ambas a la vez son de gran ayuda en la consecución de objetivos importantes que constituyen una buena parte del laborioso trabajo inicial que pretende aprovechar, educar y rentabilizar los restos auditivos. Algunos de estos objetivos para los que resultan de utilidad los apoyos visuales y/o táctiles son:

- Conocimiento de la presencia /ausencia sonora.
- Duración del sonido.
- Información de intensidad (muy pobre).
- Información de frecuencia (muy pobre).
- Codificación de consonantes fricativas.
- Secuencia rítmica de los sonidos.
- Creación y mantenimiento de motivación hacia el mundo sonoro (más en etapas tempranas). (Consultar Guía III: “Entrenamiento auditivo”).

Informática y análisis de la voz

El desarrollo de los procesos de tratamiento informático de datos está permitiendo la elaboración de sistemas de análisis de voz con unas buenas perspectivas de cara a la educación de niños con deficiencia auditiva.

Las posibilidades que puede llegar a ofrecer la informática en este campo que nos ocupa son fundamentalmente un mayor atractivo en el feed-back visual, una mayor motivación para el niño, (si el software es atractivo) un aprendizaje y corrección de la voz más preciso y menos arduo que con las actuales técnicas y, finalmente, una aplicación muy interesante en el campo de la lectoescritura.

Hay ya algunos logros en este sentido. La escuela de Ingenieros de Telecomunicaciones ya tiene desarrollado un sistema llamado “ISOTON”

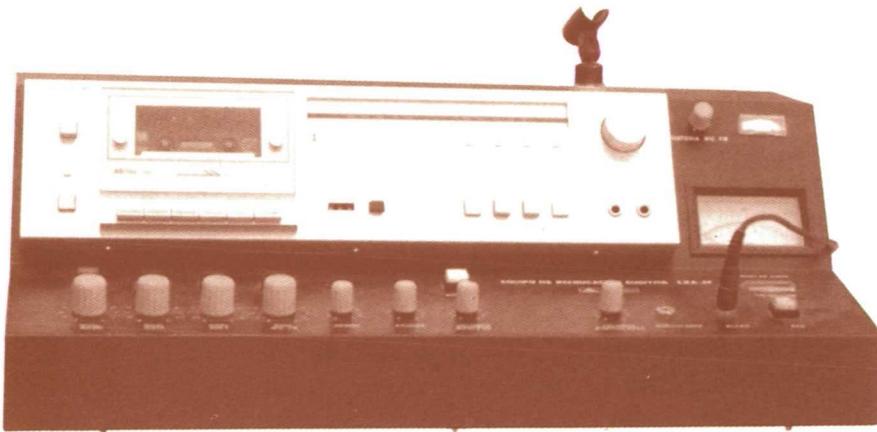
que alcanza el reconocimiento del tono fundamental, la intensidad y la sonoridad de la voz. También ha conseguido ya con el sistema "SAS" calcular por ordenador el modelo acústico del aparato fonoarticulatorio y presentarlo en el monitor como guía de una correcta articulación. IBM ha conseguido también el reconocimiento de los parámetros del ISOTON y para las vocales a condición de que el sistema se programe para voz de niña, hombre-mujer. El trabajo realizado en el servicio de Fonoaudiología del Hospital Ramón y Cajal ha conseguido ya el reconocimiento de intensidad, tonalidad, vocales y consonantes fricativas (utiliza el sistema AVEL).

Si añadimos a estos logros algunos programas que consiguen ya sintetizar una voz a partir de un texto que introducimos, podemos intuir que las perspectivas en este sentido parecen ser prometedoras. Quizas algunos inconvenientes actuales mantienen aún la puerta abierta al escepticismo como son, por ejemplo:

- Elevada complejidad técnica que les hace poco útiles para un niño incluso con ayuda del adulto.
- Excesivo coste económico.
- Falta de software de calidad (derivado indudablemente de que los profesionales de la educación no tienen aún suficiente conocimiento de lo que la informática está consiguiendo).

La informática no es una ayuda aislada y podrá utilizarse simultáneamente con los equipos de amplificación, con la estimulación táctil, o con el propio audífono.

Los equipos colectivos de amplificación



Un equipo colectivo es un amplificador que permite trabajar con un grupo de niños simultáneamente.

Los equipos colectivos suelen disponer de otras salidas especiales que traducen los estímulos hablados a señales vibrotáctiles (si conectamos a dicha salida un vibrador, una tarima vibratoria...) a señales visuales (luz no luz correspondiente a sonido-no sonido, gamas cromáticas correspondientes a la intensidad del sonido...).

En realidad, todo equipo colectivo puede utilizarse como individual, sin otro requisito que el de conectar una sola salida. Ya veremos como a la inversa no ha sido posible hasta ahora, aunque este panorama empieza a cambiar con la introducción de la F. M. en equipos de uso individual.

Si la señal del equipo colectivo llega directamente al oído del niño, el equipo debe disponer de tantos pares de auriculares como número de niños. Lógicamente el empleo de los auriculares implica la **NO** utilización de los audífonos propios de cada niño, con las ventajas e inconvenientes que tiene esta modalidad.

Otra condición que se le exige a un equipo colectivo, además de permitir trabajar con un grupo de niños a la vez, es que las diversas señales que lleguen a los alumnos puedan ser **adaptadas** a su peculiar deficiencia auditiva.

Si continuamente insistimos en que hay que adaptar el sonido a la pérdida concreta del alumno, no tendría sentido mandar una señal colectiva uniforme para todos los alumnos.

Llegados a este punto de definición de equipo colectivo y admitiendo que estamos simplificándola en aras de una mayor comprensión de los aspectos esenciales, nos vamos a fijar en un nuevo dato diferenciador de unos equipos colectivos y otros: **¿Cómo se adapta la señal colectiva a cada niño concreto?**

1. Mediante el propio equipo

Son los clásicos equipos colectivos cuyas salidas individuales están *fijas* en las mesas del alumno, en las que cada uno dispone de control de volumen y tono fundamentalmente. Desde el amplificador central del profesor les llega la señal por cable y al oído del alumno llega la señal mediante **auriculares**. Esto quiere decir que en general, este sistema **no se sirve del audífono** del niño y prescinde del mismo mientras dura la sesión con auriculares.

2. Mediante el audífono del alumno

Tanto las modificaciones cuantitativas del sonido (amplificación), como las cualitativas (ajuste de tono) no dependen del equipo colectivo en sí, ya que la señal colectiva que emite va a ser recibida a través del audífono del alumno. Será pues el propio audífono el que garantiza la calidad del sonido, y el equipo colectivo, en este caso, cumple sobre todo la función de acercar el mensaje que emite el profesor.

En una clase con equipo colectivo en la que los niños llevan su propio audífono, es éste el que debe estar bien adaptado. El equipo colectivo sólo tiene la función de acercar el sonido al audífono de cada niño.

Consideramos esta situación altamente deseable ya que, tanto si queremos integrar al niño en una clase de niños oyentes, como si acude con su audífono a una clase con otros deficientes auditivos, el hecho de usar siempre su propio audífono conlleva las siguientes **ventajas:**

- Se beneficia de una adaptación protésica individual realizada previo estudio de su caso concreto.
- Se beneficia del conocimiento que el niño tiene de su propio audífono (su sonido y su manejo).
- Contribuimos a que el niño considere el audífono como una parte integrante de él mismo en todas sus relaciones con los demás.
- Aunque el niño cambie de colegio, o simplemente esté en la calle o en su casa, siempre le llegará el sonido por el mismo amplificador: su propio audífono. **Esta estabilidad de los estímulos auditivos es fundamental para el aprendizaje auditivo.**

La opción de utilizar el equipo colectivo sin cable supone que dicho equipo disponga de un sistema para hacer llegar la señal al audífono de cada niño. El equipo colectivo hace de emisor y el audífono del niño haría de receptor de la señal. Las diversas maneras en que dicha señal llega a los audífonos exige detenernos un poco en una breve explicación.

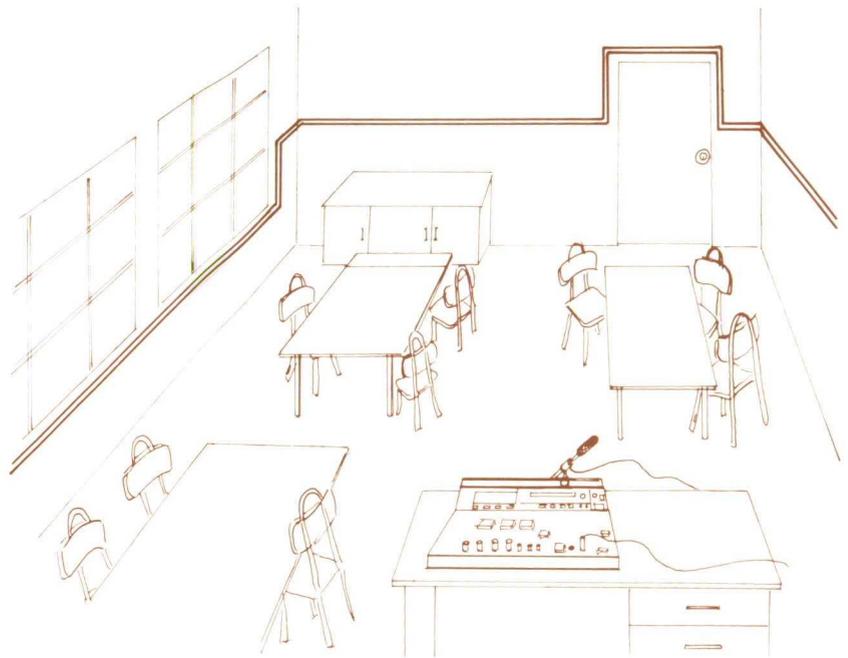
¿Cómo llega la señal del equipo colectivo a los audífonos de los niños?

Son tres los sistemas de que disponen los equipos colectivos para hacer llegar dicha señal a los audífonos de los niños.

- Bucle magnético.
- F. M. (portadora de baja frecuencia - 100 KHz).
- F. M. (portadora de alta frecuencia - V. H. F.)

a) Bucle magnético

El equipo emite la señal que, modulada, recorre el "cable" o aro magnético instalado alrededor de la clase. Dicho aro crea un campo magnético. Todos los audífonos que se encuentren dentro de la influencia de dicho campo magnético podrán "captar" la señal que inducirá el aro magnético. La condición necesaria es que los audífonos tengan encendida la posición "T" que les permitirá captar dicha señal.



Existen problemas de interferencias si hay otros campos magnéticos cerca y, sobre todo, si se pretende instalar dos aulas de este tipo en el mismo colegio. Por lo demás, resulta muy positivo cuando, en determinados momentos, hay que atender a un grupo de niños a la vez.

b) F. M. (portadora de baja frecuencia - 100 KHz).

El equipo amplificador también es grande y fijo en la mesa del profesor. Emite la señal en una frecuencia de más de 100 KHz.

El inconveniente es que los alumnos deben disponer de audífonos receptores especiales de petaca preparados para esta frecuencia de emisión. Así mismo está limitada la emisión a una sola frecuencia, con lo que tampoco caben varias instalaciones en un mismo colegio. La calidad de reproducción no es muy buena debido, sobre todo, al reducido ancho de banda (suele haber interferencias), y lo que es más grave: la dotación de estos equipos colectivos no va acompañada de los correspondientes receptores apropiados, con lo que la posibilidad de esta salida en dichos equipos actualmente parece un inútil lujo electrónico.

c) F. M. (portadora de alta frecuencia - V. H. F.)

EL sistema es idéntico al anterior, pero la emisión es de alta frecuencia (MHz = megahertzios).

Esta frecuencia tiene indudables ventajas con respecto al anterior (menos interferencias y mayor eficacia).

La posibilidad de esta tercera opción sería interesante si consiguiéramos las siguientes condiciones:

- Disponer de receptores de F. M. con la misma frecuencia de emisión que el equipo (volvemos a encontrarnos con que la prestación del equipo no está completada con dichos receptores).
- Que el equipo colectivo pudiera seleccionar más de una frecuencia de emisión para que en el mismo colegio pudieran funcionar varios equipos sin que hubiera interferencias.
- Que en el aula hubiera un número suficiente de alumnos deficientes auditivos, ya que en caso de ser solamente uno o dos integrados en un aula de oyentes no parece rentable un equipo grande de mesa.

De estas tres posibilidades que ofrecen los equipos colectivos y ateniéndonos a las posibilidades reales de utilización, es la primera (**por bucle magnético**) la más factible de poner en funcionamiento en un aula de niños con deficiencia auditiva. Para niños integrados ya conocemos otra opción (consultar guía IV: "**Equipos individuales de F. M.**") mucho más interesante, y que ya en el presente curso ha empezado a ser utilizada en algunos centros de integración.

A medida que la tecnología aumenta la calidad y prestaciones de los audífonos, así como de otras ayudas más cómodas como pueden ser los equipos individuales de F. M., es indudable que los equipos colectivos de mesa terminarán por resultar poco prácticos y en todo caso sólo útiles en determinadas circunstancias.

Pero mientras lo anteriormente dicho no sea realidad y su uso no esté generalizado en los Centros escolares es indudable que los equipos colectivos siguen teniendo una validez justificada por alguna de las siguientes razones:

- Suelen tener una buena relación señal-ruido, sobre todo si se emplean con auriculares.
- La cercanía del micrófono a la fuente de sonido mejora notablemente la señal frente al uso exclusivo de las prótesis individuales en el aula.
- Suelen tener una potencia y calidad de respuesta buena, gracias a que disponen de mayor espacio para componentes electrónicos, amén de disponer de energía ilimitada, ya que se conectan a la red eléctrica.

Manejo del equipo colectivo

Haremos un recorrido por los elementos imprescindibles del equipo que nos permitan saber utilizarlos y comentaremos algunas cuestiones que puedan resultar útiles para el manejo. Esta descripción está hecha esencialmente sobre el equipo colectivo que con mayor frecuencia se encuentra en los colegios públicos, tanto de educación especial como de integración.

- 1.º Conectar el equipo. Una vez hecha la toma de corriente eléctrica mediante el cable correspondiente accionamos el interruptor. Este se identifica unas veces como RED, otras como ON-OFF.
- 2.º Conectar el micrófono. Se introduce la clavija del micrófono en el lugar señalado (MIC).
 - Comprobar si el micrófono necesita pila. Desenroscar el cuerpo del micrófono dentro del cual se alojan la o las pilas (suelen ser pilas convencionales de 1,5 v.)
 - Comprobar si el micrófono tiene interruptor incorporado (ON=encendido; OFF=apagado), algunos tienen una posición intermedia que se utiliza para desconectarlo y conectarlo muchas veces seguidas en una sesión. No olvidar apagarlo después de usarlo, la pila durará algo más.
 - Comprobar convenientemente la sensibilidad del micrófono para saber el tipo de manipulación que permite, sin que ello se traduzca en ruidos demasiado molestos. Hay micrófonos que casi con tocarlos producen ruidos molestos.

Así mismo, comprobar la distancia idónea boca-micro para la que hemos ajustado la salida. Si posteriormente nos alejamos más, la eficacia disminuye rápidamente (distancia aproximada de 20 cm).

3.º **Control de volumen** Ya hemos comentado al hablar de los equipos colectivos en general, que pueden ser utilizados en dos modalidades fundamentalmente.

Como amplificador que dispone de varias salidas para diferentes alumnos. En este caso, los equipos no permiten la utilización simultánea del audífono. Es el caso de ciertos equipos que necesitaban de controles individuales de mesa o bien como el caso de Subag (equipos que forman parte de la metodología Guberina) en que los niños tienen todos conectados sus auriculares al equipo.

Como emisor de señal que es captada por el audífono individual del niño. La señal que envía el equipo puede ser de cassette, tocadiscos, radio y micrófono. Y recordamos que el tipo de recepción por el audífono podía ser por F. M de baja frecuencia (100 KHz), por F. M de alta frecuencia (VHF) y por bucle magnético.

La situación más habitual en los colegios suele ser mediante bucle magnético. La casa distribuidora de los equipos tiene que instalarlo en el aula y dejar el equipo funcionando.

Los controles de volumen (o nivel de salida como a veces se indica) están situados al lado de cada interruptor que selecciona el tipo de señal que elegimos (micrófono, cassette, auxiliar, y F. M.).

Las opciones que suelen existir son:

- a) **Micrófono.** Si voy a utilizar el micrófono fijo, pulso el interruptor de MIC. y subo el control hasta el nivel deseado. Por tanto el control de volumen para el micro es independiente del resto de controles de volúmenes.
- b) **Cassette.** Viene incorporado en el equipo. Su funcionamiento es idéntico al de cualquier cassette del mercado. Pulso el interruptor correspondiente y manejo su propio mando de volumen.

Nota: Pude estar funcionando cualquiera de las cuatro salidas conectadas (micro, cassette, AUX, FM) y por tanto siendo escuchada por los alumnos. Para saber lo que los alumnos están oyendo el profesor conectará el monitor o bien se colocará los auriculares.

- c) **Auxiliar.** Este interruptor con su mando de volumen controlaría cualquier otra señal que se conecte a la que está en la parte posterior del equipo marcada como AUX.
- d) **F. M.** Conectaré esta modalidad cuando quiera enviar cualquier emisora de radio que se sintoniza con el mando del sintonizador (consultar especificaciones que vienen con el equipo).

Si quisiera utilizar el **micrófono inalámbrico** porque deseo mayor movilidad mantendré pulsada esta misma opción buscando en el sintonizador de la radio la frecuencia que corresponde al micrófono.

Hay otro control de volumen exclusivo para los auriculares. Este volumen es independiente de cada uno de los controles anteriores. Solamente controla la señal de salida de los auriculares que se conectarán en el lugar correspondiente.

También hay un interruptor con su control de volumen correspondiente para el monitor, por si queremos escuchar en directo por el altavoz incorporado al equipo (MONITOR).

- 4.º **Control de tonos.** En un equipo colectivo cuya señal se recibe con el audífono individual, este control no tiene utilidad. Situarlo en posición neutra. Este tipo de control se supone correcto ya en la adaptación de cada audífono.

5.º Otros indicadores

- **Indicador de F. M.** Es una aguja que nos indica que la señal está saliendo correctamente del equipo. Cuando no sale la señal, la aguja se sitúa en 0.
- **Vúmetro.** El vúmetro nos indicará el nivel de salida correspondiente al control de volumen. Solamente necesitaremos bajar el volumen si el vúmetro sobrepasara el punto 0, que corresponde al comienzo de la franja coloreada de rojo. (Comentaremos más adelante el correcto manejo del vúmetro cuando veamos los equipos individuales). La eficacia del sistema por inducción magnética está en relación a la superficie que cubra el aro instalado. Como dato diremos que 15 watios de potencia pueden cubrir con eficacia 50 m².

Recomendaciones sobre el equipo colectivo:

- Es conveniente **no** utilizar más de una opción a la vez, aunque el equipo es capaz de enviar tantas señales como opciones tengamos encendidas (cassette, micrófono, radio). Para mezclar varias a la vez hay que ajustar muy bien los diversos controles de volumen.
- Si tenemos los dos micrófonos encendidos (el fijo y el inalámbrico) lo más frecuente es que uno de ellos recoja ruidos molestos. Además los controles de volumen de cada tipo de micrófono no están igualmente ajustados.
- Siempre que se tenga conectada la opción Fm-MIC, y el micrófono inalámbrico este en off (apagado) sonarán “chisporroteos” típicos de FM no bien sintonizada que molestarán mucho cualquier otra señal que estemos enviando.
- El volumen de la señal que estamos enviando se controla con el mando de la opción correspondiente, no con el control de volumen del monitor que permite al profesor escucharlo.
- Resulta bastante difícil coger bien la sintonía del micrófono inalámbrico. Esto ocasiona interferencias muy molestas.
- En todo momento debemos saber qué es lo que los niños están escuchando y en qué condiciones.
- En general se puede decir que suele ser más frecuente pasarnos por excesiva amplificación que quedarnos cortos. Controlar estos niveles adecuadamente evitará que los niños tengan la impresión de que las ayudas tecnológicas son aparatos muy molestos que hay que rechazar sistemáticamente.

Puesta en marcha del equipo colectivo

Un ejemplo: Aula con niños hipoacúsicos que disponen de audífonos retroauriculares y que van a tener una sesión colectiva mediante bucle magnético y utilizando micrófono inalámbrico.

1. Colocar los audífonos de los niños en posición "T".
2. Conectar el equipo. Pulsar el encendido (RED).
3. Asegurarse de que el control de tonos está en posición neutra.
4. Pulsar monitor y subir el volumen del monitor.
5. Pulsamos el botón de FM-MIC y subimos un poco el volumen.
6. Buscamos la sintonía del micrófono. Para ello vamos moviendo el dial hasta que nos escuchemos por el altavoz del monitor.
7. Consultamos a los alumnos si les llega señal por su audífono y subimos o bajamos convenientemente el volumen de FM-MIC.
8. Es conveniente mantener encendido el monitor que servirá al profesor de indicador de lo que oyen los alumnos.

Equipos individuales de amplificación

Con este epígrafe se ha venido identificando a los equipos amplificadores de “mesa”. Aunque no es aquí donde vamos a tratar de otro equipo de amplificación individual como es el audífono o prótesis auditiva (consultar Guía II: “Prótesis Auditivas”), comparte con estos equipos de mesa que vamos a describir a continuación muchas características similares como son: es un amplificador, es individual, tiene prestaciones parecidas y, en definitiva, se fabrica para el mismo fin.

Sin embargo, tienen también notables diferencias, algunas de las cuales resumimos en el siguiente cuadro:

AUDIFONO	EQUIPO INDIVIDUAL DE REEDUCACION AUDITIVA
<ul style="list-style-type: none"> — Es de mucho menor tamaño. — La miniaturización le impone restricciones de tipo electrónico derivadas del poco espacio disponible. — Intenta ser una prótesis permanente que durante todo el día potencia los restos auditivos. — El ajuste y adaptación individual es, pues, una labor que realiza un experto y para la que ya se dispone de material especializado. — La corta distancia entre micrófono y altavoz también le impone restricciones de potencia y hace imprescindible una correcta adaptación del molde. — Permite disfrutar de la prestación con total libertad de movimientos, lo que favorece situaciones comunicativas más naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> — Es de mayor tamaño. — El mayor espacio disponible permite mayor calidad y amplificación. — Su uso se restringe a situaciones de reeducación auditiva en gabinete y, por tanto, en cortos espacios de tiempo. — El ajuste y adaptación a cada niño concreto ha de realizarse cada vez que se utiliza. — Dicho ajuste es menos técnico, aunque tiene la ventaja de contar repetidas veces con la colaboración del niño para realizarlo, con el posible interés de una evolución variable tanto de la pérdida auditiva como de los avances en discriminación auditiva. — Su utilización no permite movilidad suficiente.

A medida que la tecnología vaya consiguiendo incorporar al audífono mejores prestaciones, la utilidad de los equipos de mesa irá disminuyendo. Pero es indudable que en muchos casos y en determinadas edades este tipo de equipos siguen teniendo vigencia.

Vamos, pues, a dar algunas ideas sobre las prestaciones y modo de utilizar los equipos individuales de reeducación auditiva.

Características y manejo del equipo individual

De la misma forma que hicimos con los equipos colectivos, vamos a describir un equipo individual igual o parecido a los que existen en la mayoría de los colegios que disponen de este tipo de material.

También se comentarán algunas prestaciones y particularidades de otros equipos menos comunes en los colegios, pero interesante de contrastar y conocer.

1. Cable de conexión a la red eléctrica e interruptor de encendido y apagado.
2. Interruptor que permite que la señal salga a campo libre por un altavoz incorporado al equipo (**monitor**). Tiene como finalidad permitir al profesor escuchar lo que el niño recibe mediante los auriculares. Otros equipos disponen de salida para altavoces auxiliares de utilidad en diversos ejercicios de orientación, discriminación del sonido en campo libre, etc.
3. Entrada para micrófono:

El micrófono es un elemento importante dentro del equipo. Recordamos a este respecto algunas cuestiones:

- La distancia idónea a la que debemos situarnos del micrófono es una cuestión que debemos comprobar personalmente.

- La distancia boca-micro hace variar considerablemente la eficacia del equipo. Esta decrece rápidamente para la voz hablada a partir de los 15-20 cm. Pero insistimos que la distancia idónea hay que buscarla y después mantenerla fija.
- Si la sensibilidad del micrófono es excesiva y no tiene filtros amortiguadores de ruidos, golpes o roces (como suele ser el caso) hay que procurar dejar el micrófono fijo en el equipo. Así mismo hay que ser conscientes de que, dada la amplificación con la que se trabaja, los golpes en la mesa cercanos al micrófono que para el profesor son inofensivos, para el niño con los auriculares puestos resultan muy molestos.
- Las condiciones acústicas del gabinete no suelen ser las más idóneas. Suele haber un ruido ambiente de 30 o 40 Db que el micrófono también capta.

Este ruido ambiente puede producir tal enmascaramiento cuando tratamos de ajustar la ganancia a niveles altos que, de no ser una sala adecuada, es preferible no utilizar el equipo.

4. Las entradas para tocadiscos, cintas, etc no plantean más problema que su conexión y la calidad de la señal que ofrezcan esas entradas. Suelen estar en la parte posterior del aparato.
5. Salidas para auriculares, vibrador y microaro. De este tipo de modalidades de utilización del equipo, la más habitual es la de auriculares.

Para poder aprovechar correctamente el equipo se debe disponer de unos buenos **auriculares** que se ajusten bien al pabellón auricular. Si no es así, se perderá una parte de la eficacia que obligará a subir más el volumen con el consiguiente aumento de la distorsión y, en todo caso, con un riesgo alto de acoplamiento (pitido).

La salida para vibrador se suele utilizar como complemento de la vía auditiva, e incluso, a veces, los restos auditivos son tan escasos que prácticamente se trabaja solamente la estimulación táctil.

El equipo que estamos describiendo dispone de una salida para vibrador. El vibrador consigue traducir la señal que sale del equipo en vibraciones que pueden ser captadas por el sentido del tacto. Hay vi-

bradores de mesa para tocar con las manos, tarimas vibratorias (en este caso la percepción táctil se recoge con los pies) o vibradores a modo de pulsera, con lo que las vibraciones se perciben por la muñeca.

- La salida para **microaro** consiste en un cable o bucle similar al bucle magnético descrito en los equipos colectivos aunque de menor tamaño, que, colgado del cuello del alumno, induciría la señal al audífono en posición "T" de bobina telefónica. Es, por tanto, incompatible con los auriculares. Resulta poco útil esta opción a pesar de que venimos apoyando la idea de utilizar siempre que se pueda el propio audífono. Pero dada la situación individual, cercanía del profesor al niño y duplicación de amplificador (el equipo y el audífono), nos parece que sobra uno de los dos.
6. **Control automático de volumen (C. A. V.)** Esta función se pone en marcha accionando el pulsador correspondiente. Ya comentamos en qué consistía y la utilidad que tenía. A no ser que el niño no tenga recruitment y disponga de un amplio campo dinámico, es conveniente conectarlo siempre.
 7. **Control de volumen del monitor.** Es un mando para modificar el volumen del altavoz incorporado al equipo. Tiene poca utilidad excepto como indicador de lo que el niño escucha por sus auriculares.
 8. **Control de volumen general.** Cuando el mando se sitúa al máximo, se obtiene la máxima ganancia del amplificador (alrededor de 130 Db). Si está bien ajustado (deberán venir bien ajustados por el fabricante) se supone que ni siquiera al máximo debía producir mucha distorsión. Desgraciadamente no siempre ocurre así por razones técnicas que no vamos a comentar ahora.
 9. **Atenuadores para cada canal.** Son dos mandos de volumen, uno para cada canal, (izquierdo y derecho), que permite reducir de 3 Db. en 3 Db. a partir del valor al que se encuentre situado el mando de volumen general. Es decir, si por ejemplo, el volumen general está al máximo (130 Db.) y en el atenuador derecho reduzcó 9 Db. lo que sale

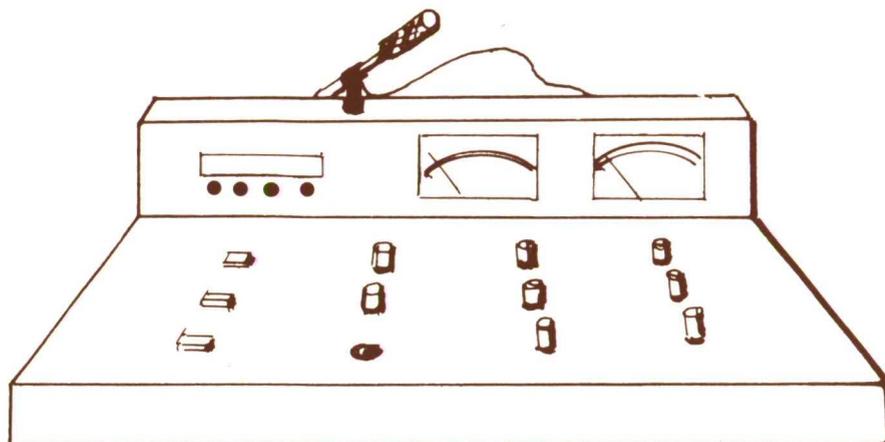
por el auricular derecho serán 121 Db. y por el izquierdo seguirán saliendo 130 Db.

10. **Vúmetros.** Tiene dos vúmetros, uno para cada canal. Son agujas indicadoras de señal. Estas agujas tienen una escala que va desde 20 hasta 0. Esta escala que llevan algunos equipos no tiene referente absoluto en Decibelios. Indica que la posición idónea es cuando la aguja se acerca al 0 y no sobrepasa la franja roja de manera permanente. La escala inferior va de 0 a 100 y viene expresado en porcentajes. Por tanto no son decibelios tampoco, sino el porcentaje de ganancia que se consigue. Naturalmente el 100 de la escala inferior coincide con el 0 de la superior. No sería correcto en este caso creer que el valor que marque la aguja sean los Db. que estamos obteniendo en la salida del aparato en ese momento. Basta lograr que el vúmetro oscile alrededor del punto 0 que hemos indicado. Algunos vúmetros de los equipos que estamos describiendo no consiguen el nivel óptimo. En este caso, el defecto suele ser de la sensibilidad del vúmetro, pero la amplificación, según el fabricante, se consigue. El inconveniente es que nos obliga a ajustar el volumen en estrecha colaboración con el propio alumno al disponer en estos casos de indicadores (los vúmetros) pocos sensibles o imprecisos.

11. **Controles de tono.** Tiene dos controles de tono por canal. Atenúan los graves o agudos hasta 12 Db. por octava como máximo. Así mismo, potencian graves o agudos también hasta +12 Db. por octava como máximo. Los graves están referidos a 100 Hz. Los agudos a 6.000 Hz.

Este tipo de control de tono es insuficiente para las necesidades de ajuste frecuencial que tienen muchos niños hipoacúsicos. Es una ayuda sin duda, pero poco útil y eficaz.

Algunos equipos empiezan a incorporar ecualizadores para el control de las distintas frecuencias por separado (250-500-1000-2000-4000 Hz). Esto mejora la situación de los anteriores equipos. Incluso hay otros equipos que parecen poder efectuar mayores modificaciones en el tono, como la trasposición de unas frecuencias en otras para aprovechar mejor los restos.



Puesta en marcha del equipo individual

Es conveniente, antes de utilizar un equipo de reeducación, conocer los aspectos básicos del informe audiológico del niño: su gráfica audiométrica, si tiene o no recruitment, el campo dinámico en el que podremos movernos con la amplificación que vamos a utilizar, etc...

1. Encendido del equipo.
2. El profesor se coloca los auriculares para comprobar el equipo.
3. Control de volumen general al mínimo.
4. Se conecta el micrófono, se enciende el interruptor del micrófono (comprobar si tiene pila).
5. Con los dos atenuadores en cero (recordamos que esto es el máximo) comenzamos a subir el volumen general hasta unos valores medios (aproximadamente se corresponden con unos 60-70 Db).

6. Buscamos la distancia boca-micro idónea observando que las agujas de los vúmetros empiecen a oscilar (recordamos que no resultan de mucha ayuda en algunos casos, dada su escasa sensibilidad).
7. Pasamos los auriculares al alumno y conectamos el monitor que nos servirá de indicador de ahora en adelante (tiene su control de volumen independiente).
8. Si el niño tiene recruitment conectar el C. A. V.
9. Continuamos subiendo poco a poco el volumen general hasta encontrar un nivel en el que el alumno nos indique que le empieza a molestar. (Recordamos que si este valor es el máximo sabremos que estamos en 130 Db., pero si no hemos llegado al máximo no sabremos exactamente el valor en Db.) Anotamos este primer valor. Ya que la escala del mando es una escala relativa sin decirnos a cada momento el número de decibelios que están saliendo.
10. Comenzamos a bajar el atenuador del oído con mejor audición hasta que el niño nos diga que se encuentra cómodo (recordamos que el atenuador reduce de 3 Db. en 3 Db.)
11. Hacemos lo mismo con el atenuador del otro oído si fuera necesario.
12. Anotamos este segundo valor.
13. A la vista de la gráfica audiométrica favoreceremos los graves o los agudos en cada oído correspondiente, si fuera el caso, y tomando como última referencia la información del propio niño con algunas pruebas. Esto se hará manipulando los controles de tono, recordando los valores (hasta 12 Db. por octava) y tipo de cortes que efectúan estos equipos.
Anotamos este tercer valor.
14. Elaboramos una pequeña ficha donde figuren los tres valores que al hacer varias pruebas se concretarán en los valores idóneos para ese niño respecto de:
 - Volumen general.
 - Atenuadores en cada oído.
 - Situación de los controles de tono.

Estos datos pueden ir variando con el tiempo, bien porque la sordera esté en evolución o bien porque se presente una aparente mejoría que a veces no es otra cosa que el resultado del aprendizaje auditivo que puede conllevar una menor necesidad de amplificación.

Presente y futuro de las ayudas técnicas

La progresiva miniaturización de los audífonos, sin perder aspectos importantes que poseían los amplificadores grandes, está consiguiendo más ventajas que permiten al niño con restos, ver el futuro un poco más esperanzador aunque sólo sea desde el punto de vista estrictamente auditivo.

Algunas de las ventajas alcanzadas son:

- Poder prescindir más fácilmente de unos aparatosos medios técnicos que resultaban bastante ajenos al individuo.
- Poder integrar al **esquema corporal** una ayuda técnica, como el audífono, totalmente individualizado.
- Poder resolver, con los actuales audífonos, la **casi totalidad de problemas** que conllevan los diversos aspectos y grados de la deficiencia auditiva, sin tener que recurrir a aparatos de amplificación grandes más que para determinados casos y situaciones.
- Las correcciones de la **curva de respuesta** del audífono y su flexibilidad permite hoy no sólo favorecer la percepción de algunas frecuencias agudas tan necesarias para la inteligibilidad, sino también mejorar los timbres (elementos acústicos identificadores del mensaje sonoro).
- Los **controles automáticos de ganancia** permiten también ajustar en cada caso, la amplificación al campo dinámico para salvaguardar un mínimo indispensable de confort auditivo en cualquier circunstancia.
- Poder seguir utilizando el audífono personal salvando el problema de la **distancia** (gran inconveniente del audífono) mediante equipos individuales de F. M. o con equipos colectivos de inducción magnética.
- Al sustituir, en el caso de los equipos individuales de F. M. el micrófono del audífono por el micrófono del receptor de F. M. que dispone de compresión automática selectiva para esta entrada, se mejora bastante el inconveniente del ruido ambiente (consultar Guía IV: "Equipos Individuales de F. M.").

Pero no todo son problemas solucionados. Quedan aún obstáculos que vencer para conseguir una mediana autonomía auditiva cuando se tiene que utilizar prótesis.

- El **ruído ambiente** sigue siendo el principal enemigo de la discriminación auditiva cuando se utiliza prótesis. El ruído ambiente, tanto de la calle como de interiores, donde predominan las frecuencias graves, enmascara las frecuencias agudas con más importancia en la inteligibilidad.

Frente a este problema ya se están probando audífonos con sistema de **reducción automática de ruido**. Este sistema, no exento de inconvenientes en algunos tipos de sorderas, supondrá seguramente una gran ventaja a añadir a los actuales audífonos.

- Todavía queda por resolver un tipo de enmascaramiento de la inteligibilidad como el producido por un **grupo numeroso de personas hablando**, este “ruido” ya no es de las mismas características que el otro, ya que está producido por frecuencias y ritmos propios de la palabra y que puede constituir un enmascaramiento absoluto para la persona que con pérdida auditiva pretende escuchar a un solo interlocutor.
- La esperanza está puesta hoy día en poder reemplazar el amplificador analógico actual por el **amplificador digital**. Permitirá la elección de numerosos canales de amplificación que integran el espectro sonoro, regulados por microprocesadores que adapten instantáneamente las características de amplificación a las diversas condiciones acústicas del ambiente. También permitirá una adaptación más exacta a las condiciones acústicas de cada individuo.
- Para los sordos profundos con muy escasos restos auditivos se está trabajando bastante (Lafon) en la sustitución eficaz de la información auditiva por una información vibrotáctil. Apoyando y complementando esto, está la búsqueda dirigida a lograr la **traslación** de frecuencias agudas (totalmente imperceptibles para algunos sordos profundos) a una zona grave sobre la que pueda codificar mensajes y reconstruir una estructura acústica con ritmo, intensidad, melodía y duración necesaria para identificar el mensaje.

- Por último, y dirigida a sorderas totales, se están experimentando técnicas de implantación coclear de mono o multielectrodos para estimular de manera selectiva determinadas fibras nerviosas capaces de evocar una respuesta cortical adecuada.

Conclusiones

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje existen elementos informadores de los buenos o malos resultados, así como de la idoneidad del mismo proceso. Una buena parte de esta información nos la ofrece el niño con su buena o mala aceptación de dicho proceso. Es cierto también que los educadores no somos todo lo sensibles que debiéramos a estos signos de alarma que los alumnos nos envían diariamente y que a veces son gritos callados de protesta, porque no aprenden, no entienden, no les gusta o no encuentran el aprendizaje útil o motivante.

Por otra parte, el educador de niños con deficiencia auditiva también debe disponer de otros medios que le informe de la eficacia de su trabajo. Uno de los aspectos que sin duda nos preocupa es saber evaluar los progresos que realizan respecto de la **función** auditiva. Sabemos que la pérdida auditiva de tipo neurosensorial no se cura y, en todo caso, eso sería responsabilidad del médico. Pero sabemos que **la función auditiva sí es mejorable** y lo es tanto en los normoyentes como en los deficientes auditivos que conservan algún resto de audición. **Mejorar, educar, dotar de significado en definitiva, los más o menos escasos restos auditivos es labor del educador o logopeda de estos niños.**

Existe un excesivo afán de recabar el máximo de información acerca del estado **clínico** del niño, con la ilusión de obtener información útil para nuestra tarea educativa. Rápidamente nos damos cuenta que los informes que nos llega del especialista médico nos aclara acerca de datos de indudable valor, pero no nos marcan pautas que orienten nuestro trabajo. Esto no podía ser de otra forma ya que estas pruebas son de carácter clínico (audiometría tonal, impedanciometría, potenciales evocados, etc) y por tanto, destinados a establecer un diagnóstico, evolución y posible tratamiento de la deficiencia auditiva en sí misma. ¿Disponemos nosotros como educadores de una tecnología propia, que permita valorar la función auditiva, cuyos fines sean de tipo pedagógico? Sin duda que muchos educadores podrían responder que si. Sin embargo, ni son conocidas por todos, ni desgraciadamente se ha elaborado de una manera sistemática y generalizada. **Esto nos ha llevado con frecuencia a delegar parte de nuestra responsabilidad en el ámbito médico y a preocuparnos por factores que escapan de nuestro control, olvidándonos, y por tanto no dedicando mayor**

esfuerzo a factores audiométricos y fonoaudiológicos de tipo pedagógico que deberíamos controlar. Parece que se echa en falta algo así como un tipo de evaluación de la función auditiva, o como se ha dado en llamar una **audiometría pedagógica**.

Sabiendo que nuestro alumno tiene un déficit auditivo, deberemos saber comprobar, si la **función** auditiva mejora con las técnicas y medios que utilizamos, y dado que uno de los mayores problemas vinculados a la sordera suele ser el lenguaje oral, **esta evaluación se orientará más a un tipo de audiometría vocal que de audiometría tonal.**

Al margen de toma de decisiones respecto de lenguajes alternativos y/ o apoyos complementarios (lenguaje de signos, bimodal, cued-speed o lectura labial) es indudable que uno de los principales empeños ha de ser que el niño aproveche al máximo los restos auditivos. Dichos restos es posible que no varíen o quizás jamás mejoren (factores clínicos que escapan a nuestro control como educadores), pero sabemos que **con esos mismos restos auditivos se puede aprender a “oír” mejor** (factores pedagógicos bajo nuestro control). La evaluación de este aprendizaje va unido a la evaluación del lenguaje oral (comprensivo y expresivo) que constituye el contenido de lo que hemos llamado audiometría pedagógica.

Como tratar con cierto detalle y sistematización este tema excede los objetivos que nos propusimos con la presente guía, y es posible que tuviera suficiente interés como para ser objeto de una nueva guía didáctica, terminamos este apartado invitando a los profesores o logopedas a colaborar en este sentido. Estamos seguros que muchos profesores ya utilizan sus medios para este tipo de evaluación, aunque no hayan etiquetado el mismo con el término de audiometría pedagógica; término, por otra parte, que puede no ser el más acertado. Desde aquí invitamos a dichos profesionales a comunicarnos iniciativas, técnicas o maneras de hacer que, sin duda, resultarían muy provechosas para otros profesores que desean mejorar su quehacer diario con el niño con deficiencia auditiva, y con el tiempo poder desarrollar una tecnología educativa propia que nos permita educar mejor al niño con necesidades educativas especiales y que pueda estar a disposición de todos los profesionales que trabajan en la educación.

Vocabulario

Altura de sonido: Es la sensación sonora que produce su característica frecuencial. En los sonidos complejos (la palabra es uno de ellos) la sensación de altura la determina el tono fundamental.

Anecoico: Las cámaras anecoicas impiden que el sonido producido en su interior se refleje en las paredes, por las que es absorbido.

Armónicos: Son los distintos tonos puros que acompañando al fundamental le confieren característica sonora propia, su timbre.

Bel: Es la diferencia de nivel sonoro entre dos sonidos cuyas intensidades de las ondas sonoras están en relación diez a uno.

Ciclo: Es una oscilación completa. Un ciclo por segundo es un "Herzio" (Hz).

Curva de Veguel: Es una curva que delimita el campo dinámico de audición del individuo, es decir que sus límites superior e inferior son los umbrales auditivos y de dolor de cada individuo. Se la conoce como "curva del limón".

Decibel (dB): Es la unidad más utilizada en lugar del Bel, dada la excesiva magnitud de este último. Corresponde al nivel sonoro mínimo diferenciable por el oído humano.

Eco: Es una consecuencia de la reflexión del sonido. La distancia mínima a la que ha de estar la superficie que refleja el sonido para que percibamos eco es de 22 m.

Espectrograma: Expresión gráfica del espectro sonoro. Análisis de los componentes de una onda sonora compleja.

Estereofonía: Capacidad fisiológica para determinar la dirección en que se encuentra la fuente sonora. Se precisan ambos oídos.

Frecuencia: Número de oscilaciones completas por segundo. Se mide en Herzios (Hz).

Fundamental: En acústica, es el primer armónico de un tono complejo.

Impedancia: Impedimento u obstáculo a la vibración.

Intensidad: Flujo de energía que pasa a través de la unidad de superficie.

Interferencia: Son fenómenos de interacción entre ondas sonoras. Según su frecuencia, intensidad y fase pueden sumarse, anularse o derivarse una situación compleja de fenómenos acústicos.

Octava: Es la diferencia de tono de dos sonidos en el que uno tiene doble frecuencia que el otro.

Pascal: Unidad de presión sonora. Una unillionésima parte del Pascal es el micropascal. Y 20 micropascales corresponden a lo que denominamos decibelio (dB).

Resonancia: Decimos que dos objetos entran en resonancia cuando vibran a la misma frecuencia.

Reverberación: Como consecuencia de la reflexión de las ondas sonoras en las paredes de un recinto tenemos la impresión de que el sonido dura mucho o tarda en extinguirse.

Presión sonora: Es el equivalente de intensidad. Ya que en realidad la esencia del sonido es la mayor o menor presión que las ondas sonoras ejercen sobre una superficie. Este grado de presión sonora se conoce a veces como nivel de Presión sonora. (Las iniciales del inglés son: S.P.L.).

Sonómetro: Instrumento destinado a la medida de la presión sonora.

Sonoridad: La sensación que tenemos de igual intensidad ante dos sonidos de distinto tono corresponde a igual sonoridad.

Timbre: Cualidad de los sonidos definida por la combinación de los armónicos que acompañan a sus respectivos tonos fundamentales.

Tono: Característica fisiológica por la que decimos que los sonidos son más "altos" o más "bajos". Depende de la frecuencia.

Umbral auditivo: Es el mínimo nivel sonoro en db que somos capaces de percibir. Es decir la cantidad de db que tiene que suministrarnos un audiómetro para que empecemos a oír. En las personas normoyentes suele estar situado entre 0-20 db.

Umbral doloroso: Es el nivel sonoro, que suele medirse en db., con el que sentimos molestia o dolor. En los normoyentes está situado entre 120 - 140 dB.

