

allí le sobrevino un ataque de apoplejía y murió antes de que se le hubiera podido llevar al hospital.

Cinco años después, C. T. Jackson, médico, químico y geólogo que había sugerido a Morton el uso de los vapores de éter como sustituto del protóxido de azoe para conseguir la anestesia, desesperado por no alcanzar también su parte como descubridor de la nueva y singular maravilla, perdía la razón y en ese triste estado moría en el año de 1880.

Solamente Long, el primero en realizar una operación quirúrgica bajo anestesia de éter, escapó a este sino fatal. Alejado de toda disputa, se contentó con hacer una representación ante el Congreso Americano cuando Morton pedía que se le concediera un premio como descubridor de la anestesia, y murió tranquilamente a la edad de 62 años.

Tal parece que la ambición personal, el deseo de gloria, se vengaron cruelmente de aquellos que no supieron ver en la anestesia un elemento gigantesco de progreso quirúrgico y un enorme consuelo para los dolores de la humanidad.

Muletas de Sordo Audífonos Eléctricos

Por el Dr. DANIEL GURRIA URGELL *

Tomando las medias de decibeles y vibraciones de vocales y consonantes se obtiene, para el lenguaje formado por ellas, un campo de 3,000 vibraciones dobles (alturas) y 50 decibeles (intensidad). Así el audífono, para ser útil al idioma debe ser capaz de captar principalmente este campo; es decir, hasta 3,000 V.D. e intensificar arriba de 50 db., lo que baste para hacer audibles, frecuencias que en este campo de 3,000 puedan flaquear. Esta es la posición teórica del audífono.

“La distancia entre la mínima consónante y la máxima vocal es como de uno a mil en lo que a intensidad se refiere y esta distancia cabe en 30 “unidades sensación”, según los experimentos del Dr. Harvey Fletcher, director de las investigaciones acústicas de los teléfonos

* Trabajo reglamentario de turno leído en la sesión del 6 de octubre de 1937. Véanse las páginas 217 a 224 del tomo LXVII de la GACETA.

Bell. Estas unidades de sensación de los audiómetros equivalen prácticamente a decibeles. Así, pues, es indispensable una área de treinta decibeles o unidades de sensación para que actúen como sonidos audibles consonantes y vocales.

Se ve, pues, que entre las medias sacadas por mí de los datos de Knudsen y que fueron 50 db. para vocales y consonantes y el campo dado por Fletcher para las mismas hay una diferencia de 20 db. Es racional quedarme con el campo de Fletcher, que es experimental.

Desde el umbral de audición hasta la sensación de filin, o sea la intensidad insoportable para el oído, hay una área de 110 db. Si suponemos que una persona ha perdido para las frecuencias del lenguaje ochenta decibeles, el audífono dispone todavía arriba de estos ochenta de una área de treinta decibeles para llegar a 110, o sea el filin insoportable. Y si se tiene en cuenta que son treinta decibeles los necesarios para que consonantes y vocales sean oídas en su propia relación, el audífono podrá hacer oír el lenguaje, intensificando arriba de ochenta; pero si la pérdida es de 90 db. el audífono tendría que traspasar en 10 db. el filin insoportable y no sería útil, porque, cuando las consonantes fueran audibles por la amplificación, las vocales habrían hecho por su intensidad insoportable el sonido. Estas consideraciones están tomadas del discurso de Fletcher en el Octavo Mitin Anual de la American Federation of Organizations For The Hard Of Hearing. (1): "a medida que la intensidad de un sonido crece, el aparato auditivo parece protegerse contra él por un mecanismo desconocido en forma que la respuesta del oído no es proporcional a la intensidad del estímulo, sino al logaritmo de esta intensidad. Por ejemplo: un sonido en el umbral de audibilidad, es decir, 1, es justipreciado como intensidad O logaritmo de 1 en lo que a la percepción auditiva se refiere y vibraciones 10, 100, 1,000 intensidades físicas, producirán en el oído efectos proporcionales a 1, 2 y 3 logaritmos de 10,000, 1,000... El resultado práctico de este principio aplicado a los audífonos es la inutilidad de lanzar la intensidad demasiado lejos y, por lo demás, es muy difícil evitar la introducción de ruidos con las intensidades magnas, y este poder resulta, en el caso, tan inútil como el de un telescopio astronómico que sólo puede usarse en condiciones atmosféricas excepcionales". (Douglas Macfarland.) (2)

Para mejor claridad en lo que ha de seguir, creo pertinente copiar la tabla que da Knudsen relativa a cada tono y su intensidad

Frecuencia de tono en vibraciones dobles por segundo.	Número de decibeles entre el umbral de audición y el de sñia.
64	63
128	91
256	113
512	128
1024	132
2048	128
4096	116
8192	91 (3)

"El audiograma de S. M. R. muestra que el oído de la paciente es normal para la conducción huesosa, lo cual indica que el defecto es casi de conducción y, por tanto, enteramente corregible por adecuada amplificación. Esta paciente muestra una pérdida de oído de 50 db. aproximadamente al través de las importantes frecuencias del lenguaje y la música. En consecuencia, para que un audífono pueda corregir este defecto, necesita amplificar todas las frecuencias del lenguaje y música aproximadamente 50 db., o sea 100,000 veces la intensidad. Esta es la cantidad de amplificación que sería indispensable si viviésemos en un medio de quietud. Pero de hecho esta paciente puede usar su audífono en condiciones de más o menos ruido y tal grado de amplificación no es necesaria. En casi todo lugar hay siempre ruidos y la persona con oídos normales, molestanda por tal ruido, habla más fuerte que en los sitios silenciosos y esto hace innecesario que el audífono dé tan alto grado de amplificación. La cantidad de ruido por término medio en los lugares en que habitualmente residimos es de 30 db., lo cual reduce la cantidad de amplificación necesaria en el caso, de 50 db. a 20 db., o sea una energía de amplificación de 100 que puede fácilmente ser alcanzada por un buen audífono." (4)

Esto, para mí requiere una aclaración: Ha sido demostrado que las pruebas audiométricas deben hacerse en locales silenciosos, porque el ruido de 30 db. que existe en los sitios habituales abate la audición de la persona normal estos 30 db. y esta persona normal queda en la condición de un duro de oído que hubiera perdido 30 db. El que les habla, para hacerse oír, aumenta en esta cifra la intensidad de su palabra y en estas condiciones el normal no necesita de amplificación y el ensordecido 30 db. no necesita de audífono, pero si lo es más de 30 db. el audífono sólo deberá completar lo que la voz no

intensifica o, en otras palabras, el audífono reemplaza a la necesidad de gritar para hacerse oír.

Debo insistir en otra aclaración. Dice Knudsen que la cantidad de 20 db. puede ser fácilmente alcanzada por un buen audífono, y de hecho, en el caso de S. M. R. con una pérdida de 50 db., "la paciente puede usar su audífono en condiciones de más o menos ruido". Esto hace suponer que se trata de un instrumento portátil, y más adelante en el mismo trabajo que me sirve de granero establece como regla general que el tipo portátil de audífono, el amplificador, que es de tipo microfónico, crece la amplitud al derredor de 10 db., entre frecuencias de 500 a 3,000 ciclos (o sea la zona del lenguaje, agregó yo), y un aparato de reputación, muy moderno, asegura en el prospecto de anuncio que la "cantidad de su intensificación medida técnicamente en decibeles es de 18 de estas unidades". Recogiendo el dato de que la paciente S. M. R. usaba de hecho un audífono que en condiciones de ruido le permitía un aumento de 20 db. y aceptando por inferencia que fuera portátil, tomando su aseveración de que según sus investigaciones estos aparatos alcanzan hasta 10 db., y agregando la noticia del anunciador a que me he referido antes, podemos inducir que la intensificación de los audífonos eléctricos portátiles oscila alrededor de 15 db.

Me veo obligado a este trabajo de cálculo, porque ninguno de los anunciantes vendedores de audífonos se preocupa por anotar cuál es el poder de su aparato en unidades de amplificación.

Puede con los principios y datos recogidos hasta aquí afirmarse que:

1º El audífono es un aparato de intensidad y no de altura del sonido.

2º El audífono necesita para el idioma un margen de 30 db. para desarrollar su amplitud sobre las intensidades perdidas.

3º Esta zona debe quedar más acá del umbral de filin insopor table.

4º Un buen audífono portátil de los que se fabrican hoy, puede desarrollar hasta 15 db. de intensidad para frecuencias entre 500 y 3,000, es decir, en la zona del lenguaje de conversación,

5º Los audífonos de laboratorio pueden alcanzar hasta 110 db. sobre una línea de frecuencias entre 256 y 8,192. (5)

6º No puede aumentarse impunemente la intensidad sin alterar la calidad del tono.

PRUEBAS DE INTENSIDAD. PRUEBAS DE ARTICULACION. PRUEBAS DE RUIDOS

De intensidad. De distancia.—Se usa de un teléfono capaz de reproducir frecuencias desde 256, 435, 512 y 1,024 y su receptor se pone en relación mediata con el trasmisor del audífono que se está sometiendo a la prueba; entre los dos se interpone un pedazo de esponja para evitar o disminuir al mínimo la transmisión del sonido por contacto. La intensidad del teléfono se ajusta de tal manera que el sonido sea imperceptible a una distancia, sin audífono, de 30 centímetros. La intensidad del sonido apreciado con el audífono se estima separando el receptor de éste a distancias variables del oído de quien escucha, hasta hacerse imperceptible. Comparando la distancia a que se hace imperceptible con la normal, es decir, 30 centímetros, se tiene la relación correspondiente. (6)

Es indispensable hacer notar que no es precisamente la potencia en el voltaje de la batería lo que determina la intensidad del audífono, sino que ella más bien está en relación con las condiciones de los diafragmas, que son los factores de variación de la corriente (7) y que tienen peculiaridades relativas a su espesor, diámetro, empalme y montadura, todas influyentes en su actividad. (8) Así se explica que audífonos de un voltaje de 2.8 den amplificaciones que no alcanzan otros de 4.2. El mayor voltaje en un audífono portátil fué de 6 volts en la revisión de Macfarland.

Prueba de articulación.—Es obvio que si lo que más nos importa en el uso de los audífonos es el lenguaje, ellos deben ser sometidos a pruebas de dicción. Hay que tener en cuenta la complejidad de la voz al ser emitida y, para darse una idea de semejante fenómeno, basta recordar lo que dice Macfarland: "entre 300 y 3,000 vibraciones dobles, esto es en el campo del lenguaje hablado, miles de estas alturas pueden presentarse a la percepción auditiva casi simultáneamente y muchas de ellas deben ser oídas de tal manera que puedan ser

interpretadas como lenguaje"; y Dayton C. Miller, para subrayar lo complejo de la naturaleza de la palabra, pone como ejemplo la presencia de 16 alturas importantes, apareciendo instantáneamente cuando la vocal inglesa "A" tiene su prolación en la palabra "Futher". (9)

Las pruebas de dicción utilizadas en los laboratorios de los Teléfonos Bell son las siguientes:

"Dos operadores y una lista de 8,000 sílabas combinando: consonante seguida de vocal. Vocal seguida de consonante. Consonante, vocal y consonante. Cada sílaba es escrita en un cartoncillo de modo que todas puedan barajarse. Se escoge una lista de cien, tomadas al azar. En un cuarto silencioso uno de los operadores, el que sirve de testigo, obstruye uno de sus oídos con el dedo y se coloca el audífono a prueba en el otro, y el segundo operador lee (no especifica la distancia) a una velocidad de sílaba por segundo o más lentamente si fuere preciso. El que oye repite cada sílaba tal como la percibe y el que lee coloca el cartoncillo en uno u otro lugar, según que la sílaba haya sido repetida correcta o incorrectamente. Supóngase que 75% fueron correctamente oídas, el 25% incorrecto puede ser debido a defecto auditivo del que escucha más bien que a articulación imperfecta del instrumento. Para eliminar este error se repite la lectura después de barajar de nuevo las sílabas y el que oye lo hace ahora sin ayuda del audífono y repite. Supóngase que capta correctamente en estas condiciones un 85%; entonces la media entre 75 y 85, o sea 80, es aceptada como eficiencia de articulación del instrumento. Después se invierten los papeles de los operadores. Se considera que esta prueba de articulación puede ser considerada como perfecta desde el punto de vista práctico. Ninguno de los instrumentos revisados alcanzó un 100%. (10)

Se recomienda también que estas pruebas se hagan utilizando palabras sin sentido de una o dos sílabas y que no se utilicen números por ser más fácilmente reconocibles. (11) "La disonancia de las vocales es muy importante, porque las vocales son el alma de la palabra." Volta, oct., 1927-624-3 y llamada al pie de la pág. 623.

En las pruebas de esta naturaleza hechas por Knudsen & Jones, el que oye lo hace a una distancia de 120 centímetros y no puede ver los labios del que habla y éste puede ser sustituido por un fonógrafo para aminorar los defectos de la prueba que pudieran atribuirse a la

variación en las cualidades del sonido debidas a las alteraciones de la voz. (12)

Pruebas de ruidos.—Ya hemos dicho que llegada la intensidad a cierto grado se hace insoportable, porque alcanza el límite doloroso. A este acontecer debemos agregar otro que no deja de tener importancia en los audífonos eléctricos. En el circuito se producen ruidos que se llaman adventicios y que pueden obnubilar en tal forma las tonalidades que hacen el aparato prácticamente inoperante.

Esto se debe a: “las vibraciones mecánicas que llegan al micrófono, así como a las chispitas que puedan estallar entre los gránulos o entre los gránulos y la placa vibrante”. (13) Sobre esto, “cuando el receptor está demasiado cerca del trasmisor, el sonido que emita el receptor es naturalmente comunicado de nuevo al trasmisor y el circuito aúlla”. (14) Se calcula que la distancia mínima para que no se produzcan tales disonancias, es la de 6 metros entre receptor y trasmisor. (15)

En cuanto al espacio de separación entre el portador del audífono y el que habla, el Dr. Fletcher cree que no hay por ahora en el mercado audífono portátil operante a más de tres metros. (16) Sin embargo, uno de los audífonos modernos trabaja según anuncio y conforme a la revisión de The Survey of Hearing Aids, a 12 metros aproximadamente. El peso de este aparato, de acuerdo con su anuncio, es de tres y media onzas, lo cual se queda muy atrás de las afirmaciones de Knudsen & Jones, quienes dan para el audífono perfecto no transportable prácticamente un peso de 25 libras. (17)

Deficiencias de los audífonos eléctricos.—Las deficiencias de los audífonos eléctricos muchas serán, algunas señalaré anotando que de hecho no invalidan hoy el alivio que pueden ofrecer aquéllos si sus desventajas merman las del sordo.

Tamaño.—Por mínimo que sea el tributo que un hombre rinde a la estética convencional de la figura, no gusta de ofrecerse a la curiosidad impertinente con un adminículo que la provoque y delate la claudicación que tanto se aferra en ocultar. De aquí la insistencia de conseguir audífonos tan pequeños que resultan invisibles, pero inútiles. El tamaño no ha podido ceñirse a la elegancia y, menos afortunado que los anteojos, el audífono desluce como instrumento “bien”. “Es curioso que un calvo, duro de oído, capaz de ponerse una peluca

que de nada le sirve y todo el mundo advierte, se avergüence de llevar un audífono, porque es muy visible." (Hays & Macfarland.) Los únicos aparatos que pudieran llenar la ambición de quienes aspiran a un audífono imperceptible son los tímpanos artificiales, de provecho dudoso en las otitis que han barrido la parte tensa de la membrana del tímpano y de juro en las sorderas de conducción. Excepcionalmente funcionan con buen éxito y son cuerpos extraños estímulo de supuraciones que arruinan la facultad. Sin embargo, tengo una cliente que oye bien con sus tímpanos artificiales, que ella y solamente ella sabe colocarse con acierto. Cuando el oído supura y debe prescindir del artificio nada oye. Ultimamente padece de otorrea de un lado. Compró un audífono eléctrico, según dice, muy inferior al tímpano artificial en su caso. Los tímpanos artificiales se obtienen con pedazos de algodón, tela de salud, etc.; pero respecto a su eficiencia diré con Esent: "Sirven tanto para oír como un ojo de vidrio para la visión."

A pesar de este pesimismo, puede asimilarse a los tímpanos artificiales un pequeño audífono mecánico fabricado por la "Erie Acoustic Company", que se aplica al oído sin alambre ni sostén cefálico. Resulta muy poco notable y provechoso apenas en hipoacusias muy leves. Está hecho de una substancia "increíblemente ligera y pulida".

Ignoro hasta qué punto puede reducirse el tamaño del micrófono sin lesionar su potencia de amplificación. Parece que los diafragmas no pueden disminuir demasiado sin alterar las virtudes del micrófono en cuanto a intensidad. Parece que estos obstáculos erigen cuando se usan en el transmisor tubos al vacío que hacen más voluminoso el audífono y quizás necesitan de mayor voltaje. El problema por resolver es elevar la intensidad sin aumentar el volumen del instrumento, y esto parece que no se ha conseguido.

"Eu cuanto a portación del audífono ideal quizás sea muy difícil hoy comprimir el equipo en un bulto menor de medio pie cúbico y reducir su peso a menos de 20 libras." (18) Es indispensable recordar que se trata del audífono "ideal" y no del audífono práctico que es de uso corriente.

Cuenta Josefina Timberlake, espíritu travieso, que "hace diez años un laboratorio eléctrico construyó un audífono para un hombre tan sordo como opulento, que resolvió pagar a cualquier precio el aparato que lo hiciera oír en su propia casa. Resultó poco menos volu-

minoso que un piano grande y reductor de su haber en algunos miles de dólares, mas pudo cosechar lo que deseaba en tanto que los sonidos pudiesen caer dentro su campo tonal. Muy pronto nuevos ricos excitarán a los técnicos en electricidad para que trabajen en sus casos y, antes de mucho tiempo, el oído podrá reconstruirse funcionalmente si los sordos no reparan en el monto del valor del aparato ni insisten en portarlo". (19)

La finalidad del audífono es hacer oír al sordo. Se trata de un problema de fisiopatología y acústica médica.

Enfrentemos audífono y vibración que suena; intensidad, altura, timbre. La intensidad ha sido prácticamente conquistada por los audífonos portátiles. Razones que dí en otro lugar manifiestan que un audífono necesita de hecho 20 db., y teóricamente de 50 para ser útil. No hay audífono portátil en la actualidad que alcance 50 db. En cuanto a las frecuencias o alturas, los audífonos reproducen bien las que necesita la voz, pero hay dos fenómenos que alteran la pureza de la reproducción del lenguaje: el llamado ruido de fondo que se produce en el amplificador y ruidos parásitos cuyo origen he señalado. La construcción y funcionamiento pertenecen a la técnica especial de los peritos en electricidad y escapan a mi conocimiento. Ruidos de fondo y ruidos parásitos son inherentes al sistema eléctrico de los aparatos y no se deben a la voz. Estos defectos tienden a desaparecer con el uso de condensadores. La construcción y funcionamiento de ellos pertenecen a la técnica especialísima de los peritos en acústica eléctrica y escapan a mi conocimiento.

El segundo fenómeno es la disonancia que sí parece en relación con la voz. Esta palabra disonancia debe tomarse en el caso con ciertas reservas si se acepta la explicación que ofrezco. Se sabe que "la voz humana es un sonido musical formado por un sonido fundamental y sus armónicos y no por la superposición de un sonido discordante al sonido fundamental". (Broca. Física Médica. 331-2.) Se sabe que los sordos oyen mejor ciertos elementos del lenguaje que otros.

Sucede que el hipoacúsico capta notas que no necesitan amplificación, y pierde las que sí la han menester, pero el audífono intensifica unas y otras, incluyendo los armónicos. Resulta que las notas que se oyen bien serán indebidamente amplificadas con relación a las que se oyen mal, provocando un desequilibrio en la percepción y por concomitancia un desarreglo en la imagen auditiva. Quizás agregada

a este desequilibrio haya verdadera disonancia en el sentido señalado por Broca y todos los físicos de que los armónicos baten entre sí o con un sonido fundamental que no es el suyo. Se trataría, pues, de una verdadera distonía: "producción simultánea de dos sonidos de diverso timbre sobre la fonación". (Distonía. Diccionario Sopena.)

Es indispensable fijarse en esta condición "sobre la fonación, porque no se concibe cómo las cuerdas vocales pueden producir dos sonidos simultáneos". Dicho sea que el vocablo distorsión usado por algunos al referirse a este defecto de los audífonos, es un barbarismo y, además, en castellano significa "torsión más o menos violenta de las partes de cuerpos organizados; las hay de los huesos y de los ojos". (Diccionario Sopena. Palabra distorsión). En cuanto al nombre disfonía tampoco debe usarse, porque denota en medicina algo muy diferente.

La distonía o desequilibrio que apunté se ha corregido en los aparatos no portátiles por el sistema de filtros eléctricos que impiden el paso al amplificador de frecuencias que no han menester de intensificación. "Filtro paso alto", "paso bajo" y "paso de banda", pero en los audífonos portátiles no ha sido posible hasta hoy adaptar estos recursos y se ha optado por "usar diferentes tipos de diafragmas en los micrófonos, o diferentes tipos de amplificadores electromecánicos que no producen diferencias apreciables en las amplificaciones requeridas". (Jones & Knudsen-Laryngoscope, julio de 1936. Pág. 535-11.)

Así, pues, la amplificación seleccionada de tonos en los aparatos portátiles no se ha conseguido todavía, aunque otra cosa digan los anuncios comerciales.

No me ocuparé en los defectos que todo aparato eléctrico puede presentar incidentalmente, como desconexiones, etc.; pero sí es necesario saber que las pilas se agotan más pronto de lo que era de esperarse. Sin embargo, hay quienes vocean pilas que trabajan 15 horas diariamente durante un año. "El desgaste de los amplificadores se inicia desde que se conectan y pueden ser inútiles en muy poco tiempo."

Tengo fe en que todas estas imperfecciones han de superarse. Hay un interés mayor que el científico, más grande que el ortopédico, el interés comercial que ha dado con un filón. El audífono ideal ha de reflejar la imagen pura de la voz humana, sí que también los rui-

dos, la música y todo el mundo sonoro se ha de valer como superación de una miseria del hombre restituyéndole un sentido. Hasta hoy nos entretenemos en explicar sus limitaciones, mañana olvidaremos cómo fueron vencidas. Este es un capítulo en marcha, y lo escrito señala un momento fugitivo en el empuje de la ciencia, la ignorante a quien Hugo negó el derecho a reír.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Proceedings of The Annual Meeting of The American Federation of The Organizations for The Hard of Hearing, pág. 629. Artículo "Discusión"
- (2) Id. id. que el anterior.
- (3) Knudsen & Jones. Laryngoscope, enero de 1935, pág. 8.
- (4) Id. id. que el anterior, pág. 56-26.
- (5) Revista Volta, junio de 1936, pág. 339, línea 7.
- (6) Revista Volta, octubre de 1937, pág. 606-36, 1ª columna.
- (7) Revista "Ciencia y Paciencia", junio de 1936, pág. 83-4. W. L. Bragg.
- (8) Revista Volta, octubre de 1927, pág. 604-17. Macfarland.
- (9) Id. id. que la anterior, pág. 601-23, 2ª columna.
- (10) Id. id. que la anterior, pág. 604-17. Macfarland.
- (11) Revista Volta, julio de 1936, pág. 374-15.
- (12) Laryngoscope. Knudsen & Jones, enero de 1935, pág. 65, último párrafo.
- (13) P. Hermandinquer. Annales de Prothese Auriculaire; "Les Variations de tonalité en Prothese Auriculaire".
- (14) Laryngoscope, enero de 1935-40.
- (15) Id. id. que el anterior, pág. 52-40.
- (16) Revista Volta, octubre de 1937, pág. 631-4.
- (17) Knudsen & Jones, Laryngoscope, enero de 1935, pág. 52-36.
- (18) Id. id. que el anterior, pág. 52-21.
- (19) Revista Volta, abril de 1936, pág. 228-2.