

Francisco Lorenzo Carrasco

Exploración audiométrica y adaptación de prótesis auditivas



ÍNDICE

PROLOGO	9
INTRODUCCIÓN	11
NOCIONES BÁSICAS DE FÍSICA ACÚSTICA	15
ELEMENTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DE LA AUDICIÓN	25
1. Anatomía	29
Aparato de transmisión	30
Aparato de percepción	32
2. Fisiología	35
2.1 Pabellón de la oreja	35
2.2 Conducto auditivo externo	36
2.3 El tímpano	36
2.4 La cadena osicular	36
2.5 El oído interno	37
2.6 La percepción	39
TEORÍAS SOBRE LA FISIOLÓGÍA COCLEAR	41
1. Teoría de Helmholtz	43
2. Teoría de Rutherford	43
3. Teoría de la onda viajera de Von Békésy	43
4. Teorías actuales	44
ESTUDIO AUDIOMÉTRICO	45
1. Audiometría tonal liminal: técnica	60
2. Métodos de clasificación de las pérdidas auditivas	63
2.1 Método de Kindney	63
2.2 Método CATF	65

2.3 Método biaural	65
2.4 Clasificación clínica	66
3. La audiometría subjetiva, tonal, liminal, aérea y ósea	66
4. Técnicas de ensordecimiento	79
4.1 Técnicas de ensordecimiento del oído opuesto al testado	81
4.2 Técnicas de ensordecimiento del oído testado	83
4.2.1 Prueba de Rainville	83
4.2.2 Test de Jerger y Tillman	86
5. Audiometrías supraliminales	87
5.1 Prueba de Fowler	89
5.2 Prueba de Lüscher y Zwislocki	92
5.3 El S.I.S.I. test	93
6.- Audiometría automática	95
6.1 Umbral medio	98
6.2 Umbral diferencial	100
7. Tone decay	101
8. La audiometría vocal	102
8.1 Análisis de las gráficas logaudiométricas	106
8.2 Lista de palabras balanceadas	110
8.3 Logaudiometría sensibilizada	111
9. La presbiacusia	113
10. Trauma acústico	115
11. Audiometrías objetivas	117
11.1 Métodos electrofisiológicos	117
11.2 Electrocoqueografía	118
11.3 Electroencefaloaudiometría (E.R.A.)	120
11.4 Potenciales evocados	120
11.5 Las respuestas del tronco encefálico (B.E.R.A.)	121
12. Métodos reflejos	122
13. Audiometrías infantiles	123
13.1 Desencadenamiento de reflejos	124
13.2 Técnicas basadas en la evidencia de reflejos condicionados	125
13.2.1 Reflejo cocleopalpebral condicionado	126
13.2.2 Método de los dos biberones	126
13.2.3 Reflejo cocleocefálico condicionado	126
13.3 «Peep - Show»	127
13.4 «Go» - test	129
13.5 La logaudiometría infantil	130
LA IMPEDANCIOMETRÍA	133
DETECCIÓN DE SORDERAS SIMULADAS	143
1. Repetición de audiometrías	145

2. Test de Azzi	145
3. Prueba de Stenger	146
4. Reflejos de acomodación	146
ADAPTACIÓN DE PRÓTESIS AUDITIVAS	149
1. Introducción	151
2. Sistemas limitadores	159
2.1 Sistemas limitadores de potencia de salida	160
2.2 Sistemas limitadores de la ganancia	161
3. Analizadores de prótesis	163
4. Métodos de selección de prótesis	169
4.1 Método de la mitad de la ganancia	170
4.2 Método de Berger	170
4.3 Método Pogo I	172
4.4 Método Pogo II	172
5. El molde auditivo	181
5.1 Diferentes tipos de molde	182
5.1.1 Ocluyentes	182
5.1.2 Abiertos o no ocluyentes	185
5.2 Consideraciones sobre los moldes y tuberías	186
6. Impresión del molde	189
7. Prótesis digitales	192
8. Normas prácticas generales de adaptación de prótesis	193
9. Rehabilitación auditiva	195
10. Cuidados y control de las prótesis	197
EL IMPLANTE COCLEAR	199
1. Conceptos generales	201
2. Clasificación de los implantes cocleares	204
3. Requisitos para el implante coclear:	204
4. Condiciones audiométricas	205
5. Conclusiones	206
6. Precauciones con los implantados	206
7. Rehabilitación	207
BIBLIOGRAFÍA	209

PREFACE

TO AUDIOLOGY HANDBOOK (PROF. F. LORENZO)

Audiology, the study of hearing impairment and its remediation, and speech/language therapy, are areas of knowledge and practice which have many points of contact and overlap. Hearing impairment in children and adults can result in significant changes to aspects of speech, language and communication; speech and language therapy clients may have hearing difficulties, for example those who are elderly, which could affect remediation strategy; developmental and acquired conditions very often affect hearing status as well as speech, language and communication. For these and other reasons, it is crucially important for speech and language therapists to be fully conversant with audiological assessment and rehabilitation in children and adults.

This useful and informative text has been written to provide students training as speech and language therapists with a comprehensive and accessible resource to support their audiological training. Professor Lorenzo has many years experience in this field, and the text reflects this experience coupled with a clear understanding of the audiological knowledge-base to be found in this area of service provision in Spain.

25th January 1999

Professor John Bamford
Centre for Human Communication and Deafness
University of Manchester

PRÓLOGO

AL MANUAL DE AUDIOLOGÍA (Profesor F. Lorenzo)

Audiología, el estudio de los problemas auditivos y su remedio, y Logopedia, son áreas del conocimiento y de la práctica que tienen muchos puntos de contacto y coincidencias. Las dificultades auditivas en niños y adultos pueden dar lugar a cambios significativos en diversos aspectos del habla, del lenguaje y de la comunicación; los pacientes de Logopedia pueden tener dificultades auditivas, por ejemplo: los ancianos, que pueden afectar a la estrategia de rehabilitación; las afecciones del desarrollo y adquiridas, muy a menudo afectan a la capacidad auditiva y al habla, lenguaje y comunicación. Por estas y otras razones, es de importancia crucial que los logoterapeutas estén completamente familiarizados con la evaluación y rehabilitación audiológica en niños y adultos.

Este texto, útil y formativo, se ha escrito para proporcionar a los estudiantes de logopedia un material accesible y general en que apoyar sus prácticas en Audiología. El profesor Lorenzo tiene muchos años de experiencia en este campo, y el texto refleja esta experiencia junto a una clara comprensión de la base de conocimiento audiológico que se encuentra en este área de prestación de servicios en España.

25th January 1999

Professor John Bamford
Centre for Human Communication and Deafness
University of Manchester

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores determinantes en el proceso de adquisición del lenguaje oral por el hombre, es la audición.

Y esto tanto es así que, no sólo la carencia, sino el déficit significativo funcional del órgano sensorial de la audición, se va a traducir en una abolición o en un deterioro más o menos significativo de dicho proceso.

Y al hablar de abolición o deterioro del proceso de adquisición del lenguaje oral, es obvio que lo será del resultado final: la comunicación.

Es del lenguaje coloquial la expresión: «sordo-mudo», haciendo referencia a esas personas que son incapaces de expresarse oralmente por no haber podido asimilar el proceso de la adquisición del lenguaje oral, debido a una carencia o a un déficit grave de la audición.

Pero sin llegar al extremo de la mudéz, nos encontramos con relativa frecuencia a personas que, al no tener una pérdida total y tener por lo tanto más o menos restos auditivos, han podido adquirir, en mayor o menor grado, con más o menos deterioro, el lenguaje oral.

Así, tendremos a personas hipoacúsicas con voz de falsete, nasalización, omisiones, alteraciones de la construcción frásica, etc.

Hasta ahora, hemos hecho referencia al aspecto emisor, dentro de la dinámica comunicacional. Pero algo parecido nos pasa si situamos al sujeto con carencias auditivas como receptor. Es cierto que muchos hipoacúsicos desarrollan una habilidad que, hasta cierto punto, palió su déficit auditivo en la comunicación oral: la lectura labial o habilidad de «ver» en los labios de su interlocutor lo que está diciendo. Pero a pesar de ello tendrá graves problemas para comprender el mensaje que se le está enviando. Y aún así, sólo podrá entender los códigos que posee.

Y dado que el fin último del logopeda es restablecer la comunicación alterada, es lógico comprender que en el proceso formativo de estos profesionales han de ocupar

lugar preferente las técnicas de diagnóstico y detección de las disfuncionalidades auditivas, así como conocer las pedagógicas y de aprendizaje tendentes a paliarlas y conseguir la integración social del sujeto afectado, de la forma más normalizada posible.

Pero la audición no solamente es la vía casi exclusiva de la adquisición del lenguaje oral sino que, junto con la visión, posibilita la relación del hombre con el entorno y su interacción con él. La pérdida, pues, de la audición, o un déficit significativo de la misma, implica un deterioro, más o menos acusado, de dicha capacidad de relación con las enormes implicaciones que ello conlleva en la maduración y comportamiento.

Las dos vías de más relevancia en esa interacción con el entorno son la audición y la visión. Con toda seguridad en más de una ocasión nos habremos planteado la cuestión de cuál de las dos vías tiene más importancia en esa interacción con el medio. Recientes estudios psicológicos parecen poner en evidencia la supremacía de la audición sobre la visión. Sin querer entrar en más detalles, baste señalar que mientras la visión podemos abolirla a voluntad (basta cerrar los ojos), no ocurre lo mismo con la audición. Es más, está demostrado que la audición se desarrolla antes (con apenas horas de vida la cóclea alcanza la madurez suficiente para responder a estímulos sonoros, mientras la visión necesitaría casi un mes) y es el último sentido en perderse en caso de desvanecimiento o muerte. Podemos, pues, asegurar que el sonido nos acompaña a lo largo de toda nuestra vida de forma permanente.

Conscientes de esa importancia, otólogos, audiometristas, electrónicos, psicólogos, pedagogos, etc., han aunado esfuerzos en busca de soluciones para las deficiencias auditivas. Esto ha originado una auténtica eclosión de esta ciencia que ha logrado en los últimos años unos niveles técnicos y científicos más que notables.

No obstante, este libro solamente pretende ser una ayuda al logopeda, orientándole en la interpretación y valoración de los posibles informes y diagnósticos que, acerca de un paciente con problemas de audición, puedan remitirle otros profesionales. Y no solamente la interpretación y valoración, sino que, además, el logopeda debe saber obtener de ellos una serie de datos imprescindibles para establecer las pautas rehabilitadoras. En ningún momento nos hemos planteado, y desde luego este libro no lo pretende, el que el logopeda realice dichos diagnósticos o informes audiométricos, que es campo de otros profesionales. Otra cosa es que el logopeda deba realizar su informe y diagnóstico de los problemas comunicacionales derivados de un problema auditivo, así como establecer las pautas rehabilitadoras y que para ello necesite una serie de parámetros que el informe y diagnóstico audiométrico le aportan. Ésa es nuestra pretensión.

Así pues, a lo largo de esta obra, vamos a exponer las diferentes técnicas audiométricas que entendemos que todo logopeda debe conocer y saber valorar.

Por otra parte queremos que los alumnos de **FONO-LENG**, centro afiliado a la Universidad de Manchester, en su proceso docente conducente a la obtención del **BACHELOR OF SCIENCE WITH HONOURS IN LOGOPEDICS**, título de dicha Universidad y de plena validez en el Reino Unido, tengan una bibliografía adaptada

a sus programas y que, de alguna manera, les sirva de ayuda en la adquisición de sus conocimientos. En ese sentido, el jefe de nuestro Departamento de Experimental, don Ángel Garrido Bullón, ya ha publicado su obra «ELEMENTOS DE FÍSICA GENERAL», adaptada al programa de dicha asignatura de 1.º curso, así como «ELEMENTOS DE FÍSICA ACÚSTICA», adaptada al de 2.º Esta obra, pues, es el complemento y continuación de las referidas.

editorialcepe.es

**NOCIONES BÁSICAS
DE FÍSICA ACÚSTICA**



EditorialCepepe.es

Para poder comprender, no ya las diferentes pruebas audiométricas que nos evidenciarán las peculiaridades auditivas de cada sujeto, sino hasta el mismo proceso de la audición, es necesario tener unos conocimientos mínimos sobre la naturaleza del sonido, su propagación y efectos. Vamos a estar utilizando de forma continua unidades como hercio (Hz) y decibelio (dB), conceptos como intensidad y frecuencia, etc. Es necesario, pues, que antes de abordar el estudio propiamente dicho de las diferentes técnicas audiométricas e, incluso, de la fisiología auditiva, dediquemos un breve capítulo a explicar dichos conceptos. No obstante, el lector podrá profundizar en ellos en cualquier tratado de Física Acústica.

Se denomina Física Acústica a la parte de la Física que estudia la producción, propagación y efectos del sonido.

Lo primero, pues, que tenemos que tratar de definir es el concepto de sonido. Si preguntamos a cualquier persona qué entiende por tal, el 90 por 100 de las respuestas que nos dará el vulgo, serían algo así como: «lo que se oye», «lo que se percibe por los oídos»... Están haciendo referencia a lo que el sujeto «siente» o «percibe» a través del órgano sensorial de la audición.

Y ése es el aspecto **subjetivo** del sonido. Pero es evidente que esa percepción acústica tiene que tener un soporte físico que la provoca. El soporte físico que origina, al ser captado por nuestro oído, la sensación de sonido, es el aspecto **objetivo** del sonido.

El sonido, objetivamente considerado, se define como las variaciones de presión en un medio elástico, capaces de excitar el órgano sensorial de la audición.

Si consideramos el aspecto subjetivo, diremos que para una persona hay sonido cuando su órgano de la audición es capaz de detectar y reconocer esas variaciones de presión.

Es fácil comprender que el aspecto objetivo del sonido lo podemos fácilmente cuantificar en unidades físicas (cualquier unidad de presión puede valerlos: Dinás por centímetro cuadrado, Newtones por metros cuadrado, etc.), por ser variaciones de presión. Hay variedad de instrumentos capaces de darnos no sólo un valor cuantitativo, sino hasta una representación gráfica de dichas variaciones de presión. Es obvio que si colocamos varios de estos instrumentos en el mismo punto del medio elástico en donde se están produciendo dichas variaciones de presión, todos nos indicarán los mismos parámetros.

No nos sucede lo mismo cuando se trata del aspecto subjetivo. Cuantificar este aspecto es más complejo, como veremos en el siguiente apartado, por tratarse de una percepción personal. Y por otra parte, si colocamos a varias personas en el

mismo punto del medio elástico, en donde tenemos sonido «objetivo», no todas tendrán la misma «percepción subjetiva». Supongamos que tenemos un sonido, de un valor objetivo X, como puede ser un despertador sonando. Tengamos en un punto próximo al despertador a dos personas, una de audición normal y otra totalmente sorda. Es claro que la primera percibirá perfectamente el sonido del despertador, mientras que la segunda no. Otro ejemplo nos lo aclarará más. Supongamos que tenemos un sonido con valor de 60 dB (ya veremos más adelante lo que significa dB). Dicho sonido lo pueden percibir tres personas, una normal, y por lo tanto sin pérdida de audición, otra ligeramente sorda, y con pérdida auditiva de 40 dB, y otra muy sorda, y con pérdida auditiva de 90 dB. Se comprende fácilmente que la primera persona percibirá íntegramente los 60 de valor objetivo del sonido, la segunda percibirá 20 (por tener 40 de pérdida) y la tercera no percibirá nada. Éste es el aspecto subjetivo del sonido y que hace referencia a la percepción personal del mismo y que va a depender, principalmente de la integridad funcional del órgano de la audición de cada sujeto.

Así pues, hemos dicho que el sonido está originado por variaciones de presión en un medio elástico capaces de inervar nuestro órgano de la audición y, por consiguiente, originarnos sensación de sonido. Ahora bien, esas variaciones de presión, que deben mantenerse a lo largo de un tiempo, estarán originadas por un cuerpo capaz de oscilar, por lo que debe ser elástico. Este movimiento vibratorio se transmite a las moléculas del entorno (medio sólido, líquido o gaseoso) que están junto a él. Estas moléculas transmiten el impulso a sus vecinas... y así sucesivamente hasta llegar al oído (se transmite, pues, la energía, no la materia). Esta transmisión de la energía a través del medio se hace a una determinada velocidad que va a depender de la densidad y de la elasticidad de dicho medio. Así, en el aire, el sonido se desplaza a una velocidad de 340 m. por segundo mientras que en el agua lo hace a 1.400 m. por segundo y en los sólidos a 1.900 m. por segundo.

Es fácil comprender que en vacío el sonido no puede propagarse dado que no hay moléculas que posibiliten la transmisión.

Supongamos que tenemos una varilla elástica de forma que si la desplazamos hasta la posición «B» (figura 1) y la soltamos, iniciará un movimiento oscilatorio adoptando sucesivamente las posiciones «A», «C», «A», «B», «A», oscilaciones que, de no haber una fuente de energía que compense las pérdidas por inercia, rozamiento, etc., irán perdiendo amplitud hasta volver a quedar la varilla inmóvil.

La varilla, al oscilar, desplaza las moléculas «comprimiéndolas» y «descomprimiéndolas», dando lugar a variaciones de presión que, si alcanzan los valores adecuados de frecuencia e intensidad, pueden ser origen sonoro.

Ahora bien, la varilla, en sus oscilaciones, provoca unas variaciones de presión que serán tanto mayores cuanto más amplia sea su oscilación, invirtiendo un tiempo en ello. Esto podemos traducirlo a una representación gráfica que nos muestre, de forma clara y precisa, dicho movimiento.

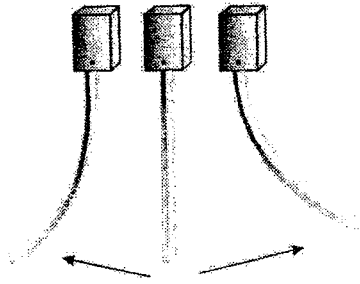


Figura 1

Supongamos que al final de la varilla (figura 2) ponemos un trazador y hacemos deslizar un papel sobre el que el trazador va «dibujando» las oscilaciones. Podemos tener algo parecido a la figura adjunta:

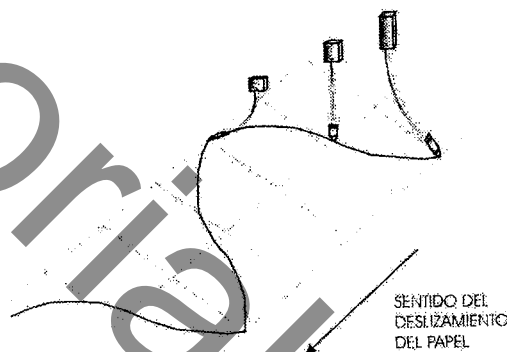


Figura 2

Podemos, pues, de forma general, representar gráficamente el sonido mediante una línea ondulada que va tomando unas variaciones de presión a lo largo del tiempo. Algo parecido a la figura 3.

Como podemos observar, la presión va variando no siempre en el mismo sentido, sino que va tomando diversos valores primero en un sentido (por ejemplo, ascendente) para después tomar el sentido contrario (descendente), adquiriendo valores positivos (por encima del valor inicial al que consideramos «0») o negativos (por debajo de dicho valor «0» inicial).

Aunque para muchos de los lectores no sea necesario, queremos aclarar que nos estamos refiriendo a presiones «relativas», es decir, variaciones de la presión respecto a una inicial dada, a la que denominamos presión «0» o presión «inicial», dado que no ha sufrido ninguna modificación. Hablaremos de presiones «positivas» a las que sean superiores a la inicial o «0», presiones negativas a las que sean inferiores a

dicha presión inicial y hablaremos de presión «0» ante presiones iguales a la inicial. En nuestro ejemplo, la presión inicial «0» sería la correspondiente a la varilla elástica en su posición de reposo (o, una vez iniciado el experimento, la presión «0» correspondería al paso de la varilla por esa posición).

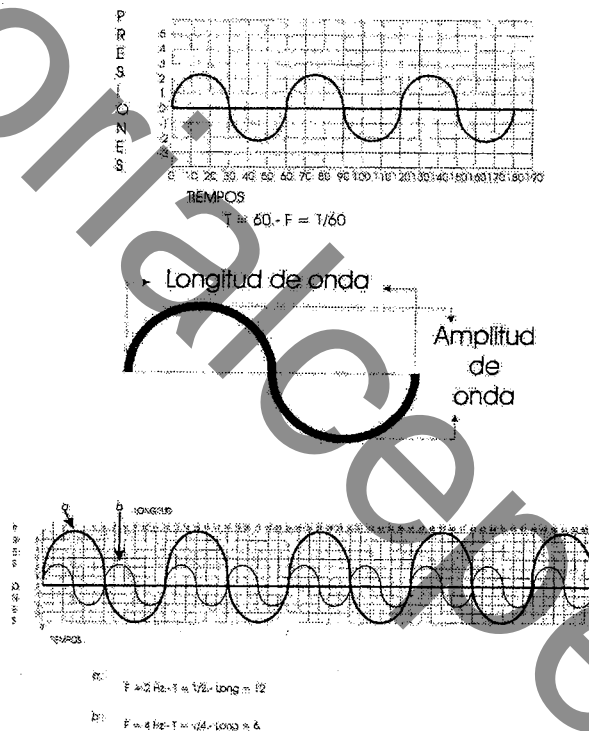


Figura 3

Son, pues, presiones y depresiones mantenidas por la fuente productora del sonido y enviados al medio elástico, transmitiéndose a través de éste (se transmite la presión, no la materia).

Si analizamos el proceso, observamos cómo hay unos parámetros que se repiten: la presión que comienza en el punto 0, va aumentando hasta alcanzar el máximo valor (a dicho valor se le llama «cresta»), a partir de la cual, empieza a descender, alcanza el valor 0 y sigue descendiendo hasta alcanzar un máximo valor negativo o máxima depresión (valle), volviendo nuevamente a incrementarse o ascender la presión, hasta alcanzar nuevamente el valor 0. Y este proceso va a seguir repitiéndose de forma reiterada mientras dure el sonido. A este parámetro descrito y que forma como una unidad que se va repitiendo se le denomina «oscilación» u «onda».

En esta «onda» podemos distinguir:

- La longitud, sobre el eje horizontal o del tiempo, desde el comienzo hasta el final. A dicha longitud la denominaremos **LONGITUD DE ONDA**

- La distancia en el plano vertical (ordenada) entre la cresta y el valle. A dicha distancia la denominamos **AMPLITUD DE ONDA**.
- También podemos observar que la onda tarda un tiempo en producirse. Al tiempo invertido en esa producción se le denomina **PERÍODO**. «**PERÍODO**», pues, es el tiempo invertido en la producción de una onda completa.
- Pero haciendo relación al tiempo, también podemos establecer el número de oscilaciones que se producen en la unidad de tiempo. A ese número de oscilaciones que se da en la unidad de tiempo se le llama **FRECUENCIA** y su unidad es el **HERTZ**, que es el número de oscilaciones por segundo que presenta una onda. Así, si decimos que una onda tiene una frecuencia de 500 Hercios (Hz), estamos diciendo que presenta 500 oscilaciones por segundo. Es evidente que el tiempo invertido en una sola oscilación es de $1/500$.

Llamando T al período y F a la frecuencia, evidentemente tendremos la relación $T = 1/F$.

Ahora bien, esas variaciones de presión se desplazan en un medio elástico a una determinada velocidad que estará determinada, entre otros factores, por la facilidad que presente el medio a ese desplazamiento. Si denominamos «g» a la longitud de onda, podemos establecer la relación:

Longitud de onda = Velocidad x período

$$g = V \times T; \text{ pero como } T = 1/F,$$

Tendremos: $g = V \times 1/F$; de donde $g = V/F$.

Es decir, que la longitud de una onda será directamente proporcional a la velocidad de propagación, e inversamente proporcional a su frecuencia. Las ondas sinusoides perfectas que hemos visto hasta ahora, muestran ejemplos correspondientes a un sonido «puro» que mantiene sus parámetros de forma constante. Esto sólo es posible de obtener en laboratorio. Los sonidos que se producen en nuestra vida cotidiana, no son «puros», no mantienen sus parámetros de forma inalterable, sino que varían constantemente, por lo que su representación no será la sinusoides que hemos visto hasta ahora, sino algo parecido a la figura 4.

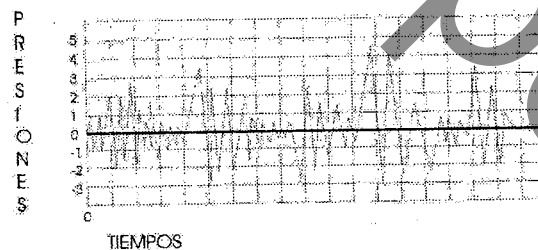


Figura 4

De todas formas, los parámetros estudiados como longitud, amplitud, frecuencia, etc., siguen siendo válidos.

Como decíamos anteriormente, los sonidos que nos rodean, nuestra propia voz, está cambiando constantemente de intensidad, de frecuencia... ¿Qué parámetros son los que determinan que un sonido sea más o menos fuerte o más o menos grave?

LA FRECUENCIA es el parámetro que determina el que un sonido lo percibamos más grave o más agudo. Cuanto mayor sea la frecuencia, más agudo será el sonido e inversamente, cuanto menor sea la frecuencia más grave será el sonido. Como ya vimos la frecuencia se mide en HERTZ (Hz).

LA AMPLITUD de onda va a determinar la INTENSIDAD o la fuerza de un sonido. Vimos que amplitud era la diferencia (distancia) entre cresta y valle y al ser ambos puntos de presión, esa diferencia sería una medida de presión. Por lo tanto, al referirnos a la amplitud, podemos establecerla en cualquier unidad de presión: Pascal, atmósfera, Nw/m^2 , Dn/cm^2 , etc.

Decíamos anteriormente que los sonidos que nos rodean en nuestra vida cotidiana, no son puros y tendríamos que añadir que no son «únicos», puesto que lo normal es que se estén produciendo varios sonidos a la vez. Estos sonidos, se entremezclan en el aire, produciéndose un «**BATIDO DE ONDAS**», siendo el estudio de sus efectos uno de los capítulos más complejos de la Física Acústica. Nosotros sólo vamos a ver el caso más simple de batido: cuando se mezclan ondas de la misma frecuencia, y esto sólo en dos supuestos: cuando están en fase y cuando estén en contrafase.

Supongamos, por lo tanto, que se mezclan dos ondas de la misma frecuencia, pero de distinta amplitud. Al mezclarlas (figura 5) o superponerlas, pueden hacerlo:

En fase: Cuando las crestas de ambas ondas están en la misma vertical, al igual que los valles.

En contrafase: Cuando la cresta de una onda está en la vertical del valle de la otra y viceversa.

Cuando dos ondas están en fase, dan una resultante que tiene la misma frecuencia de las componentes y por amplitud la suma de las amplitudes de los referidos componentes.

Cuando dos ondas están en contrafase dan una resultante que tiene la misma frecuencia de las componentes, y por amplitud la diferencia de sus amplitudes, en el sentido de la mayor.

Es de suma importancia tener en cuenta los estudios de Batidos para determinar las condiciones acústicas de un local, pues va a depender de sus dimensiones, volumen y forma el que amplifique o atenúe determinadas frecuencias, dándole unas características de sonoridad propias.

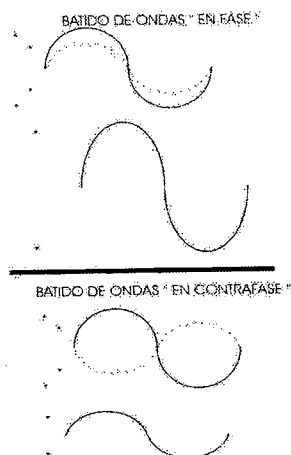


Figura 5

Pero no solamente tenemos que considerar el «batido» de ondas como la mezcla de sonidos originados por diferentes fuentes acústicas, sino que tenemos que contar con el fenómeno de los **ARMÓNICOS**. Siempre que se produce un sonido puro o no puro, automáticamente hacen aparición, de forma conjunta, sus armónicos. Pero ¿qué son los armónicos de un sonido? Los correspondientes a los múltiplos de su frecuencia.

Supongamos que la cuerda de un violín oscila 2.000 veces por segundo, es claro que el sonido que oiremos tendrá una $F = 2.000\text{Hz}$. Sin embargo esto no es cierto del todo, pues de forma conjunta, como ya dijimos antes, habrán aparecido mezclados los armónicos (múltiplos de la frecuencia 2.000) y que serán los correspondientes a las frecuencias 4.000, 8.000, 16.000, 32.000, ...

Ahora bien, estos armónicos van perdiendo intensidad en progresión geométrica, a medida que se aleja del original, llamado fundamental y que en nuestro caso es el de 2.000 Hz.

Cuando la fuente productora del sonido fundamental se encuentra dentro de una cavidad, como puede ser en una trompeta, un piano, o en nuestra propia laringe cuando hablamos, por las leyes de los batidos de ondas y debido a las dimensiones y forma de dichas cavidades, unos armónicos se resaltarán más que otros y esto se va a traducir en que oiremos «distintos» los sonidos producidos por diferentes fuentes, aunque la frecuencia fundamental sea la misma.

Así, si tenemos un piano y una trompeta interpretando la misma melodía, nos daremos cuenta de que están tocando lo mismo, que están dando las mismas notas musicales, pero suenan de forma distinta.

Este mismo fenómeno es el que nos permite reconocer las voces de nuestros familiares y amigos, pues la laringe de cada persona es distinta en cuanto a forma,

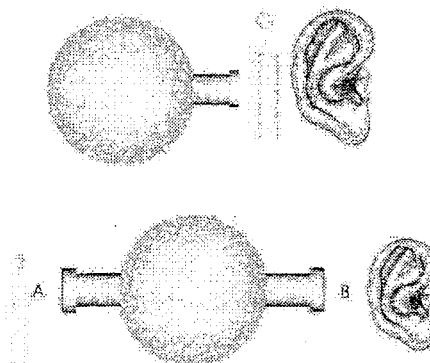
volumen y elasticidad de sus músculos, lo que redundará en que cada una de nuestras laringes amplificará en mayor o menor grado cada uno de los armónicos por lo que cada voz será distinta.

Esta característica peculiar de cada sonido, que nos permite reconocer su fuente sonora, se llama **TIMBRE**.

De forma abreviada, los parámetros fundamentales de un sonido serían:

- El número de oscilaciones por segundo, llamado **FRECUENCIA** (también llamado **TONO**), y que nos determina el que un sonido sea más o menos grave o agudo.
- La amplitud de las oscilaciones que van a determinar que oigamos con mayor o menor fuerza un sonido y que denominamos como **INTENSIDAD**.
- La resultante del batido de la fundamental más sus armónicos, y que nos permite reconocer la fuente sonora, se llama **TIMBRE**.

Una gran importancia tiene la **RESONANCIA ACÚSTICA**, que es el fenómeno que se define como la peculiaridad que se presenta cuando el aire de una cavidad (caja acústica, cavidades laríngeas y supralaríngeas humanas, etc.) ante un sonido de frecuencia determinada (cada cavidad necesita una específica, dependiendo de su forma y volumen), entra en vibración amplificando de forma considerable el sonido inicial. A la cavidad se le llama «resonador» y al sonido inicial «resonante». Como ejemplo clásico de resonador es el matraz de Helmholtz, (figura 6) que es un recipiente de forma más o menos redondeada, de paredes rígidas y cuello estrecho. Si hacemos sonar un diapasón junto a su boca (la frecuencia del diapasón dependerá del volumen del matraz) el aire de su interior entra en vibración, oyéndose, de forma amplificada, el sonido originado en el diapasón.



Modelo 1

Modelo 2

Figura 6

En el modelo 1 el sonido originado por el diapasón se introduce en el matraz por el mismo orificio que se percibe el sonido, mientras que en el modelo 2, el sonidos se inyecta por la boca A y se percibe por la B.

Desde hace unos años hemos podido evidenciar con preocupación el alarmante crecimiento de los problemas de audición. Problemas que van alcanzando, inexorablemente, a edades cada vez más jóvenes.

Hábitos tan perniciosos como el de oír música con auriculares, sobre todo si estos "sellan" el conducto auditivo, a un volumen exageradamente alto... Modas como la de asistir a locales cerrados con un nivel de ruido literalmente ensordecedor... Son factores que inciden de forma decisiva en el incremento, sobre todo en la gente joven, de los problemas de audición.

Médicos, logopedas, profesores,... son profesionales que, cada día, han de enfrentarse a esta realidad.

Con la presente obra —dirigida preferentemente a logopedas y profesores especializados en audición y lenguaje y estudiantes de estas disciplinas, sin olvidarnos de médicos de medicina general, pedagogos, psicólogos y padres de deficientes auditivos— pretendemos que estas personas, por una parte, sean capaces de detectar esta disfunción sensorial en un paciente, alumno o hijo, y, por otra, la de interpretar el diagnóstico e informe que pudieran remitirle otros profesionales, así como ser conscientes de la incidencia que dicha disfunción tiene en el proceso comunicacional, en función de su etiología y severidad.

Edición renovada con un un nuevo capítulo: Implantes cocleares.

ISBN 978-84-7869-350-4



9 788478 693504



CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN PREESCOLAR Y ESPECIAL

General Pardiñas, 95 - 28006 Madrid

Tel.: 91 562 65 24 - Fax: 91 564 03 54

clientes@editorialcepe

www.editorialcepe.es