



FACULTAD DE INGENIERIA UBA
CATEDRA DE HIGIENE Y
SEGURIDAD INDUSTRIAL

ING. ELISABETH RIZZO

earizzo@yahoo.com.ar

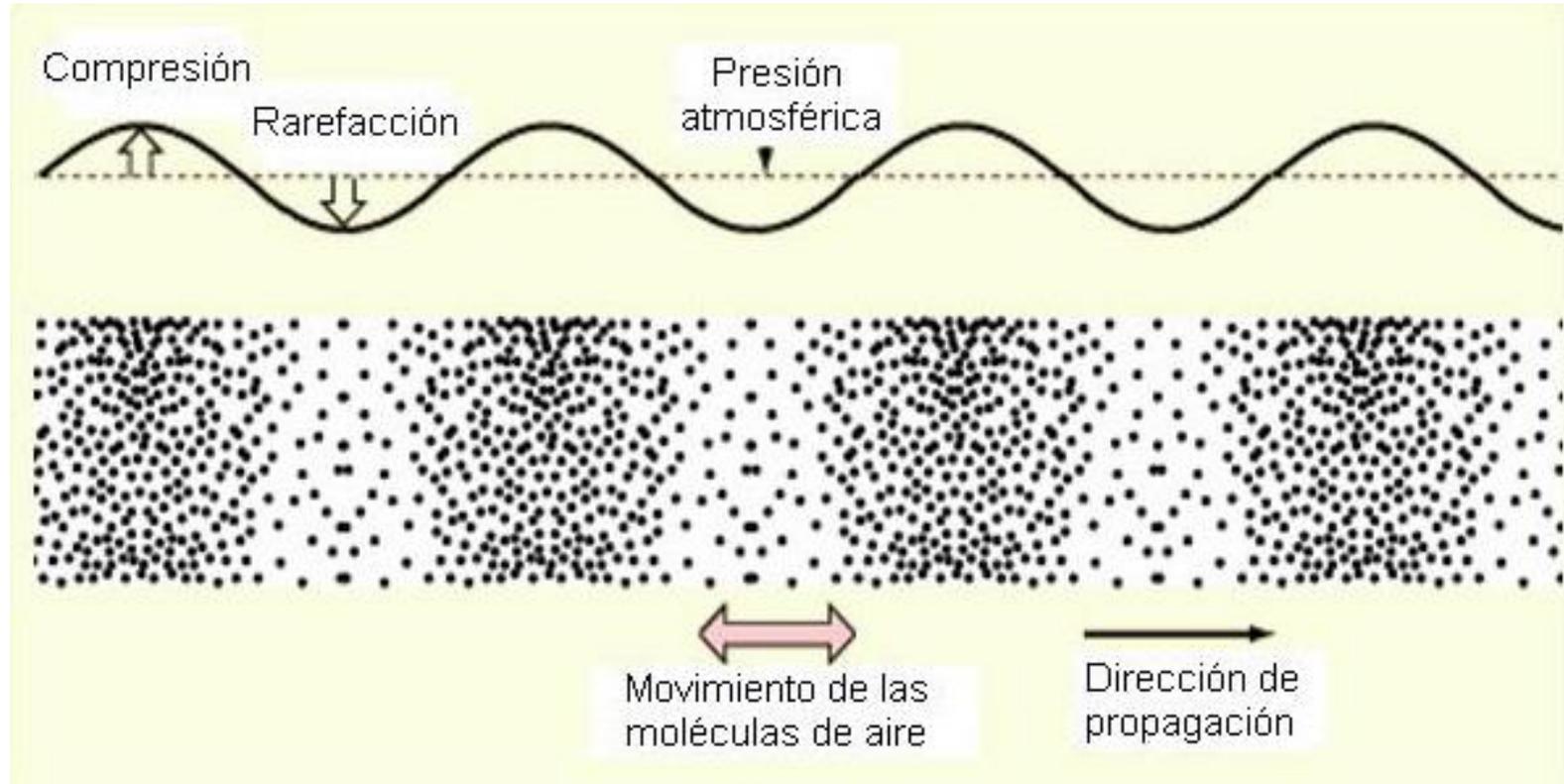
RUIDOS – PARTE I

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- El sonido es un disturbio que se propaga en un medio material, ya sea sólido, líquido o gaseoso, en forma de ondas mecánicas de presión. Dichas ondas son *longitudinales*, es decir, la propagación es en la misma dirección que la presión, a diferencia de las ondas electromagnéticas que son *transversales* y se propagan en dirección perpendicular a los campos eléctrico y magnético. El tratamiento matemático de las ondas sonoras es muy similar al de las ondas electromagnéticas. En tanto que éstas no requieren de un medio material y pueden propagarse en el vacío, las ondas sonoras necesitan un medio material y pueden considerarse como causadas por la compresión y rarefacción de las moléculas del medio. Nos limitaremos al sonido que se propaga en el gas atmosférico (aire), en que las moléculas oscilan, moviéndose hacia adelante y hacia atrás en la dirección del movimiento ondulatorio. En promedio, no hay movimiento neto de las partículas del aire, de modo que no debe pensarse que el sonido produce viento, ya que el aire se comprime y rarifica alternativamente. Así, lo que se propaga es el ciclo de compresión-rarefacción. Esto se ilustra en la figura:

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- Onda sonora



GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- *Velocidad de propagación del sonido en el aire.* En un medio material cualquiera, ya sea sólido líquido o gaseoso, la velocidad del sonido depende principalmente de la densidad del medio y de su temperatura. A una temperatura ambiente de 22°C y una presión atmosférica de 751 mm de Hg, la densidad del aire es $\rho_0 = 1.18 \text{ kg/m}^3$. La velocidad del sonido en el aire, v_s , para la densidad anterior y en función de la temperatura, se calcula aproximadamente como:

$$v_s = 331.4 + 0.607 T (^{\circ}C)$$

- Así, la velocidad del sonido en el aire a una temperatura ambiente de 22°C, es de 344.75 m/s.

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- La expresión anterior es válida en un rango de temperaturas de -30°C a $+30^{\circ}\text{C}$; fuera de ese rango, la velocidad debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$v_s = 331.4 \sqrt{1 + \frac{T(^{\circ}\text{C})}{273}} \quad m/s$$

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- Generalmente, el sonido viaja a mayor velocidad en líquidos y sólidos que en gases. Tanto en los líquidos como en los sólidos, la densidad tiene el mismo efecto que en los gases y la velocidad del sonido varía de forma inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad y también de forma proporcional a la raíz cuadrada de la elasticidad. Por ejemplo, la velocidad del sonido en agua es de unos 1.500 m/s a temperaturas ordinarias, pero aumenta sobremanera cuando se produce un incremento de temperatura. La velocidad del sonido en el cobre es de unos 3.500 m/s a temperaturas normales y decrece a medida que aumenta la temperatura debido a la disminución de la elasticidad de los sólidos. En el acero, más elástico, el sonido se desplaza a unos 5.060 m/s.

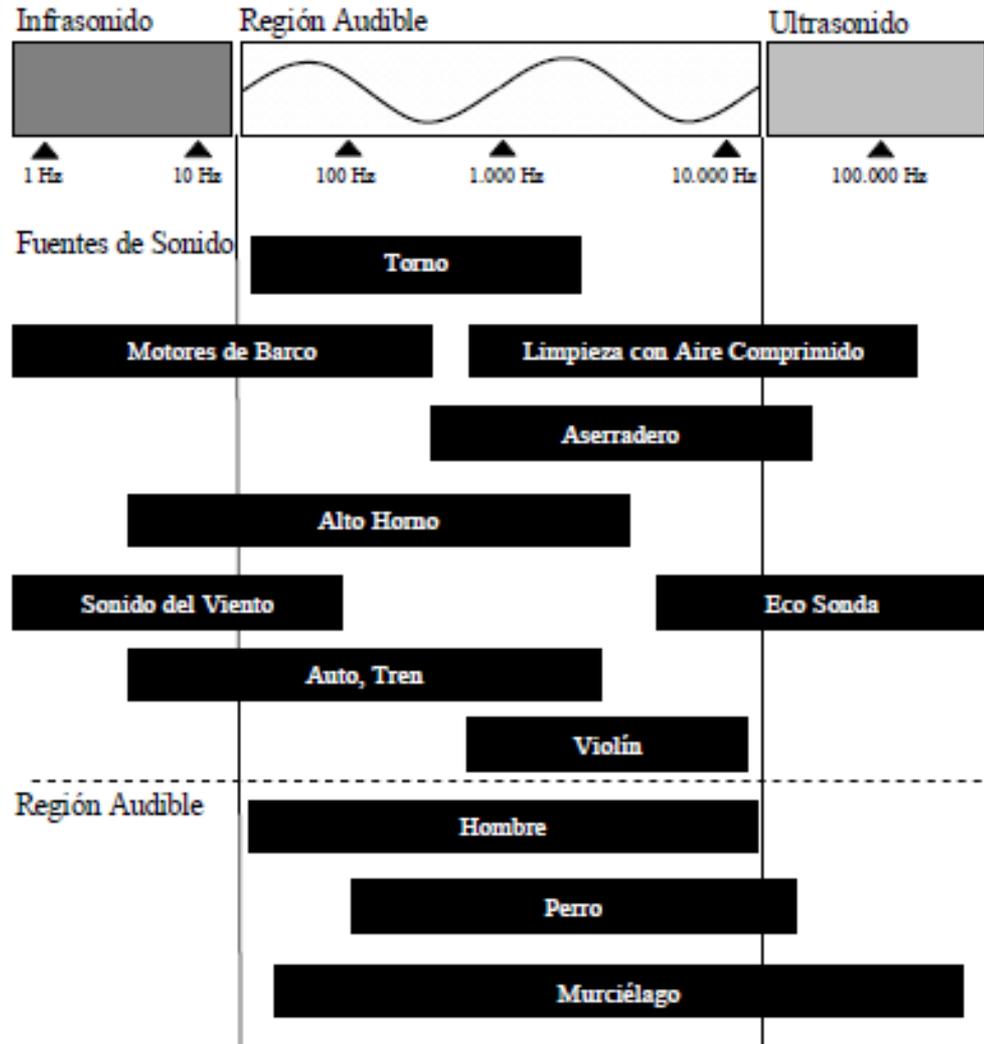
GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

- Al hablar de ondas sonoras, nos referimos a las ondas acústicas en el rango audible o cercano a éste, para el que una clasificación generalmente admitida es la siguiente:
- **Infrasonidos:** Son sonidos de frecuencia inferior a unos 20 Hz y no suelen ser percibidos por el oído humano, aunque eventualmente es posible percibir las vibraciones en los tejidos blandos del cuerpo.
- **Sonido Audible:** Se consideran como tales los sonidos de frecuencia comprendida entre unos 20 Hz y 20000 Hz. La máxima frecuencia sonora que es capaz de percibir el oído humano depende de diversos factores, entre ellos la edad y, en tanto que un niño puede percibir frecuencias cercanas a los 20 KHz, una persona de más de 60 años sólo percibe frecuencias hasta unos 10 o 12 KHz.

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO

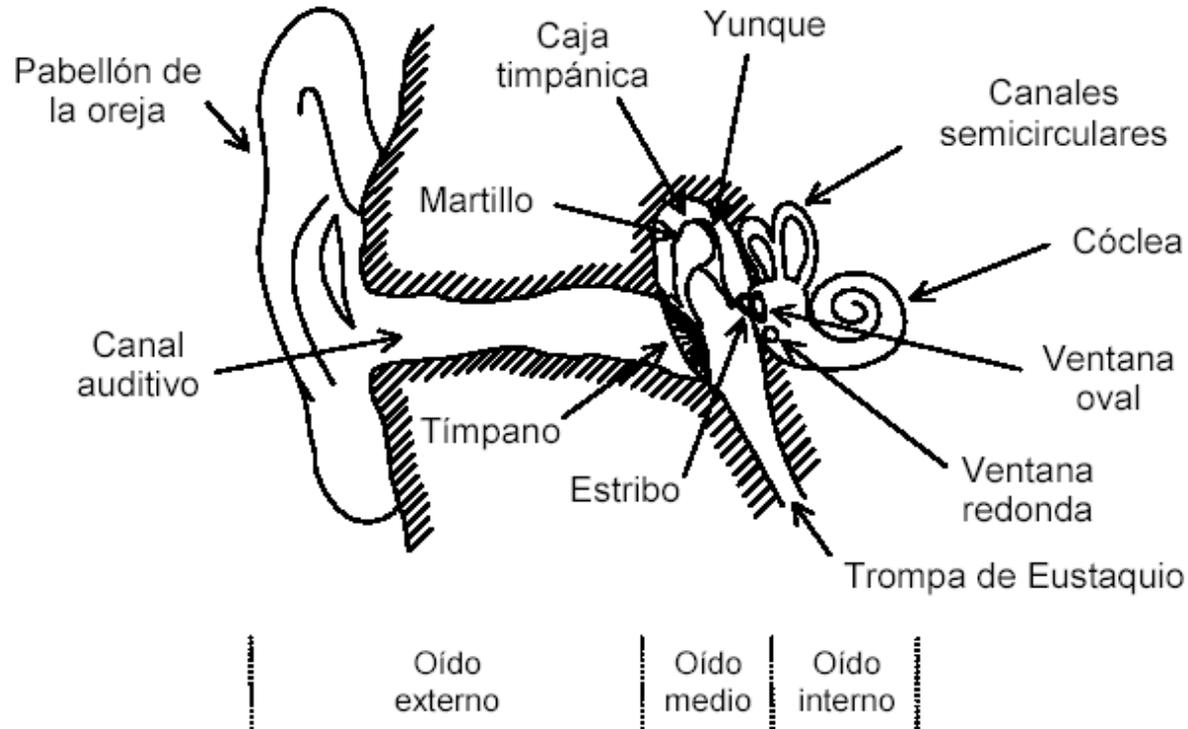
- **Ultrasonidos:** Son sonidos de frecuencia superior a unos 20 KHz y pueden ser percibidos por algunos animales como los perros. No hay realmente un límite superior de frecuencia para lo que se designa como ultrasonido; así por ejemplo, la diatermia ultrasónica emplea ondas acústicas de alta frecuencia, en el rango de 700 KHz a 1 MHz para tratamientos de termoterapia, en que la energía mecánica de la onda acústica se convierte en energía térmica que calienta el tejido vivo sobre el que incide la onda. En otras aplicaciones médicas como la ecografía, se utilizan ondas ultrasónicas a frecuencias en un rango del orden de 2 a 13 MHz o superiores.

GENESIS Y PARTICULARIDADES DEL FENOMENO FISICO



ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL OIDO HUMANO

- *El oído está formado por tres secciones: el oído externo, el oído medio y el oído interno.*



OIDO EXTERNO

- Consta del *pabellón* u oreja, y el *canal auditivo externo*.
- **El pabellón** recoge las ondas sonoras y las conduce hacia el canal auditivo mediante reflexiones y difracciones. Si bien es direccional, debido a sus irregularidades es menos direccional que la oreja de otros animales, como el gato o el perro, que además poseen control muscular voluntario de su orientación.
- **El canal auditivo**, que mide unos 25 mm, conduce el sonido al tímpano. La parte más externa está recubierta por pilosidad y por glándulas sebáceas que segregan *cerumen*. Ejercen una acción higiénica, al fijar y arrastrar lentamente hacia el exterior las partículas de polvo que de otra forma se depositarían en el tímpano. Una segunda función es proteger al oído de ruidos muy intensos y prolongados, ya que la secreción aumenta en presencia de tales ruidos, cerrando parcialmente el conducto. Debido a la forma y las dimensiones físicas el oído externo posee una resonancia cuya frecuencia está en las proximidades de los 3000 Hz. Esta resonancia incide en la respuesta del oído, que luego estudiaremos.

OIDO MEDIO

- Está ubicado en la caja timpánica, y lo integran el *tímpano*, los *huesecillos* u *osículos*, y la *trompa de Eustaquio*.
- **El tímpano** es una membrana elástica, semitransparente y algo cónica, que comunica el canal auditivo externo con la caja timpánica. Es visible desde el exterior por medio del *otoscopio* (instrumento óptico que permite iluminar la zona a observar y está dotado a su vez de una lente de aumento). El tímpano recibe las vibraciones del aire y las comunica a los huesecillos. A causa de ruidos muy intensos (por ejemplo una potente explosión cerca del oído) o por determinadas infecciones, esta membrana puede perforarse, lo cual no es irreversible, ya que se cicatriza.

OIDO MEDIO

- **Los huesecillos** son una cadena de tres pequeños huesos: el *martillo*, el *yunque* y el *estribo* que comunican al oído interno las vibraciones sonoras que capta el tímpano. Están sostenidos en su lugar por una serie de pequeños ligamentos y músculos. La finalidad de esta cadena es convertir vibraciones de gran amplitud y poca presión, como las hay en el tímpano, en vibraciones de pequeña amplitud y mayor presión, requeridas en el líquido que llena el oído interno. Esta función es asimilable, por consiguiente, a una palanca mecánica. A causa del efecto palanca las vibraciones del estribo son de menor amplitud pero mayor fuerza.

OIDO MEDIO

- La ganancia mecánica de esta palanca es de 1,3, lo que significa que la fuerza que el estribo ejerce sobre la ventana oval es 1,3 veces mayor que ejerce el tímpano sobre el martillo. A este efecto de palanca se agrega la gran diferencia de áreas entre el tímpano (0,6 cm²) y la ventana oval (0,04 cm²), lo cual implica que la relación entre las presiones en el tímpano y en la ventana oval es del orden de:

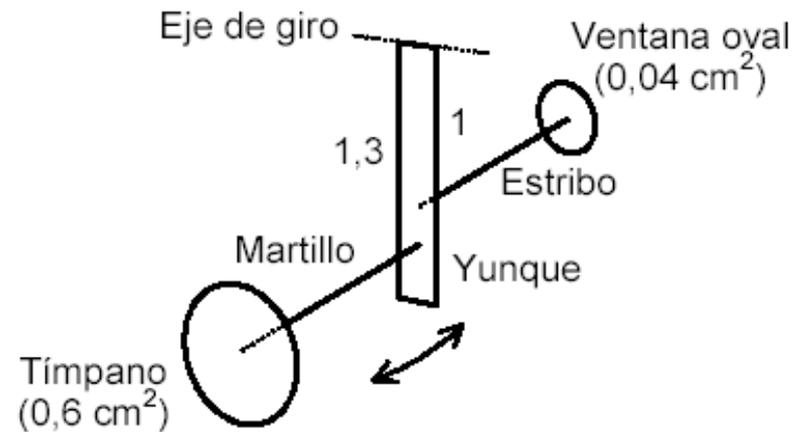
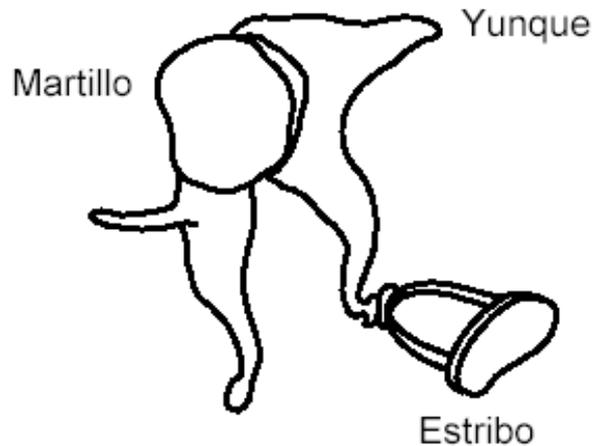
$$\frac{P_{\text{ventana oval}}}{P_{\text{tímpano}}} = \frac{1,3 \cdot 0,6}{0,04} \cong 20. \quad (1)$$

OIDO MEDIO

- La **impedancia acústica (Z)** es la resistencia que opone un medio a las ondas que se propagan sobre este y por lo tanto es equivalente a la impedancia eléctrica, es decir una forma de disipación de energía de las ondas que se desplazan en un medio. Se define como la razón entre la presión sonora (p) y la velocidad de las partículas (v) de un medio material.

OIDO MEDIO

- Esta diferencia de presiones es necesaria ya que en el tímpano existe una impedancia acústica mucho menor que en el oído interno, ya que éste último contiene agua. El conjunto actúa, por consiguiente, como un ingenioso adaptador de impedancias acústicas.



OIDO MEDIO

- Los músculos, además de la función de sostén de la cadena osicular, sirven de protección del oído interno frente a sonidos intensos. Cuando penetra en el oído un ruido muy intenso, se produce la contracción refleja de estos músculos, rigidizando la cadena, que pierde entonces su eficiencia mecánica, y la energía es disipada antes de alcanzar el oído interno. Esta protección sólo es efectiva, sin embargo, para sonidos de más de 500 ms de duración. En caso de lesión o esclerosamiento (endurecimiento) de la cadena osicular sobreviene un tipo de hipoacusia (sordera) caracterizado por una audición aérea disminuida y ósea normal. En la actualidad es posible reemplazar quirúrgicamente algunas partes por prótesis plásticas.

OIDO MEDIO

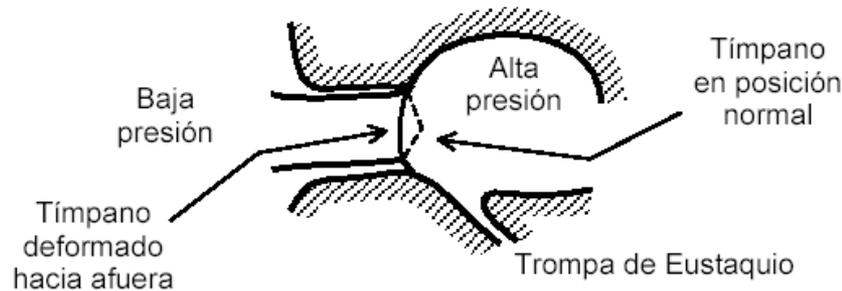
- **La trompa de Eustaquio** es un pequeño conducto que comunica la caja timpánica con la laringe. Su función es la de igualar la presión del oído medio con la presión atmosférica. Normalmente, permanece cerrada, abriéndose en forma refleja durante la acción de tragar o de bostezar. Si permaneciera siempre abierta, el tímpano vibraría con una amplitud muy pequeña, ya que el movimiento del tímpano es el resultado de una diferencia de presión a uno y otro lado de éste. Por consiguiente, para vibrar en concordancia con las variaciones de presión sonora es preciso que la presión dentro de la caja timpánica se mantenga constante. Si, en cambio, la trompa de Eustaquio estuviera cerrada permanentemente (o no existiera), al variar la presión atmosférica se produciría una diferencia de presiones medias que curvaría el tímpano hacia afuera o hacia adentro, como se indica en la figura de más abajo, reduciendo notablemente la respuesta auditiva, particularmente para los sonidos agudos (altas frecuencias).

OIDO MEDIO

- Esto es lo que sucede en los cambios bruscos de presión que se dan, por ejemplo, al ascender una montaña o al sumergirse varios metros debajo del agua, y el efecto es una sensación de embotamiento. La Naturaleza ha provisto la trompa de Eustaquio, que se abre al tragar, acción que se realiza periódicamente, ya sea en forma voluntaria o involuntaria, debido a la secreción permanente de saliva. La apertura de la trompa de Eustaquio provoca un ruido similar a un pequeño crujido, que el cerebro generalmente no tiene en cuenta, salvo que se preste especialmente atención.

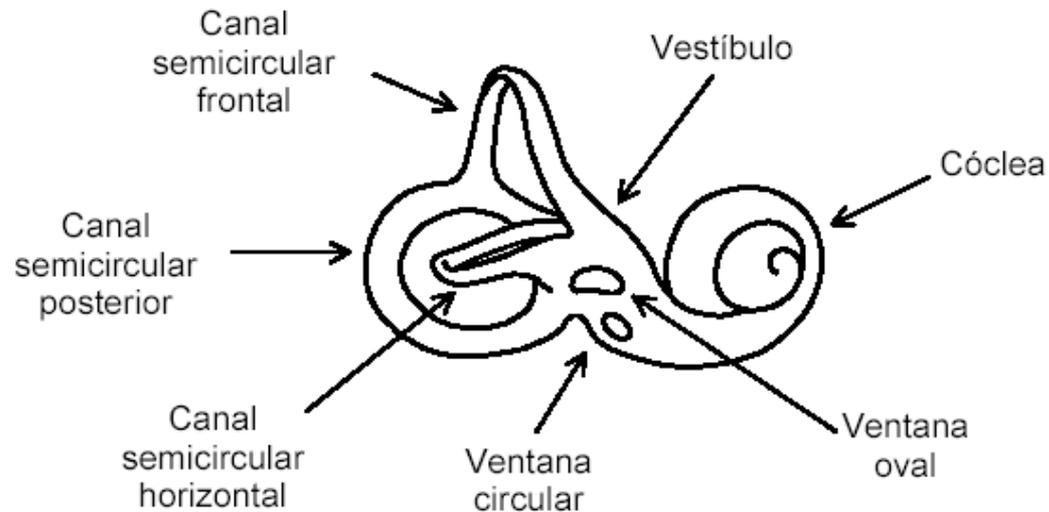
OIDO MEDIO

- Resumiendo, el objetivo de la trompa de Eustaquio es independizar la audición de la presión atmosférica.
- La figura muestra la deformación de la membrana timpánica ante una disminución relativamente rápida de la presión atmosférica:



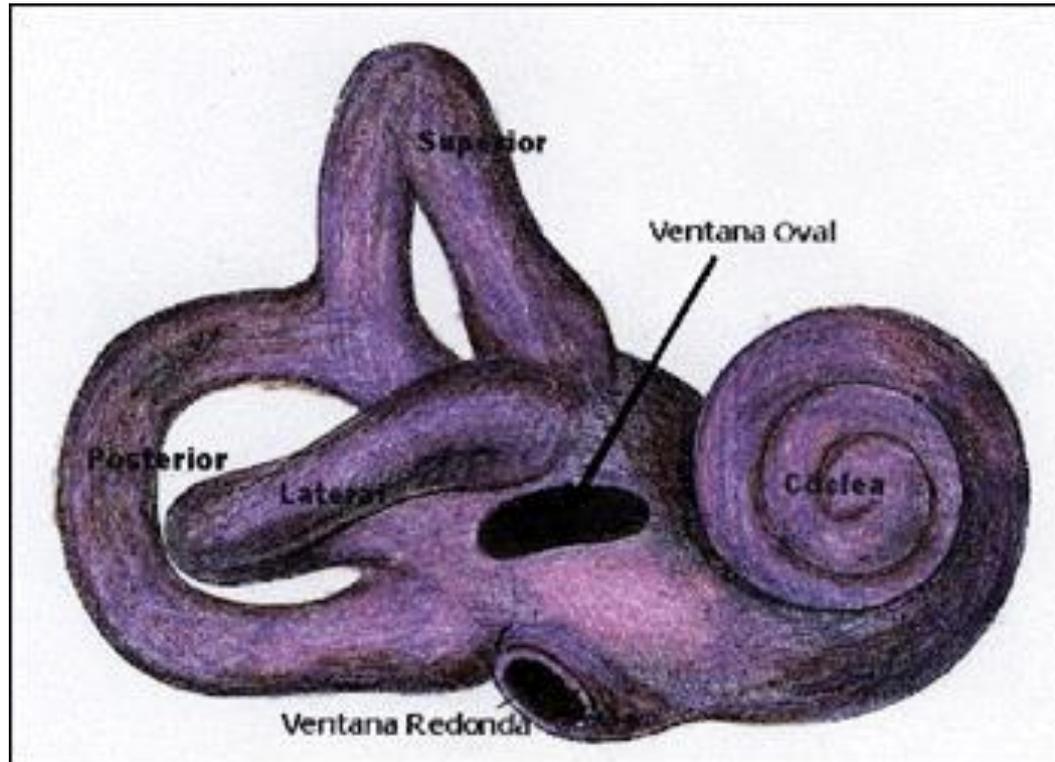
OIDO INTERNO

- Está constituido por el *laberinto*, cavidad ósea que contiene a los *canales semicirculares*, el *vestíbulo*, y el *caracol*.



OIDO INTERNO

- Anatomía del laberinto óseo



OIDO INTERNO

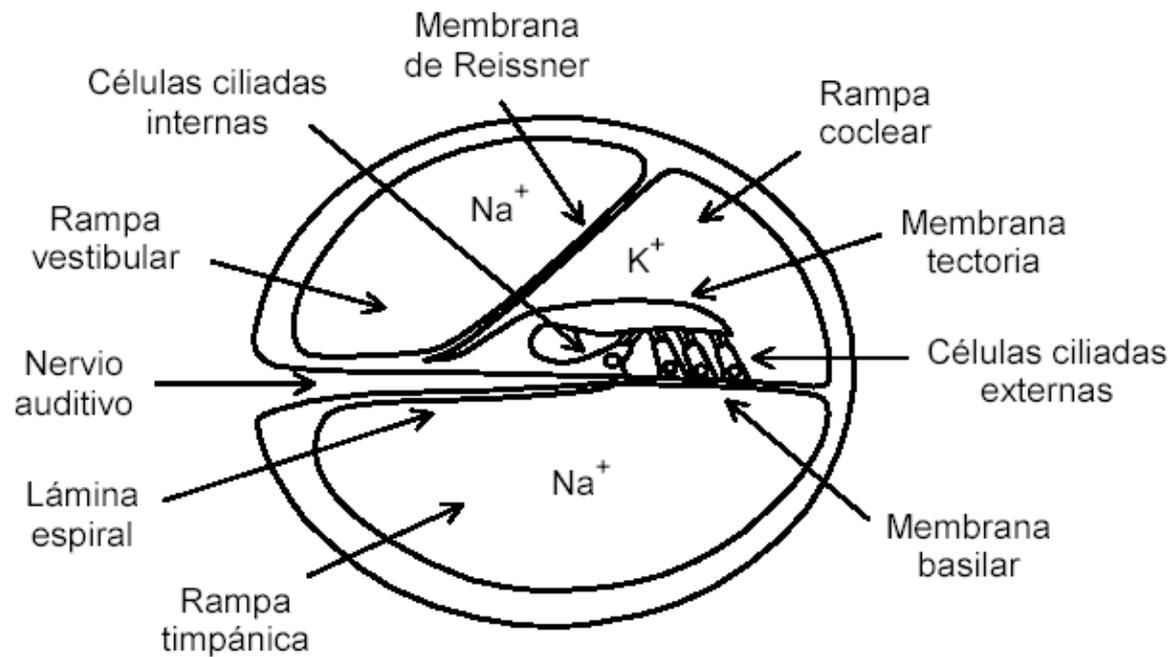
- **Los canales semicirculares** son el órgano sensor del sistema de equilibrio. Son tres pequeños conductos curvados en semicírculo, con ejes aproximadamente en cuadratura. Interiormente están recubiertos por terminaciones nerviosas y contienen líquido *endolinfático*. Al rotar la cabeza en alguna dirección, por inercia el líquido tiende a permanecer inmóvil. Se crea un movimiento relativo entre el líquido y los conductos que es detectado y comunicado al cerebro por las células nerviosas, lo cual permite desencadenar los mecanismos de control de la estabilidad. Al haber tres canales en cuadratura se detectan movimientos rotatorios en cualquier dirección.

OIDO INTERNO

- **El vestíbulo** comunica los canales semicirculares con el caracol, y al mismo tiempo comunica el caracol con la caja timpánica a través de dos orificios denominados *ventana oval* y *ventana redonda* (también llamada tímpano secundario), cubiertos por sendas membranas de unos 3 mm y 2 mm respectivamente (figura 4). El estribo, última pieza de la cadena osicular, se encuentra adherido a la ventana oval.

OIDO INTERNO

- La figura muestra un corte transversal del conducto cloquear:



OIDO INTERNO

- **El caracol** contiene el órgano principal de la audición: **la cóclea**, que es un tubo arrollado dos vueltas y media en espiral. Tal como se muestra en la figura, está dividida en tres secciones. La sección inferior, denominada rampa timpánica y la superior, conocida como rampa vestibular, contienen *líquido perilinfático*, rico en sodio (Na) y se conectan a través de un pequeño orificio, el *helicotrema*, ubicado hacia el vértice (*ápex*) del caracol. La cavidad central es la *partición coclear* o rampa coclear y contiene *líquido endolinfático*, rico en potasio (K).

OIDO INTERNO

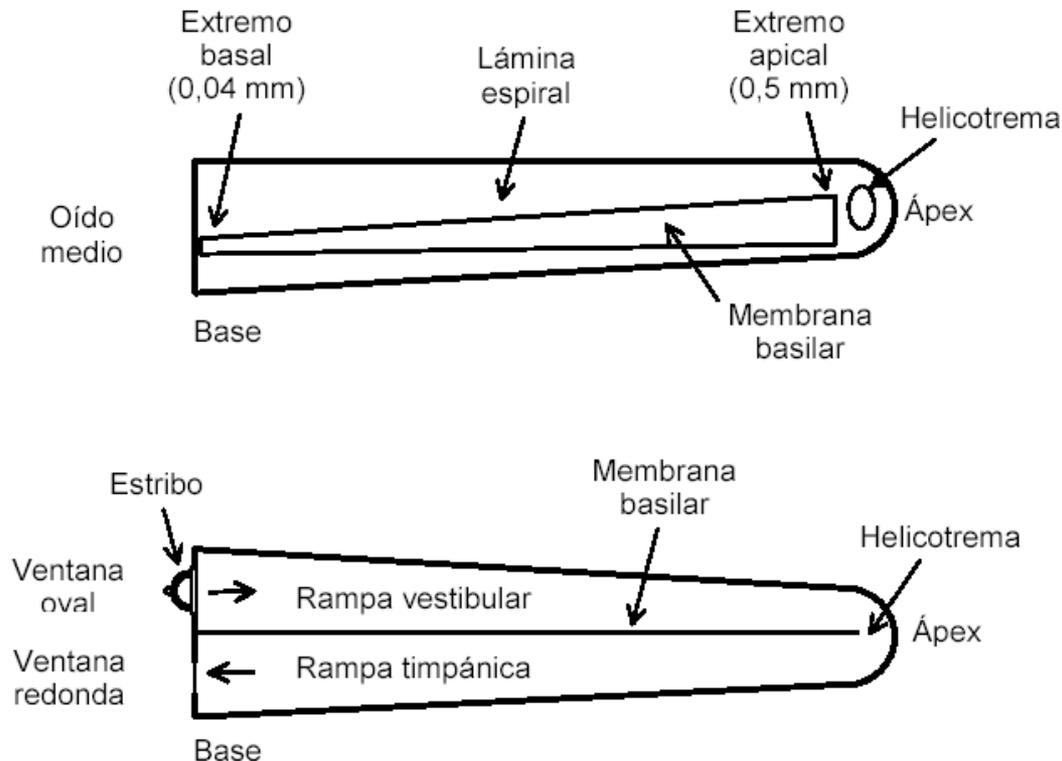
- La *rampa vestibular* se comunica con el oído medio a través de la ventana oval, y la *rampa timpánica* lo hace a través de la ventana redonda. La partición coclear contiene la *membrana basilar*, una membrana elástica sobre la que se encuentra el *órgano de Corti*, una estructura que contiene las *células ciliadas* o *pilosas*. Las células ciliadas se comportan como diminutos micrófonos, generando pulsos eléctricos (denominados *potenciales de acción*) de unos 90 mV como respuesta a la vibración. Estos pulsos son enviados al cerebro a través de una serie de células nerviosas (neuronas) reunidas en el *nervio auditivo*. El potencial de acción de una célula individual no es fácil de medir, pero es posible medir la suma de ellos, aplicando unos electrodos transtimpánicos entre las ventanas oval y redonda. Estas tensiones se denominan *microfónicos cocleares*, y fueron observadas por primera vez por Wever y Bray, en 1930 en gatos.

OIDO INTERNO

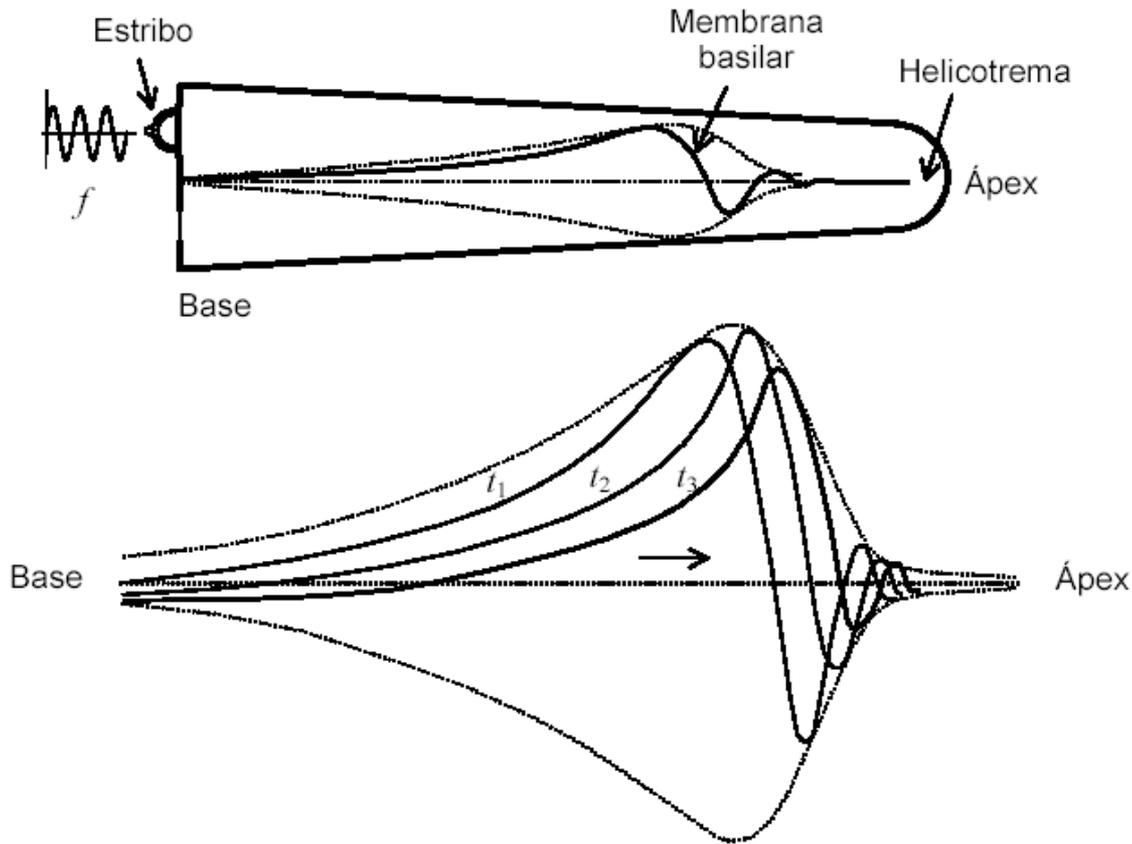
- La membrana basilar mide alrededor de 35 mm de longitud y tiene unos 0,04 mm de ancho en su zona *basal* (la más próxima a la base del caracol) y unos 0,5 mm en la zona *apical* (próxima al vértice o ápex). Además, la zona más angosta es también más rígida, lo cual será importante para la capacidad discriminatoria de frecuencias del oído interno. En la figura siguiente se muestran dos vistas de la membrana con la cóclea hipotéticamente estirada desde su forma helicoidal hasta una forma rectilínea.

OIDO INTERNO

- Dos vistas de la cóclea hipotéticamente rectificadas. Arriba, vista superior. Abajo, vista lateral:



ONDA VIAJERA EN LA MEMBRANA BASILAR



OIDO INTERNO

- Cuando llega una perturbación a la ventana oval, el líquido de la sección superior se encuentra inicialmente a mayor presión que el de la sección inferior, lo cual provoca una deformación de la membrana basilar que se propaga en forma de onda (denominada *onda viajera*) desde la región basal hasta la región apical, tendiendo a aumentar la amplitud conforme la rigidez de la membrana va disminuyendo. Cuando la perturbación es periódica, tal como sucede con una vibración sonora, la membrana comienza a vibrar con una envolvente cuyo máximo se produce en cierta posición que depende de la frecuencia del sonido.

OIDO INTERNO

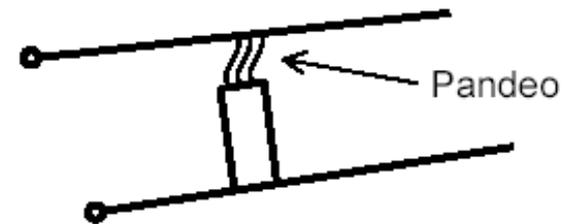
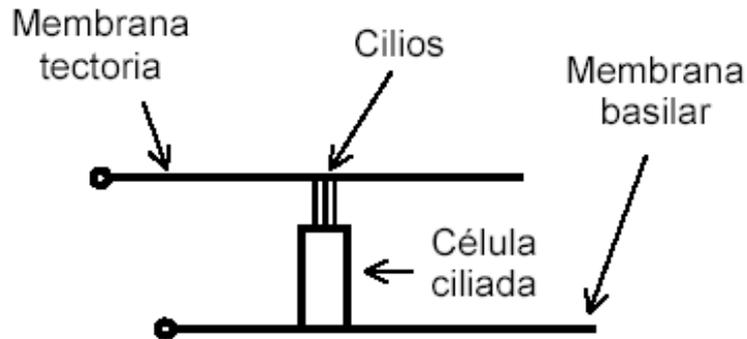
- Resulta, así, que existe una localización del pico de resonancia de la membrana basilar en función de la frecuencia, que se ha representado gráficamente en la figura. Esto confiere al oído interno una cualidad analítica que es de fundamental importancia en la discriminación tonal del sonido, especialmente para los sonidos de frecuencias superiores a los 1000 Hz. El descubrimiento de la mecánica de la membrana basilar se debe a Georg Békésy

OIDO INTERNO

- Como ya se anticipó, el movimiento de la membrana basilar ocasiona que las células ciliadas emitan un pulso eléctrico. El mecanismo para ello se ilustra en la figura. Debido a que las membranas basilar y tectoria tienen ejes diferentes, el movimiento relativo provoca un pandeo de los cilios que fuerza la apertura de unas diminutas compuertas iónicas. El intercambio iónico genera una diferencia de potencial electroquímico que se manifiesta como un pulso de unos 90 mV de amplitud o *potencial de acción*.

OIDO INTERNO

- A la izquierda, una célula ciliada entre las membranas basilar y tectoria en estado de reposo. A la derecha, cuando se produce un movimiento de la membrana basilar a causa de una onda viajera, los cilios (pelos) de la célula ciliada experimentan un pandeo.



Patrón de resonancia del caracol a las diferentes frecuencias del espectro audible

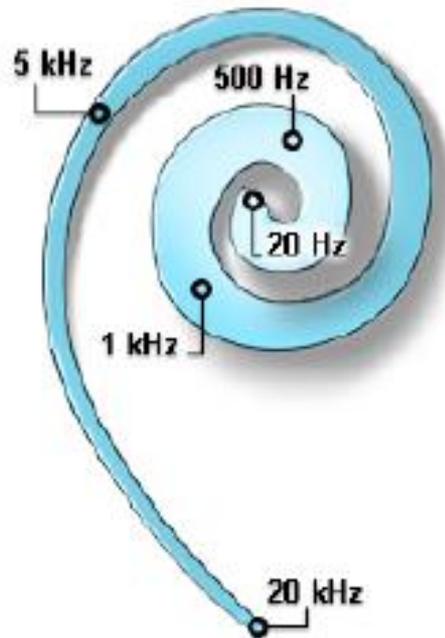


Fig. 2.12 Diferentes zonas de resonancia del caracol.

Patrón de resonancia del caracol a las diferentes frecuencias del espectro audible

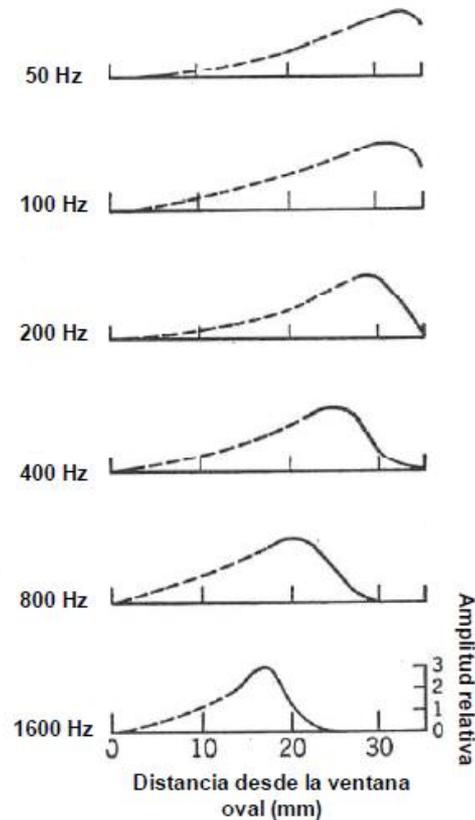
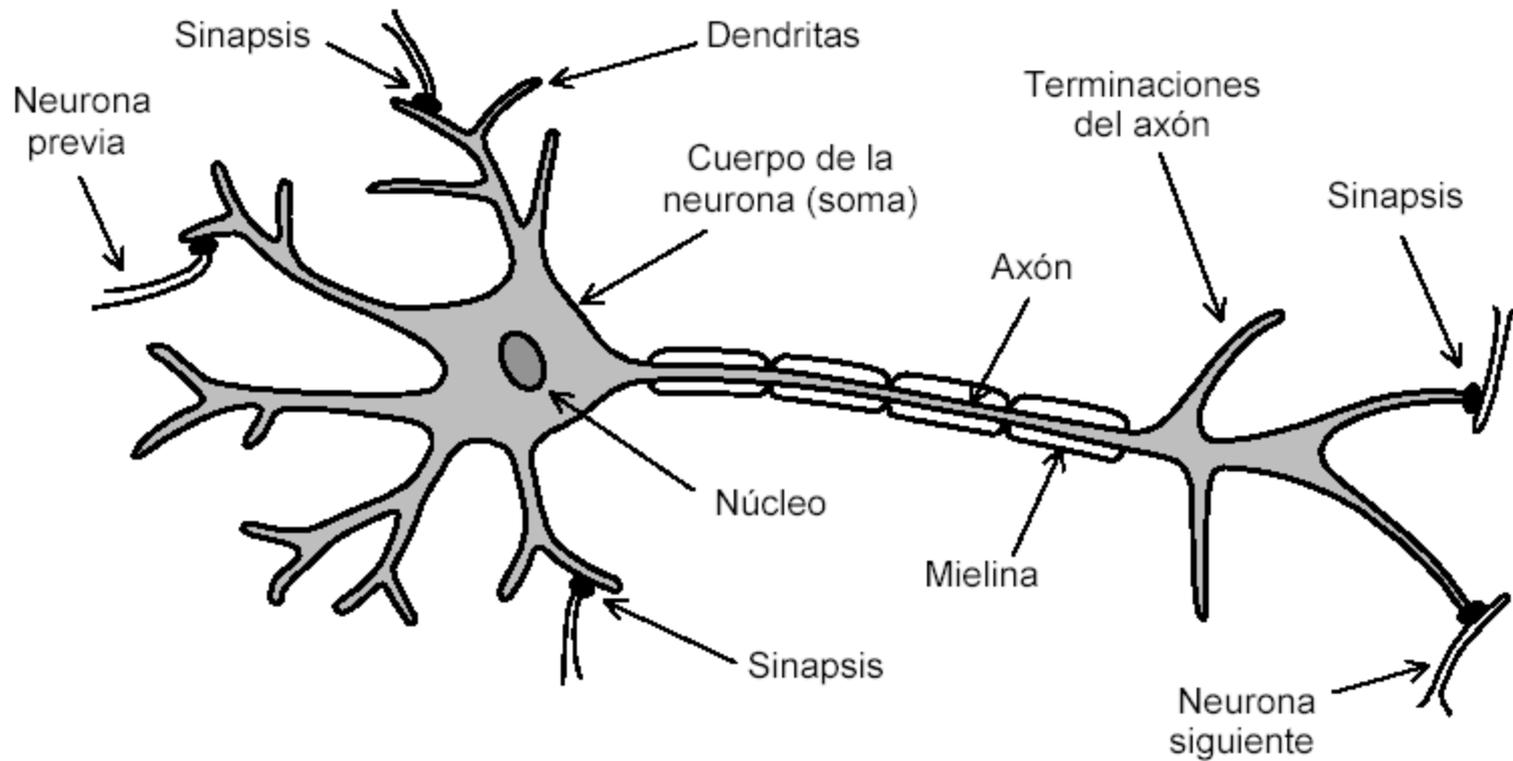


Fig. 2.13 Amplitud relativa de la vibración de la membrana basilar para diferentes frecuencias, en función de la distancia a la ventana oval.

OIDO INTERNO

- El potencial de acción generado por cada célula ciliada debe ser comunicado al cerebro. Ello se realiza a través de las neuronas. En primera aproximación podría imaginarse las neuronas como simples conductores eléctricos. Un análisis más detallado revela que son en realidad complejos sistemas con varias entradas y varias salidas, capaces de realizar operaciones de ponderación, de comparación y de generación de nuevos potenciales de acción. En la figura se ilustra la estructura de una neurona típica, en la que se indican también los contactos con otras neuronas previas y ulteriores.

OIDO INTERNO



OIDO INTERNO

- La señal que reciben las neuronas que inervan el oído interno proviene de las células sensoriales conectadas a la membrana basilar (células ciliadas internas). Cuando la membrana se encuentra en reposo (no es excitada por ningún sonido), estas células producen suficiente señal como para estimular una emisión espontánea de potenciales de acción con determinada frecuencia promedio. (El nivel umbral, así como la salida de las células sensoriales, están en realidad contaminados por una considerable cantidad de ruido, lo cual hace que la frecuencia de emisión fluctúe aleatoriamente alrededor de un valor medio). Cuando aparece un sonido, los movimientos hacia arriba y hacia abajo de la membrana basilar aumentan y disminuyen respectivamente el nivel de señal de las células sensoriales, de tal manera que en un caso la frecuencia aumenta y en el otro disminuye.

FISIOLOGIA DEL OIDO

RESUMEN

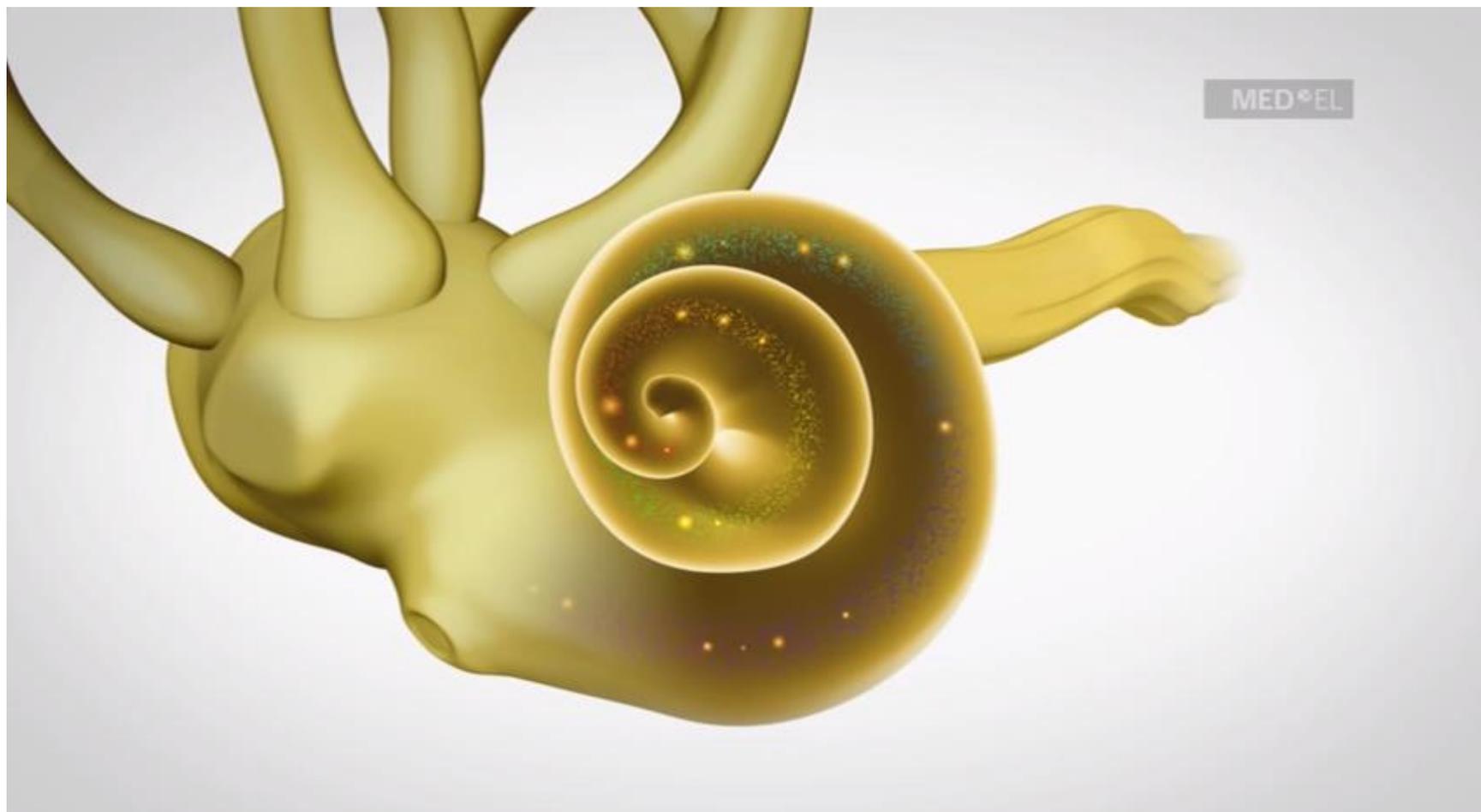
- El sonido se canaliza en el conducto auditivo y provoca el movimiento del tímpano.
- El tímpano vibra con el sonido.
- Las vibraciones del sonido se desplazan por la cadena de huesecillos hasta la cóclea.
- Las vibraciones del sonido hacen que el fluido de la cóclea se mueva.
- El movimiento de este fluido hace que las células ciliadas se inclinen. Las células ciliadas producen señales neurales que son captadas por el nervio auditivo. Las células ciliadas de un extremo de la cóclea envían información de los sonidos graves, y las células ciliadas del otro extremo envían información de los sonidos agudos.
- El nervio auditivo envía las señales al cerebro, donde se interpretan como sonidos.

PERDIDA AUDITIVA CONDUCTIVA

- Todo problema en el oído externo o medio que impida que el sonido se transmita adecuadamente se conoce como pérdida auditiva conductiva o de transmisión. Las pérdidas auditivas conductivas son generalmente de grado leve o moderado, oscilando entre los 25 y los 65 decibeles.

En algunos casos, la pérdida auditiva conductiva puede ser temporal. Dependiendo de la causa específica del problema, se puede solucionar con medicación o cirugía. La pérdida auditiva conductiva se puede corregir también con un audífono o un implante de oído medio.

Pérdida Auditiva Neurosensorial



Pérdida Auditiva Neurosensorial

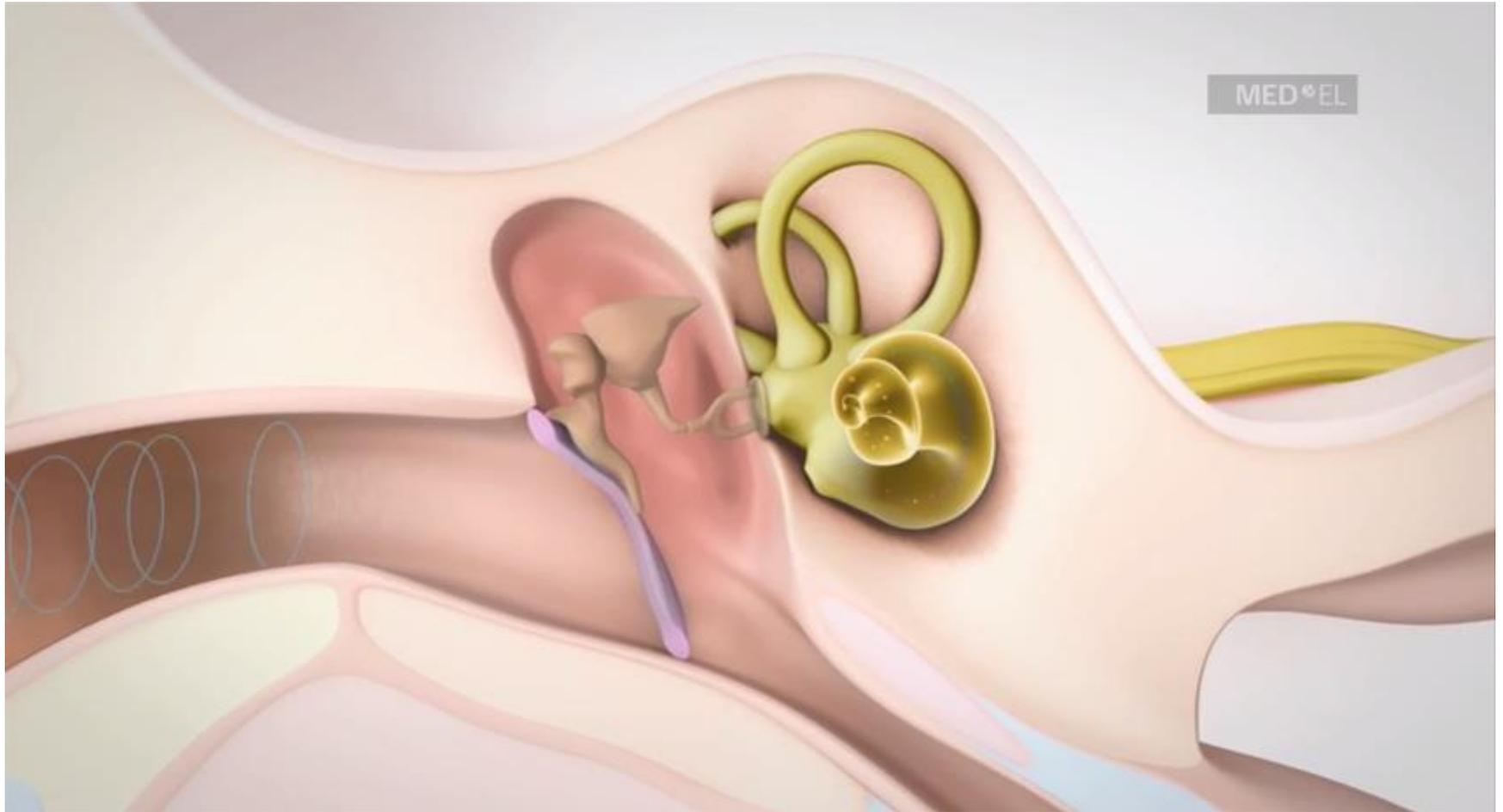
- La pérdida auditiva neurosensorial es el resultado del deterioro o ausencia de células sensoriales (células ciliadas) en la cóclea y suele ser permanente. Conocida también como “sordera del nervio”, la pérdida auditiva neurosensorial puede ser leve, moderada, severa o profunda.

La pérdida auditiva neurosensorial de leve a severa se puede corregir habitualmente con un audífono o un implante de oído medio. En muchos casos, los implantes cocleares son una solución para la pérdida auditiva severa o profunda.

Pérdida Auditiva Neurosensorial

- Algunas personas sufren una pérdida auditiva neurosensorial sólo en las altas frecuencias, lo que se conoce también como sordera parcial. En estos casos, sólo están deterioradas las células ciliadas ubicadas en la base de la cóclea. En la parte interna de la cóclea, en el ápex, las células ciliadas responsables de procesar los sonidos de tonos graves, permanecen intactas. La estimulación eléctrica acústica combinada, o EAS, fue desarrollada específicamente para estos casos.

Pérdida Auditiva Mixta



EFECTOS DEL RUIDO

- La pérdida de la capacidad auditiva es el efecto perjudicial del ruido más conocido y probablemente el más grave, pero no el único. Otros efectos nocivos son los acúfenos (sensación de zumbido en los oídos), la interferencia en la comunicación hablada y en la percepción de las señales de alarma, las alteraciones del rendimiento laboral, las molestias y los efectos extraauditivos.
- En la mayoría de las circunstancias, la protección de la audición de los trabajadores debe servir de protección contra la mayoría de estos otros efectos. Esta consideración debería alentar a las empresas a implantar programas adecuados de control del ruido y de conservación de la audición.

EFECTOS DEL RUIDO

- El deterioro auditivo inducido por ruido (hipoacusia) suele considerarse enfermedad laboral, no lesión, porque su progresión es gradual. Es muy raro que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso, como el remachado en acero. En tales casos, se entiende que se trata de una lesión y se habla de “traumatismo acústico”. Lo habitual, como ya se ha señalado, es que se produzca una lenta disminución de la capacidad auditiva a lo largo de muchos años. El grado de deterioro dependerá del nivel del ruido, de la duración de la exposición y de la sensibilidad del trabajador en cuestión. Lamentablemente, no existe tratamiento médico para el deterioro auditivo de carácter laboral; sólo existe la prevención.

HIPOACUSIA

- La hipoacusia es una alteración del Umbral Auditivo en la frecuencia de 4000 Hertz de tipo neurosensorial progresivo e irreversible por el ruido en sus diversas formas.
En un inicio no se alteran las tres frecuencias tonales conversacionales, posteriormente pueden ser afectadas ocasionando trastornos en la comunicación.
El trastorno se inicia primero con lo que se llama la FATIGA ACÚSTICA, que en las mediciones se traduce por una disminución del umbral de audibilidad en frecuencia de 4000 Hz no mayor de 15 decibeles, acompañada de intolerancia a la hipercinesia y acúfenos, debida al cansancio neuronal por la acumulación de productos metabólicos en las células del órgano de Corti. Hasta aquí el proceso es reversible si el paciente se aleja del entorno ruidoso.
- Luego según Larsen se produce el trauma acústico de 1º grado con una caída de 20 a 30 decibeles en forma permanente en la frecuencia de 4000 Hertz. En el 2º grado de pérdida es de 40 decibeles y en el 3º grado es de 60 decibeles.

EFECTO DEL RUIDO INTERMITENTE

- Los efectos del ruido sobre la audición están bien documentados y no hay mucho lugar a la controversia en lo que respecta al nivel de ruido continuado que provoca diversos grados de pérdida auditiva. Es también indiscutible que el ruido intermitente produce pérdida auditiva. No obstante, los períodos de ruido que son interrumpidos por períodos de silencio pueden ofrecer al oído interno una oportunidad de recuperarse de una pérdida auditiva temporal y, por consiguiente, son algo menos peligrosos que el ruido continuado. Tal situación, es aplicable principalmente a los trabajos que se desarrollan en exteriores, pero no a ambientes interiores como las fábricas, donde son raros los necesarios intervalos de silencio (Suter 1993).

EFECTO DEL RUIDO IMPULSIVO

- El ruido de impulso, como el producido por las armas de fuego o la estampación de metal, también perjudica la audición. Existen incluso pruebas de que entraña más peligro que otros tipos de ruido (Dunn y cols. 1991; Thiery y Meyer-Bisch 1988), aunque no siempre es así. El grado de daño dependerá principalmente del nivel y la duración del impulso, y puede empeorar si existe un ruido continuado de fondo. También hay pruebas de que las fuentes de ruido de impulso de alta frecuencia son más perjudiciales que las de baja frecuencia (Hamernik, Ahroon y Hsueh 1991; Price 1983).

CORRIMIENTO TEMPORARIO DEL UMBRAL

- La pérdida auditiva provocada por ruido suele ser, al principio, temporal. En el curso de una jornada ruidosa, el oído se fatiga y el trabajador experimenta una reducción de su capacidad auditiva conocida como *desviación temporal del umbral* (Temporary Threshold Shift, TTS). Entre el final de un turno de trabajo y el principio del siguiente, el oído suele recuperarse de gran parte de esta TTS, pero a menudo parte de la pérdida persiste. Tras días, meses y años de exposición, la TTS da lugar a efectos permanentes y comienzan a acumularse nuevas carencias por TTS sobre las pérdidas ya permanentes. Un buen programa de pruebas audiométricas permitirá identificar estas pérdidas auditivas temporales y proponer medidas preventivas antes de que se conviertan en permanentes.

POTENCIACION POR TOXICOS

- Existen pruebas experimentales de que varios agentes industriales son tóxicos para el sistema nervioso y producen pérdidas auditivas en animales de laboratorio, especialmente si se presentan en combinación con ruido (Fechter 1989). Entre estos agentes cabe citar a) metales pesados peligrosos, como los compuestos de plomo y trimetiltina; b) disolventes orgánicos, como el tolueno, el sileno y el disulfuro de carbono, y c) un asfixiante, el monóxido de carbono. Las investigaciones realizadas recientemente con trabajadores industriales (Morata 1989; Morata y cols. 1991) sugieren que algunas de estas sustancias (el disulfuro de carbono y el tolueno) pueden incrementar el potencial nocivo del ruido. También existen pruebas de que ciertos fármacos que ya son tóxicos para el oído pueden incrementar los efectos perjudiciales del ruido (Boettcher y cols. 1987). Cabe citar ciertos antibióticos y agentes quimioterápicos. Los responsables de los programas de conservación de la capacidad auditiva deben saber que los trabajadores expuestos a los productos químicos o fármacos mencionados pueden ser más sensibles a las pérdidas auditivas, tanto más si ya están expuestos a ruido.

La sordera de Beethoven

Se tuvo que llegar al siglo XXI para que se conocieran circunstancias que aclararan el diagnóstico de Beethoven: Por medio del uso del espectrómetro de rayos X se determinó la existencia de trazas de plomo en el cabello de Beethoven. También fue examinada una muestra de control de un fragmento de hueso del mismo período histórico. "La investigación dio por resultado que había grandes cantidades de plomo en el hueso parietal de Beethoven, comparado con el de control". Resumen de William Walsh, científico principal del Centro de Tratamiento Pfeiffer en Warrenville, Illinois, y director del Proyecto de Investigación sobre Beethoven" (5).

Este estudio mostró que el cabello de Beethoven contenía 42 veces más plomo que las muestras de control. Así pues, Walsh, definió que Ludwig van Beethoven estuvo envenenado con una alta concentración de plomo, que fue acumulándose desde muchos años atrás. También se encontraron altas concentraciones en un hueso del cráneo (1, 5).

La intoxicación crónica por plomo era endémica en aquellos tiempos porque los utensilios de cocina, las vajillas, las tuberías y muchas otras cosas contenían plomo. Inclusive al vino se le agregaba plomo para mejorar su sabor, pero se sabía que el consumo de vino con plomo provocaba "cólicos".

ACUFENOS

- Los acúfenos son un proceso que acompaña frecuentemente a las pérdidas auditivas temporales o permanentes inducidas por ruido, así como a otros tipos de pérdidas auditivas sensitivo-neuronales. A menudo descrito como “sensación de zumbido en los oídos”, puede ser suave en algunos casos y severo en otros. Algunas personas dicen sentir más molestias por este zumbido que por el deterioro auditivo. Es probable que las personas que sufren de acúfenos noten éstos más en un ambiente silencioso, por ejemplo al intentar dormir por la noche o al sentarse en una cabina insonorizada para someterse a una prueba audiométrica. Es una señal de que se han irritado las células sensoriales del oído interno. Suele preceder a una pérdida auditiva inducida por ruido y, por consiguiente, es una importante señal de aviso.

Deterioro auditivo de origen no laboral

- Es importante comprender que el ruido en el trabajo no es la única causa de pérdida auditiva inducida por ruido entre los trabajadores. Hay también fuentes de ruido extralaborales que producen lo que a veces se llama “socioacusia” y cuyos efectos sobre la audición son imposibles de diferenciar de aquellos otros.

Deterioro auditivo de origen no laboral

- *La presbiacusia es la pérdida de la audición gradual en la mayoría de las personas, según van envejeciendo. La pérdida de audición es un trastorno común asociado con el envejecimiento. Cerca del 30 al 35 por ciento de los adultos entre las edades de 65 y 75 años tienen una pérdida de audición. Se calcula que entre un 40 y un 50 por ciento de las personas mayores de 75 años sufre de pérdida de la audición.*
- *La pérdida asociada con presbiacusia es generalmente mayor para los sonidos de tono alto. Por ejemplo, quizás sea difícil para alguien oír el vecino gorgear de un ave o el campanileo de un teléfono. Sin embargo, la misma persona quizás pueda oír claramente el sonido de tono bajo de un retumbo de camiones en la calle.*
- *Hay muchas causas de la presbiacusia. Más comúnmente surge de los cambios en el oído interno de una persona según envejece, pero la presbiacusia también puede ser resultado de los cambios en el oído medio o de los cambios complejos a lo largo de las vías nerviosas que conducen al cerebro. Presbiacusia con mayor frecuencia ocurre en ambos oídos, afectándolos por igual. Dado que el proceso de pérdida es gradual, las personas que tienen presbiacusia no pueden darse cuenta de que está disminuyendo su audición.*

BIBLIOGRAFIA

- ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD DEL TRABAJO – CAP. 47 – ALICE H. SUTER
- SONIDO Y AUDICION- UNIVERSIDAD DE CANTABRIA- CONSTANTINO PEREZ VEGA
- EL RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL- SRT