DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AUDICION EN UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO Y ODONTOLOGOS DOCENTES DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, JUNIO 2004.

Tesis presentada por:

LILIAN LISSETTE GARCIA CASASOLA

Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, octubre de 2004

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Sergio García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero:	Dr. Cesar Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Pedro Asturias Sueiras
Vocal Quinto:	Br. Carlos Dávila Álvarez
Secretario:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Segundo:	Dr. Estuardo Vaides Guzmán
Vocal Tercero:	Dr. José Figueroa Espósito
Secretario:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Gracias por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida y estar siempre a mi lado.

A LA VIRGEN MARIA:

Gracias por acogerme bajo tu manto sagrado, por guiarme, protegerme y cuidarme en todo momento.

A MIS PADRES:

Francisco Misael García y Lilian Casasola de García. Gracias por su esfuerzo, dedicación y paciencia. Gracias por la oportunidad que me dieron de culminar mi carrera universitaria.

A MIS HERMANOS:

Erick Francisco y Luis Fernando. Gracias por su cariño y apoyo y por todo lo que hemos compartido a lo largo de estos años.

A MI ABUELITA:

Antonia Vda. De Casasola. Gracias por cuidarme y brindarme su amor en todo momento.

A MIS AMIGOS:

Por todos los buenos momentos, experiencias compartidas, muestras de amistad y cariño a lo largo de este tiempo.

A:

Fabiola, Daphnee, Roxanna, Wendy, Paola, Xiomara, Ma. Eugenia, Vinicio, Armando, Jorge, Norberto y Gustavo.

A MIS CATEDRATICOS:

Gracias por compartir sus experiencias y conocimientos ya que con esto contribuyeron a mi formación profesional.

A:

Dr. Y Dra. Maas, Dr. Rodolfo Cáceres, Dr. José Aguilar, Dr. Juan Ignacio Asensio, Dr. Víctor Hugo De León, por compartir su amistad, cariño y conocimientos.

TESIS QUE DEDICO

A: Dios y la Virgen Maria.

A: Mis Padres.

A: Guatemala.

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: La Facultad de Odontología.

AL: Instituto Experimental de la Asunción.

A: Todas las personas que colaboraron en mi formación humana, profesional y espiritual y me apoyaron incondicionalmente.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AUDICION EN UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO Y ODONTOLOGOS DOCENTES DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, JUNIO 2004, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANA DENTISTA

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que colaboraron en la elaboración de mi trabajo de tesis, en especial al Dr. Estuardo Vaides, Dr. Leonidas Recinos, Dr. Byron Villeda, Dra. Ingrid Arreola y Dr. Mario Taracena.

Y a ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de respeto y consideración.

INDICE

1. Sumario…….....1

2. Introducción……...3

3. Planteamiento del Problema……...5

4. Justificación……7

5. Revisión de Literatura…….8

6. Objetivos…….48

7. Variables…….49

8. Metodología……50

9. Resultados……...52

10. Discusión de resultados……...63

11. Conclusiones……64

12. Recomendaciones……65

13. Anexos…….....66

14. Bibliografía……77

1. SUMARIO

Las alteraciones en la audición condicionan la calidad de vida de las personas que las padecen. La pérdida de audición puede deberse a numerosos factores, uno de los más importantes es el ruido.

Desde hace tiempo se sabe que sonidos de una intensidad (mayor de 80 decibeles) y duración (15 min.) determinada, pueden provocar alteraciones auditivas.

Existen reportes que indican que los Odontólogos son un grupo de riesgo de sufrir perdida de la audición, debido a la exposición frecuente a ruidos nocivos en la clínica dental, producidos por turbinas dentales, micro motores, compresores, entre otros.

La finalidad de esta investigación fue determinar el nivel de audición y así conocer el grado de perdida auditiva, para cada paciente.

La muestra que fue examinada para el presente estudio fue de 70 personas, divididos en dos grupos: 28 Estudiantes de 5to. Año y 42 Docentes Odontólogos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a quienes se les practicó un examen de audiometría en ambos oídos.

De cada grupo estudiado se obtuvo como resultado que el nivel de audición de los Estudiantes se encontraban en Hipoacusia leve, Hipoacusia moderada y Normoacusia, mientras que los docentes en Hipoacusia leve e Hipoacusia moderada y que no existe diferencia en cuanto a la perdida de audición por edad, genero, si es unilateral o bilateral, oído mas afectado respecto al lado de trabajo del operador y tiempo de ejercer la profesión, ya que todos presentan perdida auditiva.

2. INTRODUCCION

Mediante los órganos de los sentidos recibimos información de nuestro entorno. Por un lado sirven para protegernos del medio exterior y por otro nos permiten disfrutarlo.

El susurro mas débil que podemos oír tiene un millonésimo de la energía sonora que posee la voz emitida normalmente, lo que ilustra la sensibilidad extrema del oído para captar los sonidos.

El sonido es la vibración de un medio material susceptible de ser detectada por el oído. El ruido se define como un sonido molesto, o como un sonido no deseado. Para otros el ruido es un sonido de carácter generalmente aleatorio y que carece de componentes bien definidos. Por lo que constituye un factor importante en el entorno laboral, no solo por las molestias que provoca sino también por el riesgo de sordera, perturbaciones en la comunicaron verbal y otros efectos.

Existen indicios de que muchas veces, el profesional expuesto a este tipo de riesgo laboral se acostumbra al ruido y no es consciente de que puede estar causando un daño irreparable en su audición.

A pesar de las implicaciones éticas de evaluar y medir in vivo posibles efectos negativos del ruido, los odontólogos son un grupo de riesgo de sufrir perdida de la audición; ya que se han encontrado suficientes indicios para establecer que la exposición prolongada al ruido que producen los aparatos en la clínica dental, repercuten en la salud del oído humano. Las alteraciones en la audición deterioran en mayor o menor medida la calidad de vida de las personas que la padecen. Por eso es conveniente conocer los distintos aspectos relacionados con este tema, a fin de que los revise y relacionarlos con el entorno laboral.

En esta investigación, se pretendió conocer el nivel de audición y grado pérdida auditiva inducida por ruido. Este es el primer estudio del nivel de audición, que se hace en Estudiantes y Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Menéndez (9); la turbina de aire, al emplearla en forma prolongada durante más de 5 años, produce déficit auditivo. Los odontólogos con más de 5 años de graduados, en su mayoría ya presentan un déficit de pérdida de la audición, los profesionales no odontólogos con más de 5 años de graduados, en su mayoría presentan audiometría normal. Cualquier exposición crónica a sonidos de alta frecuencia producirá déficit en audición.

Según Dávila (5); la turbina de alta velocidad usada por tiempo prolongado, podría ser una posible causa de una leve perdida de la audición. Los odontólogos presentan una leve perdida de la audición a diferencia de los médicos que presentan una audiometría normal.

La pérdida progresiva de la capacidad de audición tiene lugar a lo largo de la vida. Al tratarse de un fenómeno tan lento, los afectados no suelen acudir al especialista hasta que el deterioro esta muy avanzado.

Este mal, es común con la edad y por lo general se produce como consecuencia de distintos agentes causales. Se caracteriza por ser insidiosa, pues se inicia y cursa lentamente y se suele diagnosticar cuando el daño ya se ha producido de forma irreversible.

Pero no solo el fenómeno del envejecimiento deteriora la capacidad auditiva, la exposición al ruido también aumenta la velocidad con la que progresa la sordera.

Dentro del ámbito sanitario los profesionales de la salud mas expuestos al ruido son los estomatólogos, así como el personal de apoyo (12).

Según Otero (12); los trabajadores de la salud están expuestos a variados riesgos de tipo físico, químico, biológico y psicológico y además existen muchos reportes que indican que los odontólogos en particular, tienen otros riesgos diferenciales, dentro de los cuales está la exposición al ruido, debido a la exposición frecuente a ruidos nocivos en la clínica dental, producidos por las turbinas dentales, micro motores, compresores, entre otros.

Según Meneses (10); del total de turbinas examinadas, se registró que la mayoría sobrepasan los límites máximos de seguridad auditiva (80 decibeles), el uso de turbina de alta velocidad al ser empleada a largo plazo, llegará a ser una posible causa de sordera ocupacional si no se toman las medidas preventivas.

Según lo anterior, surge la interrogante: ¿Cuál es el nivel de audición en Estudiantes de quinto año y Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala? ¿Cuál es el grado de deficiencia auditiva en Estudiantes de quinto año y Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala?

4. JUSTIFICACION

Los consultorios dentales al igual que muchos otros medios laborales, rebosan de aparatos y dispositivos que generan multitud de ruidos. Desde hace tiempo se sabe que sonidos de una intensidad (mayor de 80 decibeles) y duración (15 min.) determinada pueden provocar alteraciones auditivas. Con la introducción, en las consultas dentales, a finales de los años cincuenta, de las turbinas dentales, que emiten sonidos de alta frecuencia, han surgido numerosos estudios que intentan averiguar la repercusión de la exposición a estos ruidos sobre la audición y la salud en general del personal que trabaja en las consultas dentales. Los numerosos estudios publicados no son concluyentes, ya que para algunos autores las frecuencias emitidas podrían causar perdida auditiva, para otros no está claro (4).

Por lo tanto es importante determinar en esta muestra seleccionada, cual es el nivel de audición de cada uno de los integrantes de la misma, para poder establecer si existe alguna deficiencia auditiva. La información que se obtenga será de valor en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Facultad de Odontología y de beneficio para el gremio odontológico.

No se tienen referencias hasta el momento de estudios que hayan evaluado el nivel de audición de los Estudiantes y Docentes Odontólogos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5. REVISION DE LITERATURA

El oído humano es uno de nuestros cinco sentidos y es el responsable de la audición y el equilibrio. Su fisiología es realmente sorprendente y nos permite relacionarnos adecuadamente con nuestro entorno.

Con la audición obtenemos información de diferentes sonidos que proceden del exterior y junto con la fonación podemos establecer comunicación oral e intercambiar información con los demás y con el medio que nos rodea (15). Las alteraciones en la audición deterioran en mayor o menor medida estos aspectos y condicionan la calidad de vida de las personas que las padecen. La pérdida de audición puede deberse a numerosos factores, uno de los más importantes es el ruido.

Cuando se trabaja en ambientes ruidosos cuya intensidad alcanza los 80 dB, la afección auditiva es universal. Se admite que ruidos de intensidad inferior también pueden producir sordera. Aunque no hayan trabajado en ambientes especialmente ruidosos, cuando se realizan audiometrías a trabajadores, se comprueba que un porcentaje muy elevado presenta una caída de la a audición hacia los 4000 Hz y características propias de traumatismo sonoro (13).

5.1 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL OIDO

La generación de sensaciones auditivas en el ser humano es un proceso extraordinariamente complejo, el cual se desarrolla en tres etapas básicas:

- Captación y procesamiento mecánico de las ondas sonoras.
- Conversión de la señal acústica (mecánica) en impulsos nerviosos, y transmisión de dichos impulsos hasta los centros sensoriales del cerebro.
- Procesamiento neural de la información codificada en forma de impulsos nerviosos.

La captación, procesamiento y transducción de los estímulos sonoros se llevan a cabo en el oído propiamente dicho, mientras que la etapa de procesamiento neural, en la cual se producen las diversas sensaciones auditivas, se encuentra ubicada en el cerebro.

Así pues, se pueden distinguir dos regiones o partes del sistema auditivo: la región periférica, en la cual los estímulos sonoros conservan su carácter original de ondas mecánicas hasta el momento de su conversión en señales electroquímicas, (incluye el oído externo, medio), y la región central, en la cual se transforman dichas señales en sensaciones (oído interno, nervio auditivo y cerebro (13).

En la región central también intervienen procesos cognitivos, mediante los cuales se asigna un contexto y un significado a los sonidos; es decir, permiten reconocer una palabra o determinar que un sonido dado corresponde a un violín o a un piano.

5.1.1. Región periférica del sistema auditivo:

Oído externo

El oído externo está formado por el pabellón auricular u oreja, el cual dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo externo a través del orificio auditivo.
El otro extremo del conducto auditivo se encuentra cubierto por la membrana timpánica o tímpano, la cual constituye la entrada al oído medio. La función del oído externo es la de recolectar las ondas sonoras y encauzarlas hacia el oído medio. Así mismo, el conducto auditivo tiene dos propósitos adicionales: proteger las delicadas estructuras del oído medio contra daños y minimizar la distancia del oído interno al cerebro, reduciendo el tiempo de propagación de los impulsos nerviosos. *Ver figura 1.*

Oído medio

El oído medio está constituido por una cavidad llena de aire, dentro de la cual se encuentran tres huesecillos, denominados martillo, yunque y estribo, unidos entre sí

en forma articulada. Uno de los extremos del martillo se encuentra adherido al tímpano, mientras que la base del estribo está unida mediante un anillo flexible a las paredes de la ventana oval, orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno. *Ver figura 1*.

Finalmente, la cavidad del oído medio se comunica con el exterior del cuerpo a través de la trompa de Eustaquio, la cual es un conducto que llega hasta las vías respiratorias y que permite igualar la presión del aire a ambos lados del tímpano. Los sonidos, formados por oscilaciones de las moléculas del aire, son conducidos a través del conducto auditivo hasta el tímpano. Los cambios de presión en la pared externa de la membrana timpánica, asociados a la señal sonora, hacen que dicha membrana vibre siguiendo las oscilaciones de dicha señal.

Las vibraciones del tímpano se transmiten a lo largo de la cadena de huesecillos, la cual opera como un sistema de palancas, de forma tal que la base del estribo vibra en la ventana oval. El estribo se encuentra en contacto con uno de los fluidos contenidos en el oído interno; por lo tanto, el tímpano y la cadena de huesecillos actúan como un mecanismo para transformar las vibraciones del aire en vibraciones del fluido. *Ver figura 2.*

Reflejo timpánico o acústico:

Cuando se aplican sonidos de gran intensidad (mayores de 80 decibeles) al tímpano, los músculos tensores del tímpano y el estribo se contraen de forma automática, modificando la característica de transferencia del oído medio y disminuyendo la cantidad de energía entregada al oído interno. Este "control de ganancia" se denomina reflejo timpánico o auditivo, y tiene como propósito proteger a las células receptoras del oído interno frente a sobrecargas que puedan llegar a destruirlas. Este reflejo no es instantáneo, sino que tarda de 40 a 160 milisegundos en producirse (6).

5.1.2. Región Central:

Oído interno

El oído interno representa el final de la cadena de procesamiento mecánico del sonido, y en él se llevan a cabo tres funciones primordiales: filtraje de la señal sonora, transducción y generación probabilística de impulsos nerviosos. Está dentro del hueso temporal y alberga los órganos auditivos y del equilibrio, que son inervados por los filamentos del nervio auditivo. Su estructura se caracteriza por presentar distintos canales membranosos alojados en una parte densa del hueso temporal, que se dividen en cóclea (caracol óseo) y vestíbulo y tres canales

semicirculares. Estos tres canales se comunican entre sí y contienen la endolinfa y son responsables de la percepción del equilibrio.

Consta de dos partes: el laberinto anterior o cóclea, que contiene el órgano de Corti o de la audición, y el laberinto posterior, que contiene el órgano del equilibrio.

En el oído interno se encuentra la cóclea o caracol, la cual es un conducto rígido en forma de espiral de unos 35 milímetros de longitud, lleno con dos fluidos de distinta composición.

El interior del conducto está dividido en sentido longitudinal por la membrana basilar y la membrana de Reissner, las cuales forman tres compartimientos o escalas. La escala vestibular y la escala timpánica contienen un mismo fluido (perilinfa), puesto que se interconectan por una pequeña abertura situada en el vértice del caracol, llamada helicotrema. Por el contrario, la escala media se encuentra aislada de las otras dos escalas, y contiene un líquido de distinta composición a la perilinfa (endolinfa). *Ver figura 2.*

La base del estribo, a través de la ventana oval, está en contacto con el fluido de la escala vestibular, mientras que la escala timpánica desemboca en la cavidad del oído medio a través de otra abertura (ventana redonda) sellada por una membrana flexible (membrana timpánica secundaria).

Sobre la membrana basilar y en el interior de la escala media se encuentra el órgano de Corti, el cual se extiende desde el vértice hasta la base de la cóclea y contiene las células ciliares que actúan como transductores de señales sonoras a impulsos nerviosos. Sobre las células ciliares se ubica la membrana tectorial, dentro de la cual se alojan las prolongaciones o cilios de las células ciliares externas.

Dependiendo de su ubicación en el órgano de Corti, se pueden distinguir dos tipos de células ciliares: internas y externas. Existen alrededor de 3500 células ciliares internas y unas 20000 células externas. Ambos tipos de células presentan conexiones o sinapsis con las fibras nerviosas aferentes (que transportan impulsos hacia el cerebro) y eferentes (que transportan impulsos provenientes del cerebro), las cuales conforman el nervio auditivo (13).

Equilibrio

Los canales semicirculares y el vestíbulo están relacionados con el sentido del equilibrio. En estos canales hay pelos similares a los del órgano de Corti, y detectan los cambios de posición de la cabeza.

Los tres canales semicirculares se extienden desde el vestíbulo formando ángulos más o menos rectos entre sí, lo cual permite que los órganos sensoriales registren los movimientos que la cabeza realiza en cada uno de los tres planos del espacio: arriba y abajo, hacia adelante y hacia atrás, y hacia la izquierda o hacia la

derecha. Los ojos y ciertas células sensoriales de la piel y de tejidos internos, también ayudan a mantener el equilibrio; pero cuando el laberinto del oído está dañado, o destruido, se producen problemas de equilibrio. Es posible que quien padezca una enfermedad o un problema en el oído interno no pueda mantenerse de pie con los ojos cerrados sin tambalearse o sin caerse (7).

5.2. ESTIMULO AUDITIVO

Cuando la onda sonora golpea la membrana timpánica, ésta vibra y transmite dicha vibración a la cadena osicular produciendo un movimiento de vaivén en la platina del estribo, que apoyado sobre la ventana oval transporta la vibración a la rampa vestibular del caracol, provocando en la perilinfa una onda que se desplaza en el interior del caracol y hace vibrar la membrana basilar y tectorial de arriba abajo, lo que provoca una fuerza lateral mecánica a modo de cizalla contra el haz de cilios de las células ciliadas.

La “onda migratoria” provocada por los sonidos graves llega hasta el final de la cóclea y allí produce su máximo efecto. Por el contrario, la “onda migratoria” procedente de sonidos agudos provoca su máximo efecto en las porciones iniciales del caracol. Así, en la cóclea se realiza un análisis mecánico de las frecuencias

(tonotopía). Cada frecuencia estimula de forma selectiva una porción concreta del órgano de Corti. Aquí se terminan los fenómenos físicos implicados en la transmisión del sonido y comienza la transformación de las presiones sonoras en impulsos bioeléctricos. La trasducción mecano-eléctrica corre a cargo de las células ciliadas del órgano de Corti que responden a la estimulación mecánica de sus cilios con un complejo sistema de procesos electro-químicos cuyo fin es la producción de un estímulo eléctrico. El potencial así generado se libera en la parte basal de la célula ciliada desde donde son transmitidos a las terminaciones nerviosas del nervio coclear y de aquí al cerebro. El nervio coclear o auditivo lleva codificada información de intensidad y frecuencia del estímulo sonoro (7).

5.3. FISIOLOGIA DEL SISTEMA AUDITIVO

Las modificaciones en la presión del aire (ondas sonoras) se transmiten desde el exterior hacia el tímpano a través del conducto auditivo externo. Al llegar, generan una serie de vibraciones que son difundidas por el martillo, yunque y estribo hacia la ventana oval y alcanzan el líquido del oído interno. *Ver figura 3.*

El movimiento de la endolinfa permite a su vez el movimiento de un grupo de proyecciones finas, conocidas como células pilosas del órgano de Corti. Éstas

transmiten señales directamente al nervio auditivo, el cual lleva la información a los centros auditivos del cerebro.

El rango de audición varía de unas personas a otras y depende de distintos factores como el volumen y el tono. Se dice que los niveles máximos de audición incluyen frecuencias hasta de 28.000 ciclos por segundo y que el humano puede captar diferencias en la frecuencia de vibración (tono) que correspondan al 0,03% de la frecuencia original, en el rango comprendido entre 500 y 8.000 vibraciones por segundo.

El umbral de la audición humana se encuentra entre los 0 y los 140 decibeles aproximadamente. Se considera que no deben registrarse más de 30 decibeles para que una persona pueda dormir bien, mientras que 120 decibeles constituyen el umbral de lo soportable (7).

5.4. EL SONIDO

El sonido es una serie de ondas de compresión que viaja por el aire. El transmisor del sonido, sea la voz de otra persona, un receptor de radio o algún dispositivo que

hace ruido crean el sonido al comprimir de manera alternada al aire y a continuación relajar la compresión.

Una definición breve y sencilla es la que nos dice que el sonido es físicamente una sacudida de los elementos del medio donde existen, sea liquido o sólido o gaseoso (aire), produciendo un movimiento oscilante de particular materiales alrededor de su normal posición de reposo o equilibrio. Se trata pues de una onda sinusoidal, que se representa fisiológicamente por dos cualidades, la frecuencia y la intensidad.

Frecuencia: Se define como una unidad física de altura, es el ciclo o periodo por segundo, o Hertz. Se escoge la octava como unidad audiométrica ya que objetiviza la sensación del crecimiento de sensación de altura del oído humano. La frecuencia (tono) se mide en Hercios (Hz). Mide el número de vibraciones o ciclos que emite por segundo la fuente de sonidos. Los seres humanos percibimos frecuencias entre 20 a 20.000 Hz. Los sonidos que se encuentran por debajo o por encima de ellos se denominan infrasonidos o ultrasonidos respectivamente. El tono de conversación se encuentra en el rango de frecuencias entre 500 y 3.000 Hz, con intensidades de 50 a 60 dB. Los sonidos de las vocales se localizan en las frecuencias bajas (500 Hz), mientras que los sonidos de las consonantes están en las frecuencias medias (1.000 Hz) y altas (3.000 Hz). Las frecuencias de tonalidades superiores a 2.000 Hz, son importantes para la comprensión de las palabras en ambientes ruidosos. La mayoría

de los sonidos que escuchamos no son puros, sino combinaciones de varias frecuencias.

Para conocer el nivel de audición de una persona, realizamos una audiometría tonal liminal. Con ella buscamos los umbrales mínimos de audición que tiene en cada oído para tonos de diferentes frecuencias. La representación gráfica de los valores obtenidos se denomina audiograma y se mide en dB.

Se consideran como normal los audiogramas que muestran un umbral acústico comprendido entre 0 y 25 dB.

El sonido es una sensación auditiva que proviene de una vibración y queda definido tanto por su intensidad como por su frecuencia (1).

Intensidad: La unidad física es el watt acústico por centímetro cuadrado. De todos modos, el nivel de intensidad del sonido se ha adaptado a las propiedades del oído, es decir, la unidad audiométrica es el decibelio, décima parte del belio. Podemos recordar que 1 pascal=10barios=10dinas/centímetro cuadrado=94decibelios absolutos. Fue en 1965 cuando se definió el valor de la presión acústica correspondiente al cero decibelio absoluto (dB).

La intensidad (volumen) se mide en escala logarítmica mediante decibelios (dB). La escala de percepción en el hombre está entre 0 y 140 dB. Un sonido de 0 dB está en el umbral de audición, en tanto que un sonido de 140 dB está en el umbral del dolor.

Infrasonido*:* sonido de frecuencia muy grave, por debajo de los 15 ciclos por segundo. La intensidad del sonido, que está en íntima relación aunque no es idéntica a su sonoridad, se mide en una escala logarítmica que, por conveniencia de las frecuencias, está dada en decibeles (dB).

Ultrasonido*:* sonido de frecuencia muy alta, por encima de los 15000 ciclos por segundo (14).

5.4.1. Fisiología del Sonido

Las ondas sonoras son inducidas mecánicamente por vibraciones que se propagan como ondas de presión por el medio ambiente circundante, sea este gaseoso, líquido o sólido. Son percibidas por el oído que es un mecanorreceptor especializado. Las vibraciones registradas de este modo (ondas sonoras) son modificadas en el sistema de conducción antes de llegar a los receptores auditivos, las células ciliadas del órgano de Corti. El sonido es una serie de ondas de compresión que viaja por el aire. El transmisor del sonido, sea la voz de otra persona, un receptor de radio o algún dispositivo que hace ruido crean el sonido al comprimir de manera alternada al aire y a continuación relajar la compresión. Por ejemplo, una cuerda de violín que esta vibrando crea sonidos al moverse hacia uno y otro lado. Cuando la cuerda se mueve hacia delante comprime el aire, y cuando se mueve hacia atrás disminuye el grado de

compresión por debajo de lo normal. Este ciclo alterno de compresión y descompresión del aire produce sonido.

Las ondas sonoras viajan por el aire de manera semejante a la manera en que viajan las ondas sonoras sobre la superficie del agua. Por tanto la compresión del aire que esta junto a la cuerda del violín desarrolla presiones en esta región, que a su vez hacen que el aire que esta un poco apartado se comprima también. La presión en esta segunda región comprime el aire que esta aun mas apartado, y este proceso prosigue una y otra vez hasta que la onda sonora llega finalmente al oído (1).

5.5. EL RUIDO Y SUS EFECTOS

El ruido se define como un sonido molesto o no deseado.

El efecto principal que la exposición al ruido produce en el oído es la de reducir la capacidad de las células ciliadas para transformar la vibración en impulsos nerviosos.

La explicación patogénica que algunos autores refieren de este fenómeno es que el contenido de neurotransmisor en las células sensoriales y ganglionares del oído interno va disminuyendo progresivamente mientras se mantiene el estímulo sonoro, recuperándose algo al ceder el mismo.

Por otro lado, los músculos del oído medio (martillo y músculo del estribo), ante

ruidos intensos, se contraen provocando rigidez en la cadena oscicular, actuando como amortiguadores de la intensidad sonora y protegiendo así a la cóclea de los ruidos intensos.

Si el estimulo sonoro se mantiene de forma constante se producirá fatiga y relajación muscular, dejando al oído interno sin protección y favoreciendo la aparición de una hipoacusia de percepción.

Las lesiones que aparecen en el oído interno por el ruido varían desde ligeras alteraciones hasta la destrucción completa del Órgano de Corti, de las células ganglionares y de sus fibras.

El grado de la lesión va a depender no sólo de la intensidad del ruido (dB) y del tiempo de exposición (el ruido produce un efecto acumulativo), sino también de factores personales (edad, sexo, antecedentes otológicos previos, ingesta de fármacos ototóxicos).

La localización de las lesiones dependerá del tipo de ruido. Así, con los ruidos agudos que son los más dañinos para el oído, la lesión se localiza en la base del caracol, mientras que con los graves se localizan más cerca del vértice.

Cuando se expone el oído a estímulos sonoros de intensidad superior al fisiológico, pero de breve duración, se produce un daño funcional reversible denominado “fatiga auditiva” o sordera temporal que desaparece a las pocas horas de cesar el estímulo sonoro.

Tras la exposición a un sonido de intensidad superior a 80 dB, durante mucho tiempo y de forma continua, es frecuente la aparición de una hipoacusia neurosensorial por trauma acústico crónico ya que cuando la exposición es intensa y prolongada la recuperación es cada vez más lenta, y al final se produce la muerte celular. En primer lugar se afectan las células ciliadas externas, y si persiste el ruido se alteran las células de sostén, y posteriormente las células ciliadas internas, desintegrándose el órgano de Corti.

Si el trauma acústico es agudo, producido por un ruido instantáneo de muy elevada intensidad, por encima de los 120 dB, puede producirse rotura del tímpano y destrucción de células ciliadas y del órgano de Corti.

La sordera permanente por ruido es neurosensorial, de origen coclear, irreversible, bilateral, de evolución lenta y progresiva. Al principio sólo se afectan las frecuencias de 4.000 Hz, conservándose las de rango conversacional, por lo que suele pasar inadvertida durante años. Hasta que no se pierde un 28 por ciento de la audición (umbral auditivo en 30 dB) no se aprecian problemas en la comunicación. Al comienzo se puede notar una disminución temporal de la audición durante las horas de trabajo y las inmediatas posteriores, que desaparece poco tiempo después de alejarse de la fuente sonora. Se puede acompañar de tinnitus, sensación de plenitud en los oídos y percepción lejana de la palabra. Son una serie de síntomas subjetivos que se definen como fatiga auditiva. Estos síntomas, al ser pasajeros, no

suelen llamar la atención y habitualmente pasan desapercibidos. Progresivamente se va afectando más la audición, comienzan a no percibirse los tonos agudos (como el tic-tac del reloj o el timbre del teléfono) y paulatinamente se van afectando las zonas vecinas, la zona de frecuencia conversacional (500-3.000 Hz), dificultando la discriminación de las palabras. “Oyen a la gente, pero no la entienden.”

A diferencia de la presbiacusia, la hipoacusia crónica por ruido se puede prevenir, mediante la audiometría de notas puras podemos detectar precozmente su inicio. Ésta se caracteriza por presentar aumento del umbral auditivo y caída selectiva a nivel de la frecuencia 4.000 Hz. Si la exposición continua se afectará las frecuencias vecinas (500-3,000 Hz), lo que crea dificultades para mantener una comunicación. La audiometría verbal presenta mala discriminación.

Otro síntoma característico de las hipoacusias por ruido es que en fases tempranas presenta el fenómeno llamado “recruitment”, presentan molestias ante niveles de sonido que habitualmente no lo producirían, pues tienen disminuido el umbral de audición dolorosa.

Los pacientes de 30 o 40 años pueden presentar pérdida auditiva por procesos degenerativos asociados con la edad (presbiacusia). Es debido a la disminución de la elasticidad de las estructuras encargadas de la transmisión del sonido, así como a la degeneración del órgano de Corti, ganglio y fibras del nervio auditivo. También es una sordera neurosensorial, en la que también se observa un descenso del umbral

auditivo en las frecuencias 4.000 Hz al comienzo, que posteriormente se irá extendiendo a las frecuencias vecinas. Afecta más el sexo masculino y no se asocia con “recruitment”.

Las alteraciones por ruido no se limitan sólo al oído, también hay repercusiones en otros órganos debido a las numerosas interconexiones que existen a nivel cerebral, y especialmente con el sistema neurovegetativo. Además, el ruido produce irritabilidad, estrés, falta de concentración, trastornos del sueño y dificultad de la comunicación con los demás (2).

A continuación se detallan algunos niveles de ruido:

Sonido	Nivel
Pájaros trinando	10 db
Rumor de hojas de árboles	20 db
Zonas residenciales	40 db
Conversación normal	50 db
Ambiente oficina	70 db
Interior fabrica	80 db
Tráfico rodado	85 db
Claxon automóvil	90 db
Claxon autobús	100 db
Interior discotecas	110 db

Motocicletas sin silenciador	115 db
Taladradores	120 db
Avión sobre la ciudad	130 db
Umbral de dolor	140 db

Para presentar los efectos del ruido es conveniente distinguir los efectos auditivos (acción sobre el oído) de los extrauditivos. El ruido actúa sobre el oído básicamente por la energía acústica, mientras que sus efectos extrauditivos dependen en esencia de la información que aporta (3).

5.5.1. Efectos auditivos.

- Efecto enmascarador. Disminución de la percepción de un ruido determinado por efecto de un ruido diferente (ruido enmascarador) producido de forma simultanea. Se valora por la elevación del umbral de audición del ruido enmascarado. El sonido enmascarado tiene un efecto predominante sobre las frecuencias más próximas, pero a medida que aumenta su intensidad, se potencia el efecto de enmascaramiento sobre las frecuencias altas.
- Fatiga auditiva y recuperación. Se refiere a la elevación transitoria del umbral de audición como consecuencia de la exposición a un ruido. Para valorarla se mide la pérdida de audición en función de la frecuencia algún tiempo después de haber cesado la exposición al ruido (TTS). La fatiga es

proporcional al nivel del ruido (considerable cuando supera un nivel critico que varia entre 70 y 90 dB por encima del umbral de audición) y a la duración de la exposición. En caso de los ruidos industriales, tiende a situarse alrededor de los 4000 Hz (3000-6000Hz en general). La recuperación del umbral normal de audición es muy rápida para TTS inferiores a 40 dB, pero puede requerir varios días para TTS superiores a 60 dB.

- Sordera profesional. Con este término se describe la sordera por ruido. En todas las industrias ruidosas o una constante exposición al ruido se puede producir esta anomalía.

5.5.2. Efectos extrauditivos.

- Sistema cardiovascular. Los trabajos de laboratorio han demostrado que toda variación súbita e importante de una característica fisiológica del ruido provoca una modificación del ritmo cardiaco (aceleración en algunos segundos, seguida de una deceleración más lenta). Estos efectos son claros al principio de una exposición a ruidos impulsivos. El ruido produce vasoconstricciones precapilares cuya duración depende de la del ruido. Los estímulos sonoros breves conllevan a un aumento de la tensión arterial durante algunos segundos. El gasto cardiaco puede aumentar o disminuir en

un 10% por efecto del ruido. No parece existir efecto acumulativo que permita atribuir al ruido ciertas enfermedades cardiovasculares.

- Sueño. Para ruidos que se mantienen durante toda la noche, las alteraciones del sueño son más importantes durante la primera mitad de la noche. Las características físicas de los ruidos perturbadores son: la relación señal-ruido, mas que el nivel sonoro en si, el intervalo de silencio entre dos ruidos y la rapidez de circulación de vehículos. Los ancianos son mucho más sensibles que los niños y los adultos jóvenes. Además las perturbaciones dependen de los rasgos de personalidad del individuo.
- Rendimiento psicomotor. Los tiempos de reacción a las tareas psicomotoras aumentan bajo la acción de un ruido monótono y disminuyen por efecto de un ruido estimulante, por lo menos durante la primera hora de exposición. Los errores cometidos durante la ejecución de una tarea de índole psicomotora aumentan de forma más significativa después de unas horas de exposición al ruido y en particular cuando se detienen los estímulos intermitentes. Sin embargo, hay variaciones interindividuales muy importantes, incluso contradictorias. El ruido parece tener poco efecto sobre la concentración, pero perturba especialmente las tareas en las cuales la atención debe trasladarse de una fuente de información a otra.

5.5.3. Factores de variación de los efectos de ruido.

Existen numerosos factores que pueden explicar las variaciones intra e interindividuales de los efectos del ruido; así, cualquier estudio detallado de los efectos del ruido tendría que analizar información sobre los siguientes factores: edad, sexo, personalidad, actividad profesional, antecedentes patológicos, hábito al ruido y significación del ruido para la persona estudiada.

5.5.4. Música durante el trabajo.

Algunos especialistas la recomiendan como factor de mejora del medio laboral. Es evidente el canto, y la música en general, influye en el estado psíquico de los individuos. Las emisiones musicales en los momentos de lasitud, en particular durante el trabajo nocturno, pueden tener resultados favorables, a condición de que respeten ciertas normas: la duración total de la emisión no debe sobrepasar una hora al día. Los momentos mas idóneos corresponden al inicio y a la conclusión del trabajo (algunos minutos), pudiéndose incorporar emisiones de 10-15 minutos a media mañana o por la tarde. Por la noche las emisiones pueden ser mas largas. Los programas deben crear un fondo sonoro agradable, sin distraer la atención puesta en el trabajo: música simple, con un ritmo medio y que se perciba claramente, sin cantos ni estilos innovadores. Los aparatos reproductores y

amplificadores deben instalarse con el máximo esmero para obtener una buena musicalidad y no provocar ruidos adicionales. En los trabajos nocturnos la música incrementa el rendimiento.

5.6. SORDERA POR RUIDO

La pérdida de la audición es común con la edad y por lo general se produce como consecuencia de distintos agentes causales. Una situación de riesgo reconocida es la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a los 80 decibeles, que produce la denominada sordera por ruido.

La sordera por ruido es la pérdida de la audición debida a la exposición indebida a sonidos excesivos. Se caracteriza por ser insidiosa, pues se inicia y cursa lentamente y se suele diagnosticar cuando el daño ya se ha producido de forma irreversible. Produce aislamiento social y limita la eficacia en el trabajo. Algunos síntomas relacionados con esta condición son los "silbidos de oído" que en ciertos casos se vuelven permanentes y puede estar ligado a insomnio, irritación y llevar a la depresión.

La exposición al ruido se asocia a un tipo de pérdida auditiva denominado hipoacusia neurosensorial. Esta se deriva de la incapacidad del oído de servir como transductor, no puede convertir el estímulo físico que llega al oído interno en

potencial nervioso y, por lo tanto, este no es transmitido al cerebro para ser interpretado.

Esta clase de hipoacusia no solo es causada por ruido, también puede estar asociada con síndromes genéticos o ser adquirida por diversas causas.

Las investigaciones han demostrado en primer lugar, que la pérdida auditiva inducida por ruido es 100% prevenible y que los programas de conservación auditiva son efectivos. La NIOSH recomienda que se implementen programas de conservación auditiva para todos aquellos trabajadores que están expuestos a exposiciones ponderadas para ocho horas mayores o iguales a 85 decibeles.

La pérdida de la audición implica el cambio en el umbral auditivo detectado mediante audiometría, el cual puede ser permanente o temporal. Respecto al cuadro clínico usualmente presenta cuatro etapas:

Fases	Características
Primera	Coincide con los primeros días de exposición al ruido. El individuo puede presentar al terminar la jornada tinnitus, sensación de presión en los oídos, dolor de cabeza, cansancio y mareo.
Segunda	Usualmente el único síntoma son los tinnitus. Este período puede durar entre meses y años, según el

	tipo de exposición y la susceptibilidad del individuo. El cuadro ya se ha instaurado pero solo se puede documentar mediante audiometría.
Tercera	El individuo empieza a percibir dificultades en su audición, en especial si la intensidad del sonido es baja.
Cuarta	La sensación de insuficiencia auditiva es manifiesta

La exposición al ruido de corta duración y gran intensidad (explosiones, disparos de armas de fuego) puede producir como manifestación aguda la pérdida repentina de la audición o trauma acústico (2).

La sordera evoluciona en cuatro periodos:

- El primer periodo se caracteriza por la instauración de una perdida de audición hacia los 4000 Hz. En esta fase la audiometría practicada sistemáticamente después de una jornada de trabajo ruidoso demuestra que todas las frecuencias conservan su nivel normal de audición excepto la que se sitúa a 4000 Hz, que presenta una caída de 30-50dB. Si se separa al obrero del medio ruidoso, este descenso desaparece a los pocos días.

- El segundo periodo, o de latencia, esta caracterizado por la persistencia de la perdida auditiva a la frecuencia de 4000 Hz, lo que significa que la audición de la palabra esta conservada.
- El tercer periodo sucede al precedente y en el se observa ya una perdida sensible de la palabra. La audiometría demuestra que las frecuencias próximas a 4000, es decir 2000 y 8000, tan bien están fuertemente alteradas.
- En el cuarto periodo los sonidos graves todavía están respetados, pero la curva se inclina hacia los agudos: cuanto más agudo es el sonido mayor es el déficit (8).

5.6.1. Sordera o hipoacusia

Se conoce como sordera o hipoacusia a la disminución de la capacidad auditiva, que puede ser parcial o total y afectar a uno o a ambos oídos.

La sordera se clasifica en general en dos categorías: sordera de conducción y sordera nerviosa.

El termino *sordera de conducción* significa sordera causada por insuficiencia de la conducción de ondas sonoras desde la membrana timpánica por el sistema de huesecillos hacia el caracol. Por otra parte, la sordera nerviosa indica insuficiencia

de los impulsos nerviosos auditivos para llegar a la corteza auditiva, por lesión del propio caracol o de cualquier parte del sistema de transmisión del sonido.

Una de las causas principales de sordera de conducción es el bloqueo repetido de la trompa auditiva. Esta trompa conecta al oído medio con la nasofaringe, y normalmente se abre de manera temporal cada vez que se deglute. Su función consiste en conservar igual la presión del interior del oído medio con la presión de la atmósfera circundante, de modo que no exista una diferencia de presión entre ambos lados de la membrana timpánica. Si esta trompa queda tapada como consecuencia de resfriado, inflamación alérgica de las membranas basales u otra razón, se absorberá el aire del oído medio y en su sitio se acumulara un líquido seroso. Además la membrana timpánica se vera impulsada hacia adentro a causa de la presión disminuida en el oído medio. A continuación pasan fibroblastos hacia el líquido seroso y producen tejido fibroso entre los huesecillos y las paredes del oído medio. Si prosigue este proceso durante tiempo suficiente, los huesecillos quedaran unidos por ultimo con tanta firmeza a las paredes del oído medio que se volverá prácticamente nula la conducción del sonido por los huesecillos hacia el caracol.

La *sordera nerviosa* es característica de senectud, casi todos los ancianos desarrollan normalmente por lo menos cierto grado de este tipo de sordera, en especial a los sonidos de frecuencia muy alta. La posible causa es el proceso de

envejecimiento del propio caracol. También puede producir sordera nerviosa la exposición a sonidos excesivamente agudos, como ocurre cuando se escucha música estridente, ruidos de las fábricas de calderas, explosiones de bombas en tiempo de guerra, etc. Esto produce alteración real del órgano Corti a causa de las vibraciones excesivamente intensas de la membrana basilar (14).

Existen distintos modos de clasificar las sorderas (12):

De acuerdo al grado de hipoacusia.

Tipo	Umbral (dB)
Normoacusia	< 20
Hipoacusia leve	21-40
Hipoacusia moderada	41-60
Hipoacusia severa	61-80
Hipoacusia profunda	> 81

De acuerdo a la edad de aparición.

Tipo	Características
Prelocutiva	La sordera aparece antes de la adquisición del lenguaje.
Perilocutiva	La sordera aparece cuando el niño empieza a hablar, pero aún no sabe

	leer.
Postlocutiva	La sordera aparece después de la adquisición del lenguaje hablado y del aprendizaje de la lectura.

De acuerdo al momento en que actúa el agente causal.

Tipo	Características
Hereditarias o genéticas	Ya sea que se manifiesten desde el nacimiento o en un momento tardío.
Adquiridas	Producidas por algún agentes como virus, medicación, etc.

Según el nivel de la lesión.

Tipo	Características
Hipoacusia de transmisión	Se da en el oído externo y medio. Se produce por un incremento de la resistencia al paso de las vibraciones acústicas.
Hipoacusia de percepción o neurosensorial	El defecto se da en el oído interno y el nervio auditivo
Hipoacusia mixta	Se combina un problema de transmisión con uno de percepción.

Hipoacusia central	La alteración se da en el cerebro y no hay interpretación del estímulo.

5.6.2. Presbiacusia

La presbiacusia se caracteriza por una pérdida de audición gradual pero significativa que afecta a todas las frecuencias, con pérdidas mayores por encima de los 1000 Hz.

El envejecimiento normal produce cambios en la capacidad auditiva que pueden verse magnificados por la existencia de enfermedades o por los efectos de la exposición a ambientes sonoros elevados.

La pérdida de audición puede clasificarse no sólo por ser de transmisión, sensorial o neurológica sino también atendiendo a la causa que la origina. Según este criterio, las pérdidas auditivas pueden clasificarse de la siguiente manera:

Pérdida auditiva inducida por ruido. A su vez, ésta puede ser:

Pérdida auditiva industrial	Debida a exposición a ambientes laborales ruidosos.
Socioacusia	Debida a los ruidos de la vida cotidiana.

Nosoacusia	atribuida a causas como sorderas progresivas hereditarias, ciertas enfermedades, fármacos ototóxicos, etc.
Presbiacusia	Pérdida causada por el proceso de envejecimiento.

La capacidad auditiva comienza a sufrir el declive en la segunda década de la vida, pronunciándose cada vez más a medida que se avanza en edad. Debido a la importancia de otros factores (influencias genéticas, exposición al ruido, ingestión de fármacos, etc.) resulta complicado establecer dónde comienza el deterioro normal por envejecimiento.

En las edades cercanas a los 50 años la pérdida de audición puede llegara ser lo suficientemente importante como para ocasionar problemas en algunas situaciones que demandan escuchar, como en casos de sonidos débiles o situaciones en las que el sonido proviene de múltiples fuentes o existe ruido de fondo que puede originar enmascaramiento. En estas situaciones la persona se ve obligada a desplegar un esfuerzo más intenso, que puede generar fatiga y puede ser fuente de errores. Con la edad se ve también afectada la capacidad de interpretar y responder a informaciones auditivas complejas.

Spoor estableció unas curvas de corrección de edad, para hombres y mujeres separadamente, a las que se han denominado "correcciones presbyacústicas", si bien implican también socioacusis y nosoacusis.

Las figuras 4 y 5 muestran los niveles de audición esperados (Expected Hearing Leveis). Aquí se han combinado las correcciones de edad de Spoor con las medias de umbrales audición. Las curvas indican los valores más probables de los niveles de audición esperados, a una edad determinada, para hombres y mujeres que no han estado expuestos a situaciones laborales ruidosas y que son otológicamente normales y no presentan historia de problemas severos de oído ligados con alguna causa concreta.

En situaciones de exposición al ruido las pérdidas de audición están relacionadas con los tiempos de exposición, en especial si los niveles son elevados, y con la edad.

El proceso de envejecimiento afecta en primera instancia a los tonos altos, siendo las pérdidas de audición mayores para las frecuencias de 4000 Hz que en las de 1000 y 2000 Hz.

Los problemas de audición no siempre pueden mejorarse mediante la amplificación ya que en ocasiones estos daños están caracterizados por la incapacidad para discriminar los sonidos hablados incluso cuando existe amplificación (15).

5.7. EXAMENES PARA MEDIR LA AUDICION

Para descubrir sorderas debidas al ruido, es necesario efectuar un examen clínico otológico y mediciones de audición en condiciones estandarizadas.

5.7.1. Examen clínico.

En el transcurso del examen clínico, el interrogatorio es acerca de los antecedentes patológicos hereditarios y personales, así como las condiciones de trabajo pasadas y presentes.

5.7.2. Medición de la Audición.

Se efectúa por acumetría o audiometría.

5.7.3. Acumetría.

Es una técnica que se sirve de procedimientos simples, como la voz alta, voz baja, que se oye normalmente a 5m en un local silencioso, la prueba del reloj

y los diapasones situados cerca del pabellón auricular para estudiar la conducción aérea, sobre la apófisis mastoides del hueso temporal para estudiar la conducción ósea o en la frente para estudiar la lateralización. El diapasón es particularmente útil en la medicina del trabajo por tratarse de una frecuencia crítica a partir de la cual empiezan a alterarse las capacidades de comunicación verbal.

5.7.4. Audiometría de notas puras.

Determina el grado o extensión de la perdida auditiva del paciente. La audiometría se realiza con un audiómetro y consta de siete partes:

- Un oscilador. Para generar diversas notas puras.
- Un amplificador. Para aumentar la intensidad de las notas puras hasta un nivel útil.
- Un interruptor. Para poder iniciar y terminar la emisión de las notas puras sin clics audibles.
- Un atenuador. Para aumentar y reducir la intensidad de las notas puras en incrementos calibrados.
- Un auricular. Para convertir el sonido real las señales eléctricas generadas por el oscilador.

- Un vibrador de conducción ósea. Para entregar las notas puras directamente en el cráneo del paciente.
- Un generador de ruidos de enmascaramiento. Para poder ensayar un oído a la vez.

El nivel de salida del audiómetro se calibra de acuerdo con valores de referencia especificados por el Instituto Nacional de Patrones de Estados Unidos. Sin embargo, la calibración de fabrica no dura toda la vida del audiómetro y se requieren recalibraciones periódicas para asegurar pruebas audiométricas confiables y valederas.

El objetivo de la audiometría es obtener los umbrales para notas puras de tono o frecuencia variables. Para ello se presenta una nota pura y se modifica el nivel de sonoridad o de intensidad de ese sonido hasta que el paciente lo detecta apenas. El umbral se define como el nivel de intensidad más bajo que el paciente detecta más o menos el 50% de las veces. Se establece el umbral presentando primero el sonido a un nivel de sonoridad confortable y cada vez que el paciente escucha el sonido levanta el dedo u oprime el botón. El examinador reduce la intensidad de las sucesivas salvas tonales hasta que el paciente deja de responder y después la aumenta hasta que reaparece la

respuesta. El umbral se suele definir como el nivel de intensidad que produce una respuesta dos de cada tres veces en series ascendentes.

Para realizar la audiometría se coloca al paciente los audífonos en ambos oídos, en forma aislada, para obtener la audiometría bilateral, para lo cual se observa primero:

- Botón de selección, de pendiendo del oído a evaluar, derecho o izquierdo.
- Botón de encendido ON, cuando se va a iniciar el examen.
- Botón de tono ON para controlar el sonido en el test.
- Se acomoda al paciente en la cabina prueba de sonidos y colocarle los audífonos en ambos oídos. Se pasan tonos puros a cada oído en forma aislada, para obtener las audiometrías. De be cuantificarse primero un oído, de preferencia el derecho, para llevar el mismo orden y luego el oído opuesto; cuando el paciente escucha el tono, lo hace saber al examinador, a través de presionar un botón.

5.7.5. Audiograma.

En cada oído obtienen los umbrales para seis a ocho notas puras distintas y los resultados se marcan en un grafico que se llama Audiograma. La escala de frecuencias se expresa en Hertz (Hz), la frecuencia varia desde sonidos

graves (250 Hz) hasta muy agudos (8000 Hz). La escala de intensidad se mide en decibeles (db). Los niveles de intensidad están comprendidos entre un nivel auditivo (NA) de -10 db (muy débil) hasta 140 db (muy intenso). *Ver figura 6.*

Es común expresar los resultados del umbral en dos procedimientos con notas puras. En uno de ellos se presenta los sonidos al oído ensayado con auriculares (audiometría de conducción aérea). Con la audiometría de conducción aérea se mide la sensibilidad de todo el aparato auditivo, desde el conducto auditivo externo, oído medio y mecanismo sensorineural de la cóclea, hasta el octavo nervio craneal. El segundo procedimiento los sonidos se transmiten directamente del cráneo del paciente con un vibrador óseo (audiometría de conducción ósea). La prueba de conducción ósea se hace para medir la sensibilidad del mecanismo sensorineural solamente.

Al trazar este audiograma el símbolo ¨O¨ es usado para el oído derecho y la ¨X¨ para el oído izquierdo, para umbrales de sonido por conducción aérea, y los símbolos ¨ [¨ para el derecho y ¨] ¨ para el izquierdo cuando el umbral se establece por conducción ósea. Se utiliza color rojo para el oído izquierdo y negro para el oído derecho.

5.7.5.1. Interpretación de los audiogramas

La determinación de los umbrales de la conducción aérea y de la conducción ósea es importante para la evaluación otológica por dos motivos. Primero, los valores del umbral pueden adoptar información sobre la incapacitación auditiva del paciente con fines sociales, educativos y de rehabilitación. Para este fin, un procedimiento común encaminado a estimar el grado general de perdida auditiva del paciente es promediar los puntajes de los umbrales de la conducción aérea a 500, 1000 y 2000 Hz. Este promedio se conoce como promedio de notas puras o PNP. El PNP se suele categorizar de acuerdo a los lineamientos de la figura 7 para estimar el probable grado de compromiso auditivo que el paciente podría experimentar en las situaciones de audición cotidianas. *Ver Figura. 7.*

El segundo aspecto importante en evaluación otológica entraña la relación entre los umbrales de conducción aérea y conducción ósea. Esto aporta información sobre el probable sitio de todo trastorno de la audición. La figura 8 ilustra los tres sitios anatómicos que constituyen el sistema auditivo. Los sitios son aparato del oído medio, cóclea y octavo par craneal. La grafica resume para cada sitio la función auditiva normal, el tipo de perdida auditiva

que acarrea un trastorno y las características auditivas primarias de un trastorno (14). *Ver Figura. 8.*

5.8. EVALUACION DECIBELICA

Se han realizado evaluaciones decibélicas en turbinas de alta velocidad, en forma individual y por medio de un decibelímetro (instrumento para medir dB), para lo cual se necesita:

- Decibelímetro previamente calibrado y recargado para obtener lecturas exactas.
- Unidad dental seleccionada y preparada para funcionar a 40 libras de presión.
- Pieza de mano de alta velocidad y fresa puesta listas para funcionar en la unidad dental.

Se hicieron accionar las piezas de mano de alta velocidad individualmente, y sin someterlas a ningún esfuerzo y luego se hicieron accionar de nuevo las piezas de mano de alta velocidad, esta vez cortando piezas dentales naturales, ambas registradas por el decibelímetro.

De las 48 turbinas de alta velocidad examinadas, las marcas que menos ruido registraron fueron las KAVO y LARES con 80 dB e individualmente fueron las DENTA AMERICA y DISCOVERY con 79; encontrándose ambos registros dentro de los limites máximos de seguridad auditiva (80 dB).

Del total de turbinas examinadas, la marca que más ruido registró fue la MERIDENTA con 87 dB e individualmente fue la NATUS con 97 dB; ambos registros sobrepasan los límites máximos de seguridad auditiva.

El uso de turbina de alta velocidad, al ser empleada a largo plazo, llegara a ser causa de sordera ocupacional (9).

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel de audición en Estudiantes de quinto año y Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el nivel de audición en Estudiantes de quinto año de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Determinar el nivel de audición en Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Determinar si existiera deficiencia auditiva: la edad, el genero, si es bilateral o unilateral, que oído es el mas afectado en relación al lado de trabajo del operador, el tiempo de ejercer la profesión.

7. VARIABLES

Identificación de Variables	**Definición de Variables**	**Operacionalización de Variables**
Nivel de Audición	Es la capacidad auditiva de una persona, al percibir diferentes sonidos.	Anormalidad: Cuando el nivel de audición se encuentra por debajo del grado de normoacusia -20 dB, clasificándose según el grado de hipoacusia. Umbral (dB) a. leve 21-40 b. moderada 41-60 c. severa 61-80 d. profunda +81
Edad	Tiempo que una persona ha vivido, a contar desde que nació.	
Género	Masculino o femenino.	
Unilateral Bilateral Oído mas afectado	Se refiere solamente a un lado. Se refiere a ambos lados. Derecho – Izquierdo.	
Tiempo de ejercer la profesión	Duración de ejercer la profesión.	

8. METODOLOGIA

8.1. Material de la investigación

La muestra representativa es de 70 individuos: 28 Estudiantes de quinto año, 42 Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología. Se determino el tamaño de la muestra basado en proporciones con la siguiente formula:

$$n = \frac{N * p * q}{(N-1)(Le^2/4)+pq} = 70$$

Donde:

N = 232 Tamaño de la población

p = 0.5 Proporción esperada

q = 0.5 Complemento 1-p

Le = 0.1 Limite de error respecto a la población

Los criterios de inclusión son:

De los estudiantes de quinto año, hombres y mujeres de diferentes edades.

De los Odontólogos Docentes, hombres y mujeres de diferentes edades.

8.2. Técnicas y procedimiento

- En una clínica especializada en audición, se realizó un examen de Audiometría a cada uno de los individuos de la muestra y por medio de un Audiograma se determinó el nivel de audición, los cuales fueron realizados y revisados por el otorrinolaringólogo y el investigador.
- De la muestra de 70 individuos, se obtuvo un Consentimiento Informado verbal y escrito acerca del estudio, en donde se les explicó: En que consistía y como era el examen, sus riesgos y beneficios, no tuvo ningún costo y que si la persona decidía retirarse lo podía hacer en cualquier momento, para lo cual estuvieron de acuerdo en su participación.

9. RESULTADOS

Cuadro No. 1

Determinación del nivel de audición en Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por género.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
Masculino	0	9	47	0	56
Femenino	0	3	25	0	28
Totales	0	12	72	0	84

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Por género: 14 mujeres y 28 hombres.

Cuadro No. 2

Determinación del nivel de audición en Estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por género.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
Masculino	1	3	14	0	18
Femenino	1	3	34	0	38
Totales	2	6	48	0	56

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Por género: 19 mujeres y 9 hombres.

Cuadro No. 3

Determinación del nivel de audición en Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por edad.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
25 – 35 años	0	5	27	0	32
36 – 45 años	0	5	29	0	34
46 a mas edad	0	2	16	0	18
Totales	0	12	72	0	84

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Por edad: 25-35 años (16), 36-45 años (17), 46 a más edad (9).

Cuadro No. 4

Determinación del nivel de audición en Estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por edad.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
22 – 25 años	2	6	48	0	56
Totales	2	6	48	0	56

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Por edad: De 22 a 25 años.

Cuadro No. 5

Determinación del nivel de audición en Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala examinados de forma unilateral y bilateral.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
Bilateral	0	12	72	0	84
Unilateral	0	0	0	0	0
Totales	0	12	72	0	84

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

De 6-10 años se encontraban 4 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 10 en Hipoacusia moderada unilateral.

De 11-15 años se encontraban 3 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 7 en Hipoacusia moderada bilateral.

De 16 a más años se encontraban 3 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 15 en Hipoacusia moderada bilateral.

Cuadro No. 6

Determinación del nivel de audición en Estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala examinados de forma unilateral y bilateral.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
Bilateral	0	6	46	0	52
Unilateral	2	0	2	0	4
Totales	2	6	48	0	56

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Al analizar en el grupo de estudiantes con tiempo de actividad clínica de 0-5 años, es importante observar que 24 se ubicaron en Hipoacusia moderada bilateral, 2 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral, 2 en Normoacusia unilateral e Hipoacusia leve unilateral.

Cuadro No. 7

Determinación del nivel de audición en Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo al lado de trabajo.

Derecho	Izquierdo
42	0

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

De acuerdo al lado de trabajo: 42 derechos, no existiendo relación entre pérdida auditiva y lado de trabajo del operador.

Cuadro No. 8

Determinación del nivel de audición Estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo al lado de trabajo.

Derecho	Izquierdo
27	1

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

De acuerdo al lado de trabajo: 27 derechos y 1 izquierdo, no existiendo relación entre pérdida auditiva y lado de trabajo del operador.

Cuadro No. 9

Determinación del nivel de audición en Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo al tiempo de ejercer la profesión.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
0 – 5 años	0	0	0	0	0
6 – 10 años	0	4	24	0	28
11 – 15 años	0	3	17	0	20
16 a mas años	0	3	33	0	36
Totales	0	10	74	0	84

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

De 6-10 años se encontraban 4 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 10 en Hipoacusia moderada unilateral.

De 11-15 años se encontraban 3 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 7 en Hipoacusia moderada bilateral.

De 16 a más años se encontraban 3 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral y 15 en Hipoacusia moderada bilateral.

Cuadro No. 10

Determinación del nivel de audición en Estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo al tiempo de actividad clínica.

	Normoacusia	Hipoacusia			
		Leve	Moderada	Severa	Totales
0 – 5 años	2	6	48	0	56
Totales	2	6	48	0	56

Fuente: Estudio realizado en tesis de pregrado. Junio 2004.

Al analizar en el grupo de estudiantes con tiempo de actividad clínica de 0-5 años, es importante observar que 24 se ubicaron en Hipoacusia moderada bilateral, 2 en Hipoacusia leve unilateral e Hipoacusia moderada unilateral, 2 en Normoacusia unilateral e Hipoacusia leve unilateral.

10. DISCUSION DE RESULTADOS

Se efectuó un examen de audiometría a 70 pacientes que fueron distribuidos de la siguiente manera: 28 Estudiantes de 5to. Año y 42 Docentes Odontólogos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Entre los resultados obtenidos, lo que mas interesa es la perdida auditiva que nos muestra el grupo de docentes como el de estudiantes, el cual se encuentra entre el nivel de Hipoacusia leve y moderada, las cuales son de tipo adquirida ya que la exposición prolongada a diferentes sonidos constantes provoca sordera, afectando hasta el oído interno.

Se observo que en ambos grupos la mayor perdida auditiva fue en las frecuencias de 125, 250, 500 que pertenecen a los sonidos graves, que son los de la conversación, mientras que los sonidos agudos se encontraban normales.

Al comparar los dos grupos estudiados para cada oído, se puede observar la perdida auditiva que existe en ambos grupos, no existiendo diferencia significativa si es por edad, genero, tiempo de ejercer la profesión, tanto el oído derecho como el izquierdo están igualmente afectados, no importando el lado de trabajo que reporto el operador, ya que están afectados por el ruido de los aparatos de la clínica dental.

11. CONCLUSIONES

1. En toda la muestra estudiada existe perdida de la audición en las frecuencias de 125, 250, 500Hz, de 40 a 60 dB, las cuales pertenecen a los sonidos graves, que son los de la conversación, ya que estamos expuestos a un ruido agudo.

2. La normalidad del nivel de audición es de 0-20 dB, sin embargo en ambos grupos sobrepasa hasta 60 dB, lo cual es indicador de Hipoacusia (perdida auditiva).

3. Con base a lo anterior podemos concluir que en ambas muestras existe hipoacusia, no existiendo diferencia en cuanto a la perdida de audición por edad, genero, si es unilateral o bilateral, oído mas afectado respecto al lado de trabajo del operador y tiempo de ejercer la profesión, ya que todos presentan pérdida pero en diferentes niveles.

4. La mayoría de la muestra seleccionada se encontraba en el nivel de Hipoacusia leve y moderada.

12. RECOMENDACIONES

1. Que la Facultad de Odontología haga de conocimiento al gremio odontológico de este estudio.

2. Que el Odontólogo y el personal auxiliar, durante la práctica profesional usen tapones en el conducto auditivo externo, construidos anatómicamente en cada oído.

3. Que los Odontólogos y estudiantes se hagan por lo menos una vez al año examen de audiometría.

4. Que la Facultad de Odontología incluya entre los contenidos del pensum de estudio de estudiantes de pregrado Enfermedades Ocupacionales, haciendo énfasis en la prevención de la perdida auditiva ocupacional.

13. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado y comprendido

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por medio de la Facultad de Odontología, llevo a cabo la investigación ‘’Determinación del nivel de audición en una muestra representativa de Estudiantes de quinto año y Odontólogos Docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala’’, este estudio servirá como tesis para obtener el titulo de Cirujana Dentista al inferí Lilian Lissette García Casasola y esta asesorado por el Dr. Estuardo Vaides.

La investigación se realizara con el propósito de determinar el nivel de audición en estos grupos, ya que los consultorios dentales al igual que muchos otros medios laborales, rebosan de aparatos y dispositivos que generan multitud de ruidos. La pérdida progresiva de la capacidad de audición tiene lugar a lo largo de la vida. Al tratarse de un fenómeno tan lento, los afectados no suelen acudir al especialista hasta que el deterioro esta muy avanzado.

El procedimiento consiste en realizarles un examen de audiometría, el cual determina el grado o extensión de la perdida auditiva del paciente. La audiometría se realiza con un audiómetro. El paciente se sentara en una silla y le colocaran unos audífonos, donde escuchara diferentes sonidos.

Este examen se realizara en una clínica médica especializada en audición.

El examen no tendrá ningún costo para el paciente. Su participación es totalmente libre y voluntaria, y si decide retirarse del estudio en cualquier momento su

decisión no afectara ahora, ni en el futuro su relación con el asesor o el investigador. El beneficio de participar en esta evaluación será directamente para usted; ya que conocerá su grado de audición, el cual le será informado posterior a realizar y analizar su audiometría, los resultados obtenidos serán confidenciales.

Yo

Estoy enterado del procedimiento y por medio de mi firma, confirmo que se me ha explicado satisfactoriamente el contenido de este consentimiento y de los procedimientos clínicos que se contemplen, autorizo a la persona encargada de la investigación a que me haga el estudio.

Nombre:

Cedula:

Firma:

Agradeciendo de antemano su participación libre y voluntaria en este estudio, nos despedimos. Atentamente.

Guatemala, Mayo 2004.

O.P. Lilian García. Dr. Estuardo Vaides.

Anexo 2. Ficha de recolección de datos

Nombre:

Edad:

Genero:

Tiempo de ejercer la profesión (docente):

Tiempo de actividad clínica (estudiante):

Nivel de Audición:

- Normoacusia:
- Hipoacusia leve:
- Hipoacusia moderada:
- Hipoacusia severa:
- Hipoacusia profunda:

Lado de Trabajo:

Derecho: Izquierdo:

Daño unilateral:

Daño bilateral:

Oído mas afectado:

Derecho: Izquierdo:

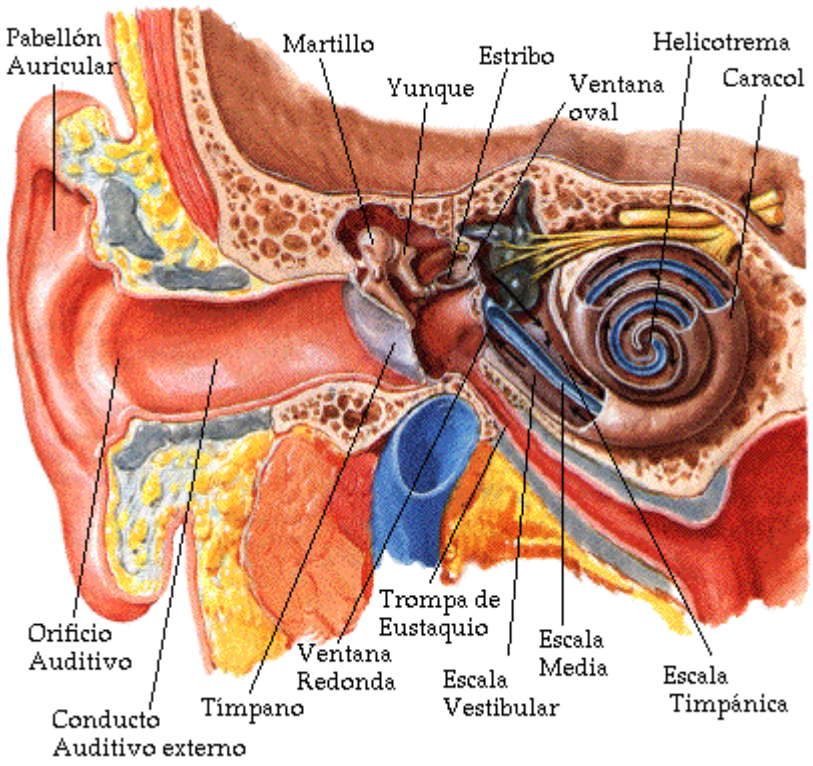


Figura 1. *El oído y sus partes.*

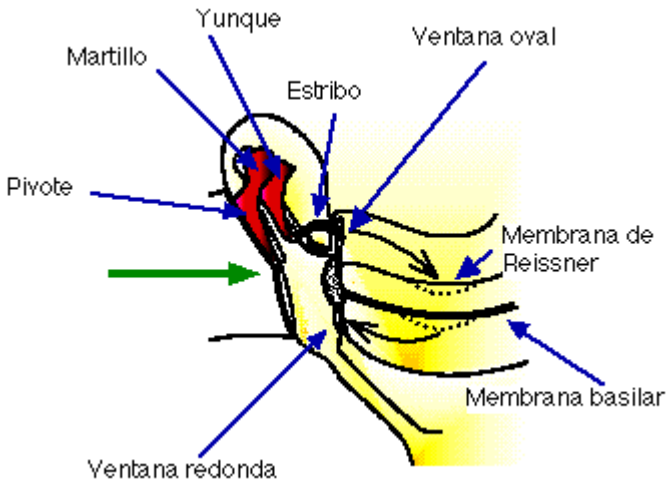


Figura 2. *Propagación del sonido a través del oído medio e interno.*

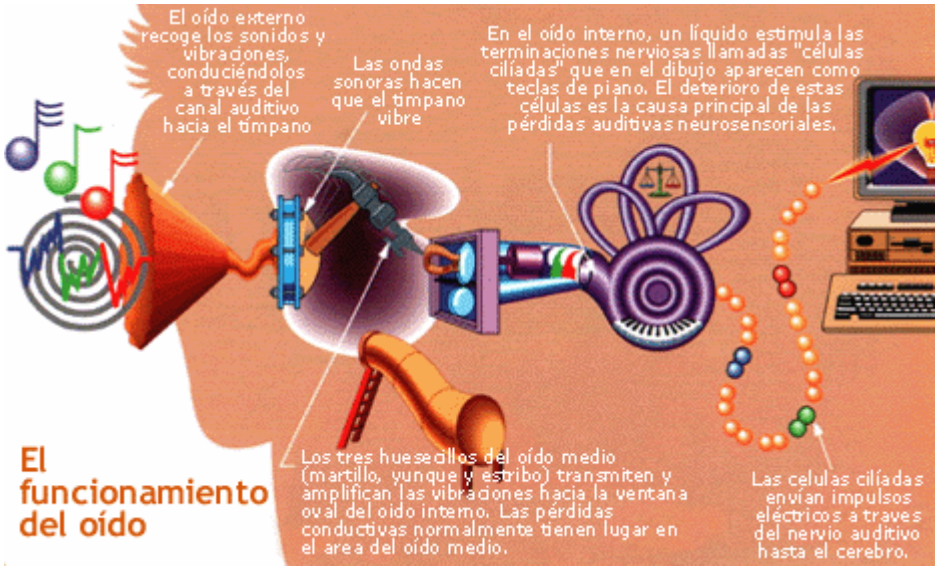


Figura 3. *El funcionamiento del oído.*

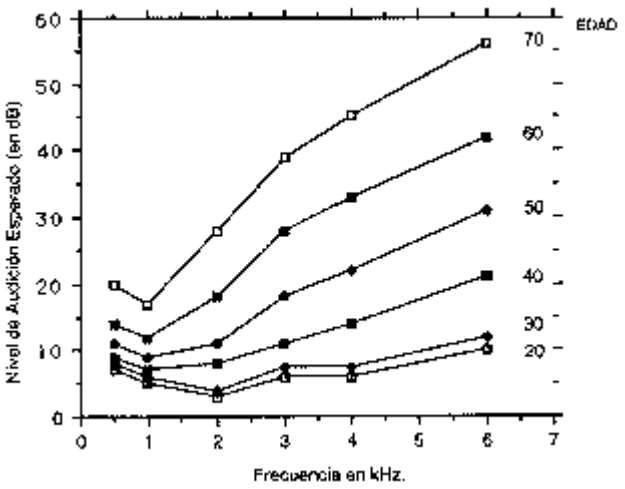


Figura 4. *Niveles de audición esperados, en hombres, en función de la edad.*

Promedio para oído derecho e izquierdo.

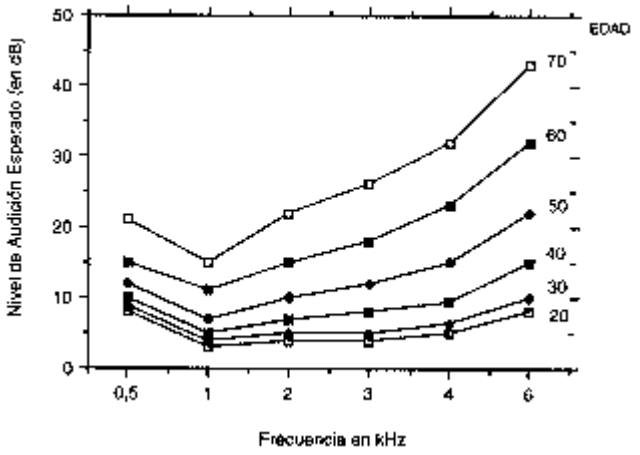


Figura 5. *Niveles de audición esperados, en mujeres, en función de la edad.*

Promedio para oído derecho e izquierdo

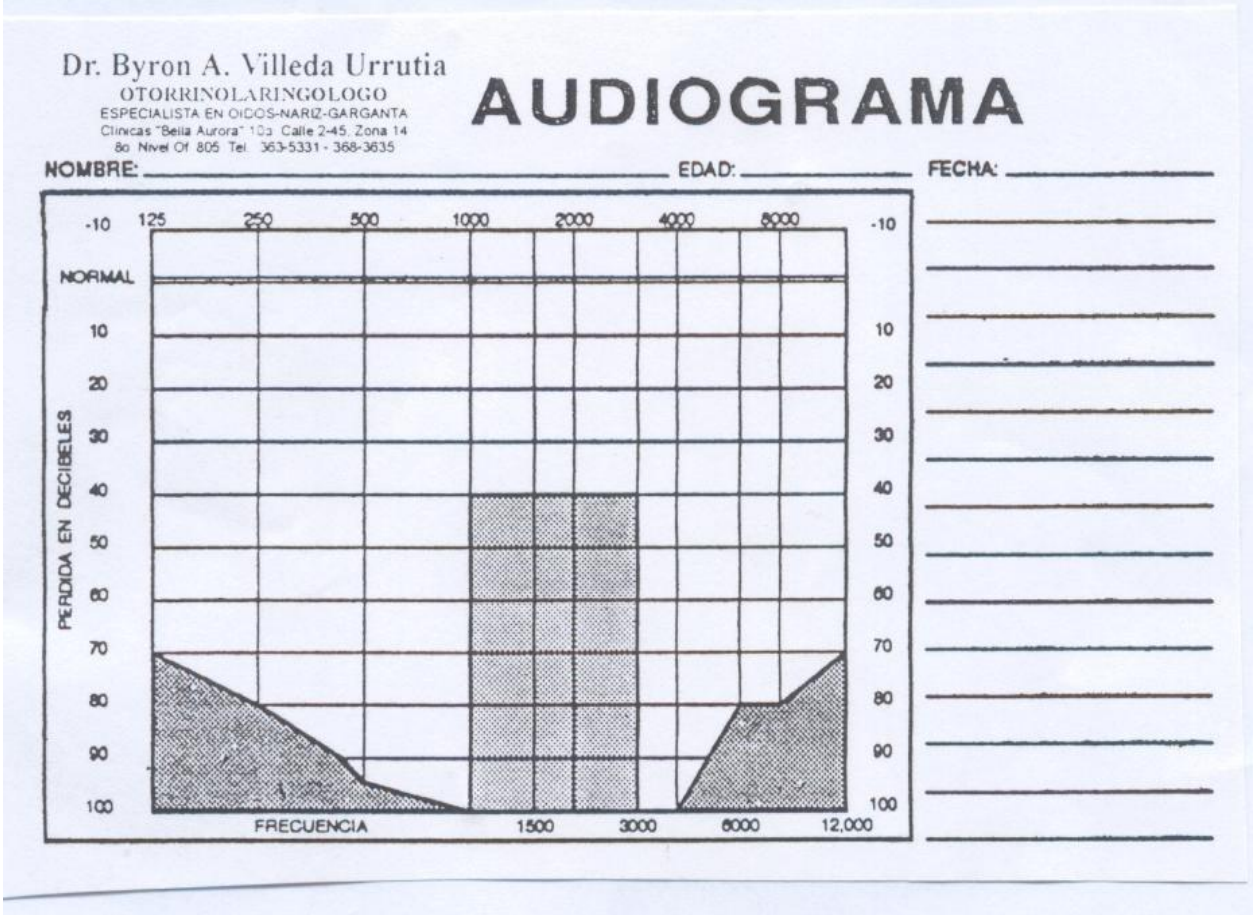


Figura 6. *Audiograma.* Se utiliza para audiometrías de conducción ósea o aérea.

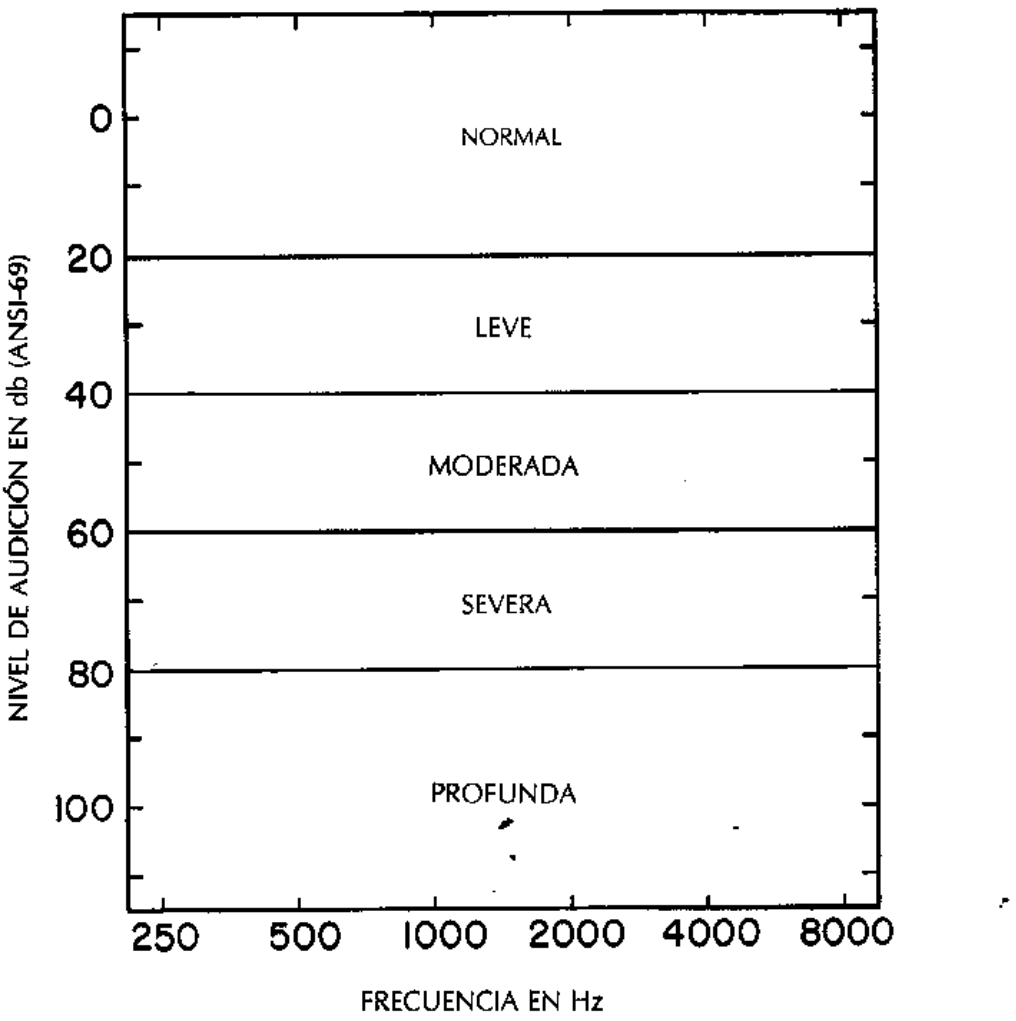
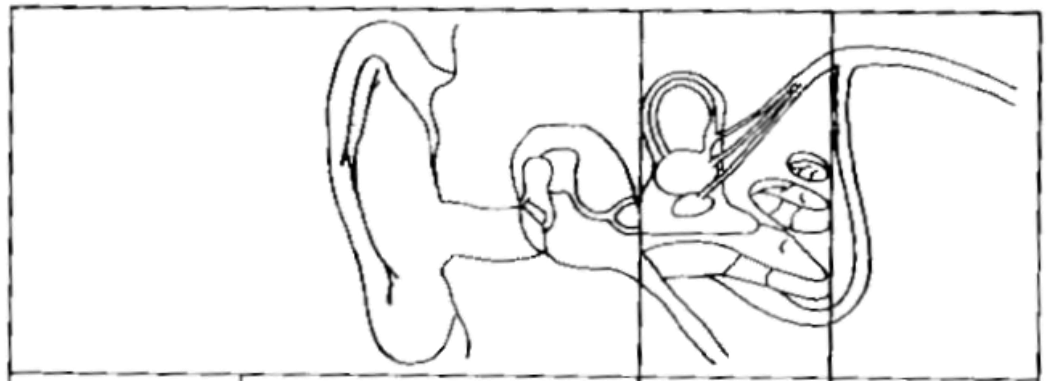


Figura 7. *Formulario para audiogramas.* Las frecuencias están comprendidas entre 250 y 8000 Hz. La escala de intensidad va desde -10 hasta 110 dB. Se ilustran las cinco categorías generales para clasificar la perdida auditiva del paciente de acuerdo con el grado de compromiso.



SITIO	OÍDO EXTERNO	OÍDO MEDIO	CÓCLEA	OCTAVO NERVIO
TIPO DE PÉRDIDA	DE CONDUCCIÓN		SENSORINEURAL	
FUNCIÓN NORMAL	TRANSFORMADOR		TRANSDUCTOR	CODIFICADOR
SÍNTOMA ANORMAL	ELEVACIÓN DEL UMBRAL		DISTORSIÓN	ADAPTACIÓN

Figura 8. *Esquematización de la función auditiva normal, del tipo previsto de pérdida auditiva y de las características principales de la audición anormal para el oído externo, oído medio, cóclea y octavo nervio.*

14. BIBLIOGRAFIA

1. Albert, L. (1985). **Toxicología ambiental.** Trad. Alejandro Molina. México: INIREB. pp. 99-122.

2. Brune, D. y Edling, C. (1989). **Occupational hazards in the health professions.** Miami, USA. CRC. pp. 252-267.

3. Bugliarello, A. y Waskstein, B. (1978). **The impact of noise pollution.** New York, USA: Pergamon. pp. 1-18.

4. Casado, I.; Carrillo, P. y Descalzo, F. (2002). **Riesgos derivados de la exposición al ruido en el consultorio dental.** (en línea). Madrid, España: Consultado el 5 de Mar. 2004. Disponible en: http://www.gacetadental.com/ciencia/1.htm.

5. Dávila, C. (1986). **Estudio de audiometría en una muestra de odontólogos, estudiantes de odontología y un grupo de médicos.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. pp. 28-32.

6. Fuentes, R. y Sánchez, R. (2001). **El oído**. (en línea). España: Consultado el 8 de Mar. 2004. Disponible en: http://www.saludjoven.org/saludjoven/osentidos.html.

7. Guyton, A. (1987). **Fisiología humana**. Trad. Santiago Sapiña. 6 ed. México: Interamericana. pp. 241-250.

8. Hensen, P.; Jokel, C. (1978**). Industrial noise control manual**. Washington, DC. USA: Mosby. pp. 13-22.

9. Menendez, L. (1984). **Audiometría en Odontología un estudio comparativo.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. pp. 50-52.

10. Meneses, V. (1995). **Sordera ocupacional, estudio comparativo realizado en odontólogos practicantes vs. estudiantes de primer ingreso**. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. pp. 43-47.

11. O'Rahilly, R. y Muller F. (1986). **Anatomía de Gadner.** Trad. Carlos Hernández Zamora. 5 ed. México: Interamericana. pp. 710-725.

12. Otero, J. (2002). **Perdida de audición en odontólogos**. (en línea). Perú: Consultado el 5 de Mar. 2004.
Disponible en: http://www.odontologia-online.com/casos/part/html.

13. Paparella, M. y Shumrick, D. (1982). **Otorrinolaringología.** Trad. Mario Marino. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana. v.1 y v.2, pp.26-40, 1203-1212.

14. Pérez, J. y Salvador, E. (2003). **Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad.** (en línea). España: Consultado el 8 de mar. 2004. Disponible en: http://www.siafa.com.ar/notas/nota59/envejecimiento-trabajo.htm.

15. Schatz, H. (2002). **Ergonomía.** (en línea). Paraguay: Consultado el 8 de mar. 2004. Disponible en: http://www.webodontologica.com/odon_arti_ergonomia.asp.

16. Villee, C. et al. (1996). **Biología**. Trad. Roberto Palacios. 3 ed. México: Interamericana. pp. 796-802.

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor,

_____

Lilian Lissette García Casasola

Autor

Br. Lilian Lissette García Casasola
Sustentante

Dr. Estuardo Amilcar Vaides Guzmán
Asesor

Dra. Ingrid Arreola Smith
De Gonzalez
Revisor

Dr. Mario Taracena
Enriquez
Revisor

Imprimase:

Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Secretario