

SORDERA OCUPACIONAL, ESTUDIO COMPARATIVO  
REALIZADO EN ODONTOLOGOS PRACTICANTES (5to año)  
VS. ESTUDIANTES DE PRIMER INGRESO  
EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS PRESENTADA POR

**VICTOR FRANCISCO MENESES DE MATA**

ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PUBLICO PREVIO A OPTAR AL TITULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995



84  
T(17:0)  
C-4

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

Decano: Dr. Jorge Martínez Solares  
Vocal Primero: Dr. Eduardo Abril Gálvez  
Vocal Segundo: Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo  
Vocal Tercero: Dr. Víctor Manuel Campollo Zavala  
Vocal Cuarto: Br. Alejandro Manuel Palomo Cortez  
Vocal Quinto: Br. Sergio Estuardo Juárez Paiz  
Secretario: Dr. Manuel Andrade Bourdet

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO**

Decano: Dr. Jorge Martínez Solares  
Vocal Primero: Dr. Eduardo Abril Gálvez  
Vocal Segundo: Dr. Bernal Herrera Monteagudo  
Vocal Tercero: Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo  
Secretario: Dr. Manuel Andrade Bourdet



DEDICO ESTE ACTO

A DIOS:

A MIS PADRES:

Julio César Meneses Zayas  
Lidia Argentina deMata de Meneses  
por su esfuerzo, dedicación y mucha  
paciencia. Viejos, MUCHAS GRACIAS.

A MIS HERMANOS:

En especial a Sergio David  
por su valiosa ayuda y colaboración

A MI ABUELITA:

Pura América Ana de Meneses

A LA MEMORIA DE:

Mis abuelitos, Rufino de Mata,  
Piedad Pérez de Mata y Francisco  
Meneses Juárez.



DEDICO ESTA TESIS

GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A MIS AMIGOS:

Gustavo Gómez

Rhenzo Gómez

José Palacios

Israel de León



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado "SORDERA OCUPACIONAL. ESTUDIO COMPARATIVO REALIZADO EN ODONTOLOGOS PRACTICANTES (5to año) V.S. ESTUDIANTES DE PRIMER INGRESO, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", conforme lo demandan los estatutos de la Universidad, previo a optar el título de Cirujano Dentista.

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Bernal Herrera Monteagudo, por su asesoría en la elaboración de este trabajo.

Y a vosotros miembros del Honorable Tribunal examinador, aceptad las muestras de mi más alta consideración y respeto.

**MUCHAS GRACIAS**



SORDERA OCUPACIONAL, ESTUDIO COMPARATIVO REALIZADO EN ODONTOLOGOS  
PRACTICANTES (5to año) VS. ESTUDIANTES DE PRIMER INGRESO EN LA  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA.



## INDICE

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| SUMARIO . . . . .                     | 1  |
| INTRODUCCION . . . . .                | 3  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA . . . . .  | 4  |
| JUSTIFICACION . . . . .               | 5  |
| REVISION DE LITERATURA . . . . .      | 7  |
| OBJETIVOS . . . . .                   | 39 |
| HIPOTESIS . . . . .                   | 39 |
| DEFINICION DE LAS VARIABLES . . . . . | 40 |
| MATERIALES Y METODOS . . . . .        | 41 |
| RESULTADOS . . . . .                  | 45 |
| DISCUSION DE RESULTADOS . . . . .     | 65 |
| CONCLUSIONES . . . . .                | 67 |
| RECOMENDACIONES . . . . .             | 68 |
| LIMITANTES DEL ESTUDIO . . . . .      | 68 |
| ANEXOS . . . . .                      | 70 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . .  | 73 |



## SUMARIO

El ruido es determinado como un sonido desprovisto de carácter musical que en el desarrollo industrial ha adquirido mayor importancia, y se incluye dentro de los factores nocivos para la salud humana.

El objetivo principal de la investigación fue determinar por medio de audimetrías el nivel de audición de los Odontólogos practicantes de 5to año facultad de Odontología USAC., y compararía con estudiantes de 1er año para determinar si los Odontólogos practicantes presentan pérdida auditiva por el uso constante de la turbina de alta velocidad, ya que éstas, la mayoría de las examinadas, sobrepasan los límites máximos de seguridad auditiva.

Comparando los promedios audiométricos obtenidos en ambos grupos, encontramos que el correspondiente a los Odontólogos practicantes de 5to año, presentan una leve pérdida auditiva, por la exposición constante al ruido de la turbina, en un lapso de 1600 horas, un promedio de 650 horas de trabajar en ellas, a 83 dB% de intensidad ambiental, aspecto que aumenta al disminuir la distancia de la lectura a la altura del oído del operador, y que éste, se incline para trabajar adoptando según él una postura más cómoda, disminuyendo aún más la distancia y por ende aumentando la intensidad del ruido en un 10%, incrementando así el riesgo de una pérdida auditiva mayor.

Así pues, la postura de trabajo, el tiempo de exposición, la intensidad del ruido y la falta de protección auditiva son factores determinantes en la pérdida de la audición, aspectos que se atenúan

poco por la corta edad de éste grupo (20-25 años), sin embargo, por los resultados obtenidos, nos aseguran un futuro preocupante a mediano plazo.

## INTRODUCCION

El ruido puede perturbar el trabajo, el sueño, el descanso y la comunicación de los seres humanos; puede dañar la audición y provocar otras reacciones psicológicas y fisiológicas. No obstante a causa de la complejidad y variabilidad de esas reacciones y de la interacción de éste con otros factores ambientales, es difícil cuantificar los efectos específicos del ruido, nocivos para la salud.

Existen varios estudios que mencionan trastornos auditivos debido por el uso constante de la turbina de alta velocidad, trastornos que han sido ignorados por los Odontólogos, actualmente estudios realizados no sólo en Odontólogos sino en personas expuestas a sonidos por largos períodos de tiempo demuestran que son un riesgo para nuestra salud.

De lo anteriormente expuesto se deduce que en el medio odontológico, la turbina es uno de los factores por el cual aumentan las consultas al Otorrinolaringólogo, por disminución auditiva, zumbido y dolor.

El presente trabajo estudió, cómo el ruido, la edad y el tiempo de trabajo puede afectar el nivel de audición y la salud auditiva de los Odontólogos practicantes de quinto año de la Facultad de Odontología de la USAC, comparando con estudiantes de primer año de la carrera que no han estado expuestos al sonido de la turbina o sonidos similares.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ya se ha demostrado que la exposición al ruido puede provocar una serie de respuestas y reflejos biológicos. La mayor parte de los datos obtenidos es producto de estudios de corta duración en animales y seres humanos; no obstante se ha supuesto que si la estimulación fuera continua esas respuestas llevarían en última instancia a la aparición en el hombre de enfermedades físicas y mentales, clínicamente identificables.

Se ha atribuido a la exposición al ruido múltiples signos y síntomas clínicos que incluyen: Efectos fisiológicos: como náuseas, reducción del tono muscular, disminución de resistencia eléctrica de la piel, en la actividad gástrica, aturdimiento, etc. Interferencias de las comunicaciones orales: con efecto negativo sobre el rendimiento y la seguridad de los trabajadores. Efectos psicológicos: el ruido puede sorprender, molestar e interrumpir la concentración, el sueño o el descanso, provocar fatiga, mental, bajar la moral. Efectos psicofisiológicos: en asociación con el stress provocado por el ruido, se puede producir úlceras, hipertensión arterial, etc.

Por lo anteriormente expuesto, el ruido de la turbina afecta el nivel y la salud auditiva de los Odontólogos practicantes de quinto año de la Facultad de Odontología de la USAC.

## JUSTIFICACION

Por estudios efectuados anteriormente en el extranjero, particularmente en USA, se sabe que la exposición a sonidos crónicos de alta frecuencia causan disminución auditiva afectando al organismo de diferente manera, pero básicamente ocasiona sobre carga nerviosa y destruye el órgano de la audición.

Por tanto este problema tiene gran trascendencia para el odontólogo practicante, ya que afecta un porcentaje bastante alto de personas productivamente activas de la comunidad, provocándoles efectos nocivos sobre su salud auditiva en función de la edad, postura y tiempo de trabajo.

Por lo anteriormente expuesto, el grado de afección que sufre el odontólogo practicante es importante. Para determinarlo es necesario obtener la ayuda de la audometría.

En Guatemala, no se ha concedido mayor importancia a este problema, a tal grado que la sordera ocupacional no se ha incluido en la lista de enfermedades profesionales notificables, por lo que se dispone de pocos datos que reflejen la magnitud real del problema.

Teniendo en cuenta los riesgos a la salud que presenta la turbina de alta velocidad al odontólogo practicante, se presenta este estudio para que el estudiante y el odontólogo conozcan estos riesgo a fondo y tomen las precauciones del caso, pues bastaría en aplicar métodos de promoción y prevención sumamente sencillos así como también aplicar los reglamentos sobre higiene laboral en el país.

## ESCALA DECIBELICA

|     |  |
|-----|--|
| 0   | Umbral de la audición                    |
| 10  | Respiración normal                       |
| 20  | Hojas arrastradas por la brisa           |
| 30  | Cinematógrafo vacío                      |
| 40  | Barrio residencial de noche              |
| 50  | Restaurante tranquilo                    |
| 60  | Conservación de dos personas             |
| 70  | Tráfico intenso                          |
| 80  | Aspirador de polvo                       |
| 90  | Agua al pie de las cataratas del Niágara |
| 100 | Tren subterráneo                         |
| 120 | Avión de hélice al despegar              |
| 130 | Ametralladora de cerca                   |
| 140 | Jet militar al despegar                  |
| 160 | Túnel aerodinámico                       |
| 175 | Futuros cohetes espaciales               |

## REVISION DE LITERATURA

### ANATOMIA DEL OIDO

El oído externo está conformado por la oreja, conducto auditivo externo y la membrana timpánica. La oreja está compuesta por un esqueleto de cartílago y tejido conectivo cubierto de piel; ésta lleva hacia el conducto auditivo externo que se extiende en el hueso temporal. Las glándulas en la piel de este conducto secretan una sustancia llamada cerumen que cubre y protege el epitelio. En las profundidades del conducto auditivo se encuentra la membrana timpánica que separa al oído externo del oído medio. La función principal de la oreja y el conducto auditivo es coleccionar y dirigir las ondas hacia la membrana timpánica (1,5).

El oído medio es una pequeña cavidad localizada dentro del hueso temporal, entre el oído externo y el interno. El oído medio está separado del oído externo por la membrana timpánica y comunicado por el oído interno por dos aberturas llamadas ventanas oval y ventana redonda. La cavidad del oído medio contiene tres pequeños huesos que son: martillo, yunque y estribo unidos en sus extremos por juntas sinoviales. El martillo está pegado a la superficie interna de la membrana timpánica y la base del estribo está en contacto con la ventana oval que lleva hacia el oído interno. El yunque se interpone entre los otros dos huesos para formar una cadena continua que transmita las ondas sonoras a través de la cavidad del oído medio(1).

El oído medio está ventilado por la trompa de Eustaquio que se abre en la faringe. La trompa de Eustaquio funciona equilibrando la presión de aire de ambos lados de la membrana timpánica, de tal manera que ésta no se deforme o rompa durante los cambios semi rápidos en la presión de aire, como podría ocurrir en un rápido ascenso en avión (1,5).

El oído interno es una complicada colección de tubos y sacos llamado laberinto membranoso que se encuentra dentro de una serie de cavidades en el hueso temporal llamado laberinto óseo. El laberinto óseo tiene forma compleja, formado por tres partes que son: vestíbulo, cóclea y conductos semicirculares óseos. El laberinto membranoso consta de cuatro partes: el utrículo y sáculo dentro del vestíbulo, el conducto coclear dentro de la cóclea y los conductos membranosos semicirculares que se encuentran dentro de los conductos óseos (1).

El utrículo es la cámara en la cual desembocan los canales semicirculares y se encuentra conectado con el sáculo, el cual a su vez se encuentra conectado con el conducto coclear. El laberinto membranoso se encuentra lleno de un líquido llamado endolinfa y se encuentra rodeado de otro fluido llamado perilinfa que llena el laberinto óseo. El laberinto membranoso se encuentra sostenido en posición en relación al laberinto óseo por medio de bandas fibrosas que se extienden desde la pared del laberinto óseo y se adhieren al laberinto membranoso (1,5).

La cóclea es la parte del laberinto óseo que contiene el conducto coclear. Consiste de un tubo óseo en forma de espiral,

que da dos y media vueltas alrededor de una columna central de hueso. La cóclea está dividida por membranas en tres canales separados que se extienden por todo el largo.

Uno de los canales es el conducto coclear lleno de endolinfa que es parte del laberinto membranoso y contiene el órgano en la audición. Los otros dos canales se encuentran localizados en lados opuestos del conducto coclear y se encuentran llenos de perilinfa. El canal superior es llamado canal o rampa vestibular y el inferior es llamado canal o rampa timpánica. Estos canales comunican entre sí en la punta de la cóclea por medio de una abertura estrecha.

La base de cada uno de estos canales comunica con el oído medio por medio de aberturas separadas. La base del canal vestibular comunica con la ventana oval en la pared media del oído medio. La ventana oval está cerrada por una membrana y por la base del estribo. El canal timpánico comunica con el oído medio por medio de la ventana redonda, que se encuentra cerrada por medio de una delgada membrana flexible. El conducto coclear localizado entre los otros dos canales, es continuo al resto del laberinto membranoso.

El órgano de la audición llamado órgano de Corti, se extiende a través de todo el conducto coclear. Se encuentra compuesto de células receptoras de la audición, llamadas células ciliadas por las proyecciones que presentan en su superficie, células de soporte y fibras nerviosas. Las células se encuentran situadas en la porción del conducto coclear llamado membrana basilar, sus superficies libres se proyectan hacia la endolinfa del conducto coclear. Sobre las células ciliadas se encuentra una membrana

gelatinosa llamada membrana tectorial que se encuentra en contacto con las puntas de las células ciliadas que a su vez se originan en las células de Deiters de la membrana basilar (4,5,12,14,33).

Las células ciliadas son los elementos sensoriales primarios. Las hileras interna y externa de células ciliadas están separadas por células columnares o bastones de Corti, que forman un arco. Por dentro de las células internas está localizada el sucro interno y más hacia adentro se ve un reborde óseo al cual se hallan ubicadas las fibras de la membrana basilar. La membrana tectoria se halla en contacto con los estereocilios de las células ciliadas.

#### FISIOLOGIA DEL OIDO

El oído humano funciona en un medio aéreo y por ello es comprensible que represente un aparato bastante eficiente para la recepción de sonidos transmitidos por el aire, cuando funciona normalmente, estimulado por ondas de presión que se transmiten a través del aire y siguiendo el conducto auditivo externo, hacia el tímpano. Aquí cambia el medio de transmisión, pero el sonido continúa transmitiéndose en forma de energía vibratoria mecánica hasta el punto en que son estimulados los mecanismos del oído interno.

En este punto se produce la conversión de la energía estimulante en actividad nerviosa en los receptores, lo cual permite la discriminación de sonidos de carácter diferente. El oído responde a frecuencias aproximadas entre 20 y 2,000 Hz. Sin embargo, no responde a todas ellas de la misma manera. La

respuesta óptima se obtiene aproximadamente a 2,000 Hz. El carácter de esta respuesta a la frecuencia está determinado, en gran medida por las características físicas del órgano receptor, la naturaleza del conducto auditivo externo, a la membrana timpánica, la cadena de huesecillos que vinculan a la membrana timpánica, en el oído medio, con los líquidos del oído interno, y finalmente, del acoplamiento del sonido en estos líquidos que circulan el mecanismo receptor, la membrana basilar (6,12).

El oído externo tiene como parte de su función canalizar la energía e influir en la respuesta direccional del oído. El sonido es transmitido a lo largo del meato externo hasta la membrana timpánica, que es puesta en movimiento por la vibración del sonido.

Hasta el nivel de la membrana timpánica el órgano receptor es un órgano completamente pasivo. Sin embargo, en este punto puede ser influido desde el lado interno. La articulación de los huesecillos del oído medio puede ser afectada por los músculos del oído medio, el tensor timpánico y el del estribo. El aumento de la tensión de estos músculos reduce la eficiencia de la transmisión de la frecuencia de sonidos bajos a lo largo de esta vía.

Por lo tanto, la contracción puede servir como aparato protector y, en efecto, puede demostrarse que produce la contracción del músculo del estribo como respuesta refleja a los sonidos intensos. Así es éste sistema proporciona un circuito de retroalimentación para el control del centro auditivo (19).

Las ondas de sonido se transmiten con mucha rapidez a través de la perilinfa del conducto vestibular, por las  $2 \frac{3}{4}$  vueltas

aproximadamente de la cóclea hasta su extremo, luego a través del helicotrema, el punto de conexión entre este conducto y el conducto timpánico que conduce las vibraciones sonoras hasta la ventana redonda. Cuando la ventana oval se comba hacia adentro en compensación la ventana redonda sobresale hacia el exterior. La membrana basilar que se halla entre estos dos conductos está rodeada, de tal modo, por líquidos a través del cual se propaga una onda sonora. Se produce una demora muy breve entre la llegada del sonido cuando aumenta la presión en la ventana oval y la curvatura compensadora de la ventana redonda hacia afuera. Sin embargo, puede demostrarse que la transmisión real de las vibraciones a lo largo de la membrana basilar ocasionada por el sonido estimulante, está retardada con respecto a la transmisión del sonido a través del medio líquido del oído interno. La razón de ello es que el sonido es acoplado en la membrana basilar casi exclusivamente en su base (12).

Son tales las características físicas de la membrana basilar que es relativamente rígida en su base, rigidez que disminuye hacia su punta. Se han realizado observaciones de la membrana basilar con iluminación estroboscópica para poder determinar el carácter de su movimiento en respuesta a su estimulación sonora. Se explica además la eficiencia del acoplamiento del sonido en razón de la armonía de la impedancia entre la perilinfa y la base de la membrana basilar, las características de la respuesta de frecuencia relativamente de la base. Las vibraciones se transmiten a lo largo del membrana, pero se atenúan al acercarse al extremo de ésta. El

grado de atenuación aumenta con frecuencia del sonido. A medida que la membrana pierde rigidez resultan amortiguadas en mayor medida las frecuencias de sonido más altas (12,6).

No existen puntos individuales, fijos, en la membrana que, con una frecuencia de estimulación dada, representen las cantidades mínimas de excursión, es decir, puntos nodales. En cambio una onda se propaga a lo largo de la membrana con la máxima amplitud de excursión en cualquier punto correspondiente a cierto valor definido por una envolvente, cuya forma es característica de la frecuencia impulsora específica. Cuanto menos sea la frecuencia de onda de presión del sonido impulsor, mayor será la proporción de la membrana que es puesta en movimiento. Para frecuencias de hasta alrededor 20 a 30 Hz. se pone en movimiento toda la membrana y vibra en fase. Es decir en toda su longitud se mueve hacia abajo, en dirección al conducto vestibular, o hacia arriba en dirección al conducto timpánico al mismo tiempo. Para frecuencias a aproximadamente 200 Hz. es puesta en movimiento toda la membrana pero habrá por lo menos un cambio de fase en su longitud. Parte de la misma se estará moviendo en un sentido y otra parte en sentido opuesto. Para frecuencia superiores a 200 Hz. no toda la membrana se pone en movimiento y cuanto más alta la frecuencia, será mejor la longitud de la membrana que se moviliza. La envolvente de la onda de propagación constante para una determinada condición de estímulo. Así resulta claro que la naturaleza de las forma de movimiento de la membrana basilar está determinada por las características de frecuencia de la estimulación sonora (12).

El movimiento de la membrana tectoria produce la curvatura de las células ciliadas y esta curvatura es la que inicia la actividad nerviosa. No se ha aclarado totalmente de qué forma se transmite la energía del movimiento de la membrana basilar a las células ciliadas, y cómo éstas la transforman a su vez en actividad nerviosa. Aparentemente el movimiento de la membrana ocasiona un movimiento de balanceo de los bastoncillos de Corti y de las células ciliadas y esto, a su vez, provoca un movimiento de desplazamiento entre los extremos de las células ciliada y la membrana tectoria. Así, a medida que la membrana basilar se moviliza hacia arriba y hacia abajo, la membrana tectoria se mueve en relación con las puntas de las células ciliadas y tiende a doblarlas. Indudablemente el carácter preciso de este movimiento de desplazamiento es diferente en distintas regiones del sistema, según la naturaleza del estímulo y su relativa intensidad (6).

Los cilios en sí, deben transmitir el movimiento mecánico hasta el interior de las células. El problema para la interpretación de cómo trabajan las células ciliadas reside, en parte en su increíble sensibilidad. En el umbral basándonos en las medidas de movimiento del martillo y el estribo, los movimientos de la membrana basilar no deben ser mayores de  $10^{-9}$  cm, esto es menos que el espesor de la membrana plasmática de las propias células ciliadas. La energía de la actividad provocada por la estimulación excede en gran medida a la energía del estímulo en el umbral (6).

## SONIDO

El sonido es vibración y debemos describir a la vibración en lo que se refiere a su frecuencia y amplitud. Los sonidos difieren en intensidad y tono, el tono depende del número de vibraciones (Ciclos por segundo), entre más alto es el número de CPS más alto es el tono. El oído humano puede decirse que detecta tonos tan bajos como 30 CPS o tan altos como 2000 CPS, pero es más sensitivo a sonidos entre 500 CPS a 4000 CPS, el rango de conversación humana. Sin embargo, los sonidos más interesantes no son simples vibraciones. El lenguaje y la música por ejemplo, son extraordinariamente complejos, y la información que conduce dichos sonidos, no depende de ninguna manera exclusivamente de las frecuencias específicas, ni aún de complejos de frecuencia. En cambio la naturaleza de las relaciones entre los componentes de frecuencia de sonido complejo, y la manera en que se hallan distribuidos en el tiempo, es lo que hace que reconozcamos y gocemos de la música o del lenguaje inteligible.

La capacidad del oído de discriminar una frecuencia sinusoidal de otra, puede tener relativamente poca importancia para la comunicación normal, pero esta facultad básica es lo que permite el reconocimiento de sonidos complejos de los cuales podemos extraer información importante. Para el estudio de la audición, lo más frecuente ha sido emplear frecuencias sinusoidales aisladas de tonos puros y breves chasquidos, como una amplia gama de frecuencias complicadas en un estrecho intervalo de tiempo.

La gama de frecuencia del sonido que corresponde al oído

humano, se halla entre 16 y 20 Hz. (Hertz ciclos por segundo) y 20,000 Hz. Existe una reducción gradual del límite máximo con el avance de la edad, también hay una relación directa entre la pérdida auditiva y ciertas ocupaciones industriales. La gama de intensidades del sonido, a las que puede responder normalmente el oído, es extraordinariamente amplia (7,26,37).

A la frecuencia de sensibilidad máxima entre 1,000 y 3,000 Hz. la relación de intensidad máxima que puede escuchar el oído sin sufrir daño, a la intensidad mínima detectable, es aproximadamente  $10^{12}$ . La potencia mínima a la que puede responder el oído es del orden de  $10^{-16}$  vatios/cm<sup>2</sup>. Este es un valor de frecuencia estándar; pero muchos individuos pueden detectar potencias menores (7).

La unidad utilizada en audición es el decibel (dB), que da un índice más ajustado del nivel del sonido, representa un aumento de la relación por un factor de 10, de tal manera que 12 belios sobre la escala del umbral aproximado en el cual el sonido produce dolor en la escala de frecuencia de la sensibilidad máxima.

Se ha aplicado la notación en decibeles para comparar potencias, voltajes y corrientes eléctricas. Se trata de una notación útil, pero debemos recordar que es arbitraria y que su relación con los valores reales depende, del conocimiento del nivel de frecuencia empleado. Los niveles de referencia estándar que se usan habitualmente comprenden 0.0002 dinas/cm<sup>2</sup>, o  $10^{-16}$  vatios/cm<sup>2</sup>, los dos niveles son equivalentes a 20°C. Representa un nivel de sonido próximo al umbral para la frecuencia de sensibilidad máxima en el oído humano(7).

## DESPLAZAMIENTO TEMPORARIO DEL UMBRAL

La prolongada exposición del oído a un sonido relativamente intenso de una frecuencia dada, haya una elevada del umbral auditivo durante algunos minutos luego de la exposición. Sin embargo, resulta curioso que este desplazamiento temporario del umbral sea mayor para las frecuencias más altas, de media a una octava, que la exposición inicial. Las frecuencias afectadas en mayor medida causan el movimiento de la membrana basilar que está limitada a una región más próxima a la base de la membrana. Cualquiera que sea el proceso, podemos suponer que sería máximo en la región de amplitud máxima de movimiento de la membrana, como el ocasionado por la frecuencia fatigante. El borde principal de la envolvente de la onda de propagación de la frecuencia más afectada corresponde casi al punto de amplitud máxima de la envolvente de la onda de propagación para la frecuencia fatigante. Esto sugiere la posibilidad, si el efecto es el más grande en el punto de amplitud máxima, de que la porción de la membrana que es más importante para la detección de una determinada frecuencia se encuentre en una posición en cierto modo apical al punto de amplitud máxima. Esta se encontraría en la región en la que el máximo microfónico coclear se origina basal al punto de movimiento máximo para una frecuencia de estimulación dada.

Se ha sugerido que las células ciliadas internas que son más escasas, podrían ser responsables de la discriminación fina de los niveles de presión de sonido más altos, mientras que las células ciliadas externas están vinculadas

más con la detección de los fenómenos de umbral cercano (12).

Las células ciliadas internas parecen hallarse mejor protegidas de los daños físicos que las externas, pero parecería ser más sensible a los niveles reducidos de oxígeno que estas últimas. Si en efecto, las células ciliadas internas resultan ser activadas por la inclinación longitudinal cerca del frente apical de la envoltura de la onda de desplazamiento y son responsables fundamentalmente en la discriminación de la frecuencia, mientras que las células ciliadas externas son activadas fundamentalmente por la inclinación lateral en la región de la amplitud máxima de excursión de la membrana basal a este punto, entonces el desplazamiento de la frecuencia acompaña a un desplazamiento temporario del umbral podría explicarse fácilmente (12).

Se ha estimado que cuando es estimulado el oído por un tono de 40 dB a 1,000 Hz., puede activarse fácilmente 3,000 células ciliadas. Con un cambio de frecuencia apenas discriminable, es probable que menos del 2% de estas células ya no sean activadas y hayan sido suplantadas por otras que anteriormente se hallaban inactivas. Las abundantes pruebas existentes sugiere que el modelo general de la estimulación de muchos receptores y no la actividad de unos pocos, es la que interviene aún en las discriminaciones relativamente simples de una frecuencia a otra frecuencia pura (7).

## EL RUIDO

Se define como un sonido carente de cualidades musicales

agradables, susceptible de tener efectos nocivos para el hombre.

A fin de analizar los efectos del ruido sobre la audición, es necesario distinguir entre nivel de audición, desplazamiento del umbral inducido por el ruido y trastorno auditivo.

El nivel de audición se refiere al nivel del umbral audiométrico de un individuo o grupo de relación de una norma audiométrica aceptada, y a veces se denomina pérdida de audición. El desplazamiento del umbral inducido por el ruido es la cantidad de pérdida de la audición atribuida únicamente a ese fenómeno, una vez que se ha descontado la producción por la presbiacusia (que es cuando la agudeza auditiva disminuye con la edad), incluida la socioacusia (efectos acumulado de la exposición al ruido en la vida cotidiana). Estos valores pueden variar ligeramente según dónde y cómo se ha reunido los datos sobre la presbiacusia (17,16,9,34,40).

Suele considerarse trastorno auditivo al nivel de audición en el cual los individuos comienzan a tener dificultades para llevar una vida normal, comúnmente en lo concerniente a la comprensión del habla. En los Estados Unidos se ha definido al trastorno auditivo como un promedio aritmético de pérdida de audición de 26 dB o más en las frecuencias 0.5, 1 y 2 kilohertzios. En Polonia se ha establecido ese promedio en 30 decibeles o más en los 1, 2 y 4 KHz. En el Reino Unido, en 30 dB o más en los 1, 2 y 3 KHz. Conviene observar que, a efectos del riesgo de deterioro auditivo, un criterio de 30 dB en las frecuencias de 1, 2 y 4 KHz. puede brindar mayor protección que otro de 26 dB en las frecuencias de 0.5, 1 y

2 KHz. porque la pérdida de audición es generalmente mayor en las frecuencias altas que en las de 500 Hz. (21)

Una persona que entra en una zona muy ruidosa puede sufrir una pérdida mensurable de susceptibilidad auditiva, pero recobrase algún tiempo después de regresar a un ambiente silencioso. Este fenómeno puede medirse a modo de los umbrales audiométricos y se llama desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido.

La recuperación del umbral normal depende de la gravedad del desplazamiento, de la susceptibilidad individual y del tipo de exposición al ruido, existe la posibilidad de que parte de la pérdida se vuelva permanente. Se ha utilizado la información relacionada con el desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido (DTUIR) con dos propósitos: Primero, predecir los niveles de ruido que podrían provocar un trastorno auditivo permanente, y segundo, intentar prever la susceptibilidad individual a la pérdida de audición causada por ruido excesivo. La medición del (DTUIR), se efectúa comparando audiogramas previos y posteriores a la exposición. El grado de DTUIR, provocado por la misma exposición cambia considerablemente de un individuo a otro. La recuperación puede tomar horas, días y aún semanas después de la exposición. Es preciso señalar que el DTUIR puede afectar al individuo que ya sufre de pérdida permanente de audición provocada por el ruido. Por consiguiente, para evaluar trastornos permanentes es necesario dejar pasar un tiempo suficiente de recuperación en un ambiente silencioso antes de efectuar las pruebas audiométricas.

Según investigaciones frecuentes realizadas recientemente,

parecería que la relación entre el DTUIR y el desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido (DPUIR) es muy incierta, por lo cual los criterios de nocividad deben basarse en datos epidemiológicos antes que en el DTUIR (30).

El DPUIR suele ser máximo en torno a los 4,000 Hz. (Herzios: Frecuencia, cantidad de vibraciones que se emiten por segundo)(39). Como la pérdida es de carácter neurosensorial, se le puede observar en audiogramas de conducción ósea y aérea, que no son más que la representación gráfica de las vibraciones del umbral de audibilidad en función de la frecuencia. La pérdida de audición provocada por el ruido, no es un proceso abrupto sino que se produce gradualmente por lo general durante un período de años. La pérdida de audición depende de la gravedad y duración de la exposición al ruido, pero la susceptibilidad individual también parece influir bastante en el ritmo de deterioro. Las pérdidas inducidas por el ruido son similares a las causadas por la edad y es difícil, sino imposible distinguir unas de otras (13,18)

#### FISIOPATOLOGIA DE LA SORDERA PRODUCIDA POR EL RUIDO

Como se dijo anteriormente, las ondas sonoras se propagan a través del aire, penetran en el conducto auditivo y hacen vibrar el tímpano.

Las vibraciones se transmiten a través de los huesos del oído medio hasta el órgano sensorial del oído interno. Aquí las células ciliadas actúan como transductores y convierten las vibraciones en

impulsos nerviosos que son transmitidos al cerebro, donde se perciben como sonidos o ruido

Los estallidos y otros ruidos o sonidos explosivos o intensos pueden provocar la ruptura del tímpano o lesionar la estructura del oído medio o interno, mientras que la pérdida de la audición por exposición prolongada al ruido generalmente se relaciona con la destrucción de las células ciliadas del oído interno. La gravedad de la pérdida de la audición depende de la ubicación y grado de la lesión en el órgano de Cortí, la cual a su vez depende de la intensidad y frecuencia del estímulo sonoro. Cuanto más elevada es la frecuencia más cerca está de la base de la cóclea donde es más angosta la membrana basilar el punto de desplazamiento máximo de esta membrana. Ese punto de desplazamiento hacia el vértice del caracol a medida que disminuye la frecuencia del estímulo. La estimulación máxima de las células se produce en el punto de desplazamiento máximo. Una gran extensión de la parte superior de la cóclea es sensible al estímulo de frecuencias bajas y aún cuando se produzca una pérdida bastante grande de las células ciliadas no disminuye mucho esa sensibilidad. Por lo contrario, los sonidos de frecuencias altas se detectan en partes mucho más localizadas de la base de la cóclea y la pérdida de células ciliadas en esa zona causa una disminución importante de la sensibilidad a las frecuencias altas. El número de células ciliadas dañadas o destruidas aumenta al crecer la intensidad y la duración del ruido, y, en general, la pérdida progresiva de las células ciliadas va acompañada de una disminución progresiva de la audición (27).

No se ha logrado establecer los mecanismos que intervienen en la destrucción del órgano de Cortí, si bien se ha propuesto varias explicaciones; las tensiones mecánicas podrían llegar a destruir las células, las alteraciones circulatorias repetidas a causa de contracciones vasculares podrían privar a las células de una adecuada irrigación sanguínea, tal vez el aumento de la temperatura local dañe las proteínas, y los estímulos repetidos agoten el aporte metabólico a las células (40).

Es importante señalar que la pérdida de audición inducida por el ruido es de naturaleza neurológica e implica una lesión irreversible del oído interno. Además esas pérdidas son casi siempre bilaterales.

#### PERDIDA OCUPACIONAL DE LA AUDICION

Durante más de un siglo se han comunicado observaciones clínicas acerca de la pérdida ocupacional de audición pero sólo recientemente se han estudiado con intensidad el problema. Se ha señalado que, aun cuando las personas expuestas al ruido intenso sufren con frecuencia un considerable desplazamiento temporal del umbral, a veces acompañado de tinitus (tintineo en los oídos), a menudo esos síntomas parecen desaparecer a un lapso breve y los sujetos afectados pueden pensar que no se ha producido daño irreversible. Sin embargo, ni la sonoridad, molestia o interferencia en las actividades, son indicadores fiables del posible peligro que representa para el aparato auditivo.

Las encuestas en la industria han proporcionado la mayor parte

de los conocimientos actuales acerca de la pérdida de audición provocada por el ruido. También hay prueba de que la exposición al ruido no industrial puede ser nocivo. Los resultados de varios estudios han confirmado que el volumen elevado de música como el Rock and Roll puede por ejemplo producir un desplazamiento temporal importante, e incluso permanente del umbral. Los audiogramas de ejecutantes de música Pop revelan pérdida de los 400 Hz. en ambos oídos. También se ha demostrado que tanto hombres como mujeres corren el riesgo de sufrir daño auditivo cuando están expuestos a música excesivamente amplificada (22,8)

Todos eran estudios audiométricos transversales y muchos incorporaban encuestas acerca de la exposición al ruido. Por lo general se estudiaron grupos laborales específicos, que incluían trabajadores de la industria pasada, salas de prueba de motores a reacción, astilleros, industria textil, fundiciones, transporte y silvicultura.

Casi todos los estudios revelaron que los trabajadores expuestos diariamente a ruidos intensos durante varios años sufrirán de pérdida de la audición que se ajustaba al patrón clásico. La pérdida considerable de la audición era rara en las frecuencias más bajas pero frecuente en las altas.

En aquellos estudios en los que se conocían los grados de exposición al ruido, generalmente se detectó una clara relación entre la incidencia creciente de pérdida auditiva y el aumento de nivel de ruido. Por lo general las variaciones de los umbrales audiométricos eran mayores en los grupos en los que se observó una

considerable pérdida de audición inducida por el ruido. En Japón se ha comunicado casos de sordera súbita después de exposiciones prolongadas al ruido, sin que se presentaran trastornos previos; esto puede indicar que existía especial susceptibilidad (20).

Tomando en cuenta la duración de la exposición y la edad así como diversos factores patológicos, se ha encontrado que la proporción de trabajadores con sordera inducida por el ruido (definida como una pérdida media de 25 dB en los 0.5 1 y 2 Khz.) llega al 60% en la Industria metalúrgica expuestos a niveles de ruido de 95 dB y superiores (32).

Se han comparado los niveles medio de audición de trabajadores expuestos con los de un grupo testigo, considerando varias intensidades acústicas y diversas duraciones, de la exposición se descubrió que los niveles de ruido de 85 dB a 88 dB podrían ser perjudiciales para el oído u aún, con 75 dB había cierta pérdida de audición (3).

#### **ESTUDIOS DE LABORATORIO**

Se ha efectuado una serie de estudios de laboratorio utilizando diversas especies animales, sobre la pérdida temporal y permanente de audición y la anatomía del oído interno dañado por el ruido. En los estudios de la pérdida temporal de la audición del hombre, se han incluido distintos patrones de audición o exposición, ruidos con aspectos diferentes, ruidos de pequeña duración, se ha tenido que comparar: a) El desplazamiento temporal del umbral en el hombre con el permanente; b) El desplazamiento

permanente en el ser humano con el mismo desplazamiento en los animales y c) Las lesiones anatómicas en los animales con el desplazamiento permanente en el hombre. Sin embargo, hay que señalar que no ha sido necesario un conocimiento cabal de esas relaciones.

En los estudios experimentales se llegó a las siguientes observaciones generales:

- a) Existe una considerable variación en la susceptibilidad de los individuos a la pérdida de audición, la velocidad con que sea pérdida se acerca a su grado sintomático y la velocidad de recuperación.
- b) Las pérdidas temporales de audición en el hombre son más marcadas en frecuencias, ligeramente superiores a la frecuencia del estímulo sonoro.
- c) En la mayoría de los casos, el índice de aumento de la pérdida temporal de audición y de su posterior recuperación es distinto para los ruidos de percusión y para los ruidos continuos. El desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido causados por ruidos impulsivos aumenta más lentamente que el DTUIR provocado por ruidos continuos y la recuperación es más lenta (35,3).
- d) Los audiogramas de personas que presentan pérdidas temporal de audición en estudios de laboratorio tienden a ser similares a los de personas expuestas a un ruido similar durante un período de varios años (29).

## TIPOS DE SORDERA

La sordera puede aparecer debido a trastornos en el oído externo o medio que impiden la conducción de las ondas sonoras hacia el oído interno, este tipo de sordera se llama de conducción. Hay otro tipo que aparece debido a lesiones en el órgano de Cortí o en el nervio vestibulococlear y se conoce como sordera sensitivo-nerviosa o de percepción (4,33).

Cuando discutimos la pérdida de la audición que resulta de trastornos en el oído externo y en el oído medio, decimos que la dificultad es mecánica y las ondas sonoras por una u otra razón son bloqueadas en su curso hacia el oído interno. Entre las causas principales que pueden ocasionar la sordera de conducción están: El canal auditivo puede ser obstruido por cerumen, conducción que puede fácilmente remediada removiendo el mismo; el tímpano puede estar perforado o engrosado por tejido de descamación; los huesecillos pueden fusionarse como resultado de una infección previa y otosclerosis en la cual la base de estribo se fusiona a la ventana oval, impidiendo la vibración normal de esta última. Todos estos defectos del oído externo y medio que producen, ser corregidos (4,33).

El tejido nervioso especial del oído interno que forma el órgano sensorial de la audición no se regenera después de sufrir lesión. Por esta razón una vez que el tejido nervioso es dañado y ocurre pérdida auditiva, no hay medio médico o quirúrgico que puedan restaurar la audición (4,33).

Algunas veces la pérdida de la audición en el oído interno;

resulta de enfermedades prenatales, afectando a la madre, un ejemplo de esto es el sarampión durante los primeros meses de embarazo; el niño nace con dificultades auditiva o sordo y ningún tratamiento devolverá la audición. Sin embargo, las condiciones que se presentan después del nacimiento son más comunes. Algunas de esas condiciones incluyen infecciones, especialmente de tipo viral como las paperas, administración de cierto tipo de antibiótico o droga que pueden afectar el órgano de Corti, ruido intenso especialmente cuando es prolongado y el proceso de envejecimiento (4,12,33).

La causa más común de alteraciones sensitivo-nerviosas, es probable, la exposición a una intensidad de sonido de alto nivel. Como ya dijimos hay desplazamiento por lo menos temporario del umbral después de la exposición a un sonido o ruido agudo. Si el sonido es lo suficientemente alto y el período de exposición lo bastante prolongado, o de frecuencia repetida, la elevación del umbral puede ser precisamente permanente. En general, la sordera sensitivo-nerviosa afecta la audición para las frecuencias más altas en grado mucho mayor, que a las frecuencias bajas, y parece existir una vulnerabilidad especial en la región de los 4,000 Hz.

Esto puede ser consecuencia de la naturaleza física del mecanismo coclear que interviene en la respuesta a sonidos de esta frecuencia (4,19,26).

Cuando es causada por exposición a un sonido de alto nivel, dicha sordera es bilateral. Cuando el desplazamiento del umbral es

La pérdida debe estar acompañada de un reclutamiento sostenido que se atribuye a del org<sup>o</sup> espontánea de las células ciliadas lesionadas (26).

La pérdida auditiva relacionada con la lesión de células ciliadas, puede ir acompañada del fenómeno de reclutamiento. Es decir, en las frecuencias de máximo deterioro hay un incremento más rápido de lo normal en la sonoridad, de manera que el equilibrio de sonidos es una amplia gama de frecuencias, incluyendo la gama de deterioro puede ser normal con intensidades de sonidos más altos. Si el deterioro sensitivo-nervioso es consecuencia de infección, este puede ser unilateral (12).

De la misma manera que la visión muestra una degradación progresiva con el avance de los años, lo mismo ocurre con la audición sobre todo para las frecuencias altas. Por fortuna, la discriminación del habla depende fundamentalmente de frecuencias que se hallan entre 500 y 5,000 Hz. Por lo tanto, la pérdida característica de alta frecuencia con la edad avanzada sólo ocasiona en la mayoría de los casos, dificultades mínimas (19).

Un riesgo relativamente nuevo para la audición, está representado por la acción específica de las drogas del grupo estreptomycin y kenamicina sobre el mecanismo del laberinto. Estas drogas ocasionan la degeneración de las células, lo que puede ocurrir aún más rápidamente en el aparato vestibular que en el órgano Corti (1).

## METODOS DIAGNOSTICOS

Unicamente el examen otológico y audiométrico puede definir un diagnóstico (10).

Para determinar la índole de los trastornos auditivos se utiliza el audiómetro. El cual es un instrumento electrónico, clínico estándar, para medir la audición, llevando al oído tonos puros de frecuencias que varían de 125 a 8,000 Hz., en intensidades medibles. Consiste de un generador de tono, que produce los tonos estimulantes, un selector de frecuencias a disposición del operador, un atenuador, con el cual la intensidad transmitida pueda ser controlada y una llave para mandar el estímulo (24,25,33,36).

La señal de salida del oscilador se ajusta para cada una de las frecuencias de manera que cuando se coloca en cero el control de atenuación, la señal de salida de los audífonos representa una señal correspondiente al nivel de presión de sonido de cada curva de referencia estándar. Por lo general, se calibra el control de atenuación correspondiente a un incremento en el nivel de potencia del sonido en los audífonos en una cantidad equivalente. De este modo, si puede determinarse una fijación de atenuador apropiada en la cual el sujeto apenas escucha el tono a una frecuencia dada, entonces la lectura del control del atenuador representa el nivel de potencia del sonido sobre un estándar normal, que necesita ese paciente en esa frecuencia. Entonces puede diagramarse una audiograma que representa la pérdida auditiva en cada una de las frecuencias seleccionadas en términos de la mayor potencia de sonido necesaria en decibeles, en comparación con el nivel normal.

El examinador no debe preocuparse por la forma específica de la respuesta de frecuencia del oído. El aparato ya está compensado para ello y da una medida directa de la pérdida en relación con la referencia adecuada en cada frecuencia estudiada (24).

Una forma bastante simple para la prueba de la audición es la presentación continua de tonos a un nivel ligeramente por encima del umbral. El tono continuo es interrumpido a intervalos al azar, por el examinador. Se indica al paciente que debe señalar la interrupción del tono oprimiendo un interruptor que enciende una luz en el panel del instrumento. Este procedimiento ha sido autorizado en un aparato ideado por Von Békésy, en el cual el paciente debe mantener presionando un botón mientras escucha el tono, y debe soltarlo cuando ya no puede oírlo. Al oprimirse el botón se impulsa la señal de salida del oscilador. Cuando no se oprime el botón la señal de salida aumenta a un ritmo regular. Se lleva lentamente el espectro de frecuencia de 100 a 10,000 Hz. y una pluma escritora traza los cambios de intensidad en más y en menos correspondientes a la manipulación que el sujeto efectúa con la llave interruptora. El punto medio entre las inversiones de la dirección del trazado puede tomarse como una representación razonable del umbral (24).

Un audiograma de tono puro, es el test estándar que se usa para medir los niveles auditivos. Las lecturas son registradas en las fichas con intensidad (0-100 dB) y frecuencias de 250-8,000 CPS; un trazo normal se encuentra entre -10 dB y +10 dB en todas las frecuencias. Este test es exacto alrededor de 10 dB ya que hay

variables en las respuestas de los pacientes, en el audiometrista y en la exactitud de la máquina (26,33).

Aunque los tonos puros son raramente escuchados en la naturaleza, y a pesar de la complejidad de las ondas de los sonidos blandos, los exámenes de umbral de tono puro siguen siendo los más usados y la forma básica de medición audiológica (24,26,38).

El test está diseñado para descubrir la intensidad mínima de tonos puros, en cada frecuencia, que sea audible para el sujeto. Las medidas son registradas en el eje vertical del audiograma, como la magnitud de esa intensidad en decibeles encima o debajo del umbral normal de audición, cuenta cada frecuencia en el eje horizontal.

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 (26).

EL procedimiento para el audiograma por conducción aérea debe ser cuidadosamente explicado al paciente, quién debe ser instruido para indicar la audibilidad de un tono ya sea levantando un dedo, diciendo sí o presionando un botón para encender una señal en el tablero del audiómetro. Los audífonos deben ser puestos con cuidado, de modo que el centro de cada diafragma esté alineado con el meato auditivo externo, sin oclusión por presión en el tragus. Al principio un tono de 1,000 Hz. debe ser siempre usado, ya que éste es fácilmente identificado como un sonido. Examen de

respuesta a otras frecuencias, debe proseguir en cualquier orden (26).

El carácter de los sonidos de frecuencias bajas, debe ser descrito al paciente, para que espere algo como una sirena de niebla. En tono que va a ser probado debe ser representado a nivel suficiente por encima del umbral, para facilitar un reconocimiento e identificación. La primera debe ser a 50 dB por encima del umbral normal. Si esto no puede ser escuchado, la intensidad debe ser aumentada en etapas de 10 dB hasta que el sonido sea audible. Cada tono debe ser presentado por uno o dos segundos y los intervalos entre los paréntesis debe ser variado. La intensidad del tono ser disminuida en 10 dB cada vez hasta que la pérdida de respuesta del paciente indique que el tono ya no es audible. La intensidad es entonces aumentada en intervalos de 5 dB hasta que es escuchada nuevamente. De esta manera cada respuesta positiva es seguida por una disminución de intensidad en la siguiente señal de 10 dB, y cada vez que no hay respuesta a ésta, la siguiente señal es ampliada en 5 dB. El umbral debe ser pasado de menos a más y de más a menos intensidad muchas veces (26).

El umbral se define como la menor intensidad escuchada en el 50% de ocasiones en repetidos trazos, pero en la práctica clínica cuando los pasos usados son no menos de 5 dB, el último sonido audible será señalado siempre o casi todas las veces y el otro 5 dB menor no será nunca escuchado. Esta intensidad es anotada en el audiograma con la frecuencia a que fue escuchada (26).

El audiograma o examen por conducción ósea se lleva a cabo con

el vibrador para conducción ósea presionando contra el proceso mastoides, y se efectúa en forma similar al de conducción aérea.

El vibrador debe ser colocado con cuidado para evitar contacto con el cartílago del meato auditivo externo, lo cual produciría sonidos falsos, de manera que se encuentre sobre el punto acústico más sensitivo, que es encontrado ajustando su posición cuando se envían estímulos supraliminares. El umbral para conducción ósea, no siempre puede ser establecido con la misma exactitud que para la conducción aérea, y esto vicia la significancia que algunas veces se da a las comparaciones entre los tipos de medición de umbral.

La confiabilidad de la conducción ósea se ve desfigurada por problemas en la calibración de los transductores; por variaciones en la transmisión debido en las diferencias en el grosor de los tejidos blandos superficiales que cubren el hueso mastoides, y por variaciones de presión con que el receptor es aplicado.

Además los umbrales por conducción ósea, no pueden ser medidos exactamente sin una efectiva excursión del oído que no está siendo examinado, por medio de ruidos de enmascaramiento, lo cual no siempre se puede llevar a cabo (26).

Además de las audiometrías existen otras pruebas diagnósticas las cuales incluyen:

- a) Prueba del lenguaje susurrado y hablado. En un cuarto en silencio cubriendo la otra oreja, el oído normal puede percibir con precisión la voz hablada a 6 metros y la voz susurrada a 4.5 metros.

- b) Pruebas de Diapasones: Los diapasones de 500 y 1,000 ciclos por segundo son los más importantes. Estos exámenes descubren la lateralización de los sonidos del diapason y demuestran trastornos comparativos de la conducta aérea y de conducción ósea (para distinguir pérdidas conductivas y pérdidas de tipo sensorioneuronal).
- c) Pruebas laberínticas: Proporcionan valiosa evidencia objetiva acerca de la función del oído interno. Una respuesta laberíntica ausente o alterada es bastante significativa. La prueba se hace por la irrigación de los conductos auditivos externos con agua caliente o fría, para producir nistagmo y vértigo. La respuesta de cada oído debe ser igual.
- d) El electronistagmograma (ENG) puede ser valioso en identificación, registro e interpretación del nistagmo especialmente como respuesta a las pruebas laberínticas (23).  
Es importante hacer notar que los métodos diagnósticos antes descritos no se ajustan a la sordera profesional por tratarse ésta de un tipo de sordera sensorioneuronal, sirviéndole como diagnóstico únicamente la audiometría y el examen otológico.

#### TRATAMIENTO

La pérdida sensorineural debido a traumatismo acústico mejorará algunas veces en un período de 6 meses si el paciente puede evitar la exposición a ruidos intensos. El mejor tratamiento consiste en evitar la exposición a ruidos intensos ya sea evitando las fuentes de éste o usando tapones auditivos que protejan

intensidad a 100 dB son útiles los protectores auriculares o de orejas como los modelos que emplean los aviadores o mecánicos de aviación (10).

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe traumatismo auditivo en odontólogos practicantes de 5to. año Facultad de Odontología USAC, debido a que están expuestos al sonido de la turbina de alta velocidad, utilizada en la clínica dental.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar por medio de audiometrías el nivel de audición de los odontólogos practicantes del 5to. año que se encuentran en constante exposición al ruido en la clínica de Odontología comparativamente con estudiantes de recién ingreso al primer año de la carrera, que no están expuestos al ruido de la turbina dental ni ruidos similares.
2. Determinar de qué manera el ruido afecta la salud auditiva del odontólogo practicante en la clínica de pregrado.
3. Relacionar, cómo la edad, la postura y el tiempo de trabajo son factores que influyen en la pérdida de la audición.
4. Determinar si los estudiantes utilizan protección auditiva en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC.

### HIPOTESIS

El grupo de odontólogos practicantes de 5to. año que usan turbina de alta velocidad, presentan una mayor prevalencia de sordera ocupacional que el grupo de estudiantes de primer ingreso de Odontología de la USAC.

## DEFINICION DE LAS VARIABLES

### DEPENDIENTE:

#### Prevalencia de Sordera Ocupacional

En el número de casos con pérdida de la agudeza auditiva en determinada frecuencia, determinadas en las auditometrías.

### INDEPENDIENTE

- a) Grupo de Odontólogos practicantes de 5to. año que usan turbina de alta velocidad, escogidos al azar de la lista de estudiantes inscritos en la facultad de la USAC.
- b) Grupo de estudiantes de primer ingreso de Odontología, escritos y escogidos al azar para este estudio.

### VARIABLE CONFUSORA

Grupo de estudiantes particularmente de 5to. año Odontología USAC, que trabajen por varios años en forma particular (trampa: ruido del compresor, turbina, ubicación, etc.); lugar de habitación de ambos grupos, que por razones obvias no se pueden detectar, y que pueden influir en los resultados de este estudio.

### INDICADORES

#### 1. EDAD

Indicada por el paciente examinado.

#### 2. POSTURA

Posición adoptada por el Odontólogo practicante cuando trabaja.

### 3. TIEMPO DE TRABAJO

Indicada por el Odontólogo practicante examinado, y que lleva trabajando (en años) en la clínica de la facultad de Odontología USAC y que ha estado expuesto a la turbina dental.

## MATERIALES Y METODOS

### POBLACION DE ESTUDIO

- a) 50 estudiantes que cursan 5to. año de (preferencia no repitentes desde el 4to. año) de la carrera de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- b) 50 estudiantes que cursan 1er año de la carrera de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### PROCEDIMIENTO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

La muestra fue formada por un total de 37 estudiantes, de los cuales 23 fueron estudiantes que cursan 5to. año, no repitentes desde el 4to. año y 14 estudiantes del 1er año de la misma, que no han trabajado en clínicas odontológicas; tomados del total de estudiantes citados para dicho examen según la población de estudio inscritos en la facultad de Odontología de la USAC. (ver limitantes de estudio).

### REQUISITOS

Los pacientes llenaron los siguientes requisitos:

1. No tener antecedentes de infección en los oídos.

2. No haber tenido tratamiento médico previo por tiempo prolongado con medicamentos otológicos.
3. No estar expuesto a otros sonidos que no sea la turbina de alta velocidad.

#### TECNICA DE EXAMEN O ANALISIS

- a) Se realizó una encuesta que incluía aspectos generales, clínicos y médicos; importantes para el procesamiento de datos en este estudio (ver anexos).
- b) Examen otológico primario, necesario para excluir la presencia de cerumen en el conducto auditivo externo, que dificultara la prueba.
- c) Evaluación audiométrica. Audiometría: es la medición de los niveles auditivos por medio de tonos puros y registrados con intensidades de 0-100 dB y frecuencias de 250-8000 Hz. La evaluación fue efectuada en las Clínicas Theilheimer (ver limitantes del estudio), donde se acomodó al estudiante colocándole los audífonos en ambos oídos, en forma aislada, para obtener la audometría bilateral, para lo cual se observó primero:

Botón de selección, dependiendo del oído a evaluar, derecho o izquierdo.

Botón de encendido ON, cuando se va a iniciar el examen.

Botón de tono en ON para controlar el sonido en el test.

Acomodar al paciente en la cabina prueba de sonidos y colocarle los audífonos en ambos oídos. Se les pasó tonos

puros a cada oído, en forma aislada, para obtener las audiometrías. Debe cuantificarse primero un oído, de preferencia el derecho, para llevar el mismo orden y luego el oído opuesto; cuando el paciente escuchó el tono lo hizo saber al examinador, a través de presionar un botón.

- d) Evaluación decibélica. La evaluación fue efectuada en la clínica de exodoncia de la Facultad de Odontología USAC, donde se registraron lecturas a escala decibélica a un total de 48 piezas de mano de alta velocidad, en forma individual y por medio de un decibelímetro, para lo cual se observó lo siguiente:

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, para obtener la primera lectura; luego se hicieron accionar de nuevo las piezas de mano de alta velocidad, esta vez cortando piezas dentales naturales, obteniéndose así la segunda lectura registrada por el decibelímetro.

## RECURSOS EMPLEADOS

### Humano:

- Odontólogo practicante
- Asesor de Tesis
- Otorrinolaringólogos de las Clínicas Theilheimer.
- Técnico (Centro de Investigaciones de Ingeniería)
- Muestra estudiada.

### Equipo y Materiales

- Audiómetro
- Decibelímetro
- Piezas de mano de alta velocidad
- Unidad dental
- Fichas de examen audiométrico
- Bolígrafo

## RESULTADOS

Se realizó examen audiométrico a un total de 37 estudiantes de los cuales 23 fueron estudiantes que cursan 5to. año no repitentes desde el cuarto año, de estos 9 (38.99%) fueron del sexo masculino y 14 (60.83%) del femenino además se examinó a 14 estudiantes del 1er año de la misma que no han trabajado en clínicas odontológicas, de los cuales 2 (14.30%) fueron del sexo masculino y 12 (85.70%) del femenino (ver cuadros 1 y 3).

Al analizar los resultados del cuestionario, resaltan aspectos como: la postura de trabajo, de la cual 15 (65.27%) estudiantes de 5to año trabajan adoptando la postura inclinada, y sólo 8 (34.55%) la postura adecuada (sentado recto). La edad y el tiempo de trabajo, el grupo más afectado en ambos aspectos fue el comprendido entre los 22 años, 12 (52.12%) de lo examinados, durante un promedio de 8 horas diarias de exposición durante un período de 2 1/2 años; aspectos que sí afectan la capacidad auditiva.

La utilización de protección auditiva, los resultados del cuestionario nos indica que sólo (4.31%) de los examinados utiliza algún tipo de protección auditiva, en este caso, audífonos en orejera; quedando el resto 22 (95.41%), totalmente expuestos a la contaminación por ruido (ver cuadros 2 y 3, gráficas 2, 3, 5 y 6).

Los resultados de las audiometrías efectuadas a los estudiantes de 1er año de la facultad de Odontología USAC, en ambos oídos, se puede observar que los valores se encontraban dentro del rango normal de 0 a 20 dB (ver gráficas 1 y 4).

Al analizar los resultados de las audiometrías efectuadas al grupo de Odontólogos practicantes de 5to año, se pudo observar que el oído izquierdo se encontraba dentro del rango normal de 0 a 20 dB, no obstante el oído derecho en la frecuencia de 6,000 Hz. muestra una ligera pérdida de la capacidad auditiva, ya que el promedio a esta fue de 22.7 dB, aspecto que se compara con el hecho de que sólo 1 (4.31%) de los examinados trabaja con la mano izquierda (ver gráficas 2, 3 y 5).

Al comparar los dos grupos estudiados, se pudo observar una diferencia significativa que existe entre los Odontólogos practicantes de 5to año y estudiantes de 1er año de la facultad de Odontología USAC, en el oído derecho, advirtiéndose con más claridad la leve pérdida de la capacidad auditiva, no así en el oído izquierdo de ambos grupos (ver gráficas 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

Se registraron además lecturas decibélicas a un total de 48 pieza de mano de alta velocidad de las cuales las piezas de mano marca DENTA AMERICA Y DISCOVERY (78% dB), se encuentran por debajo del límite máximo permitido sin afectar la capacidad auditiva, no así la gran mayoría, 16 marcas restantes que sobrepasan dicho límite (80 dB) (ver cuadro 4 y gráfica 7).

De las piezas de mano de alta velocidad examinadas individualmente 30 (62.5%) sobrepasan el límite (80 dB) de seguridad auditiva para el oído humano, y 18 (37.5%) no lo hacen. Entre las marcas de piezas de mano con mayor escala decibélica registrada se encuentra la NATUS (95% dB), tanto en promedio como

individualmente (95 dB). Dentro del promedio más bajo se encuentra la DENTA AMERICA Y DISCOVERY con (78% dB), no así individualmente, puesto que la STAR FLITE registró (72 dB) (ver cuadros 4, 5 y 6 y gráficas 7, 8, 8a y 8b).

CUADRO 1

DISTRIBUCION DE ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA EXAMINADOS, EXPRESADO EN NUMERO Y PORCENTAJE DE ACUERDO A SU EDAD Y SEXO '95

| EDAD  | ESTUDIANTES EXAMINADOS |       | SEXO      |       |          |       |
|-------|------------------------|-------|-----------|-------|----------|-------|
|       |                        |       | MASCULINO |       | FEMENINO |       |
|       | No.                    | %     | No.       | %     | No.      | %     |
| 16    | 0                      | 0     | 0         | 0     | 0        | 0     |
| 17    | 3                      | 21.40 | 0         | 0     | 3        | 21.40 |
| 18    | 5                      | 43.00 | 0         | 0     | 6        | 43.00 |
| 19    | 3                      | 21.40 | 2         | 14.30 | 1        | 7.10  |
| 20    | 1                      | 7.10  | 0         | 0     | 1        | 7.10  |
| 21    | 1                      | 7.10  | 0         | 0     | 1        | 7.10  |
| 22    | 0                      | 0     | 0         | 0     | 0        | 0     |
| TOTAL | 14                     | 100   | 2         | 14.30 | 12       | 85.70 |

CUADRO 2

DISTRIBUCION DE ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA EXAMINADOS. EXPRESADO EN NUMERO Y PORCENTAJE DE ACUERDO A SU EDAD Y POSTURA DE TRABAJO '95

| EDAD  | ESTUDIANTES EXAMINADOS |        | POSTURA       |       |                   |       |
|-------|------------------------|--------|---------------|-------|-------------------|-------|
|       |                        |        | SENTADO RECTO |       | SENTADO INCLINADO |       |
|       | No.                    | %      | No.           | %     | No.               | %     |
| 20    | 2                      | 8.61   | 0             | 0     | 2                 | 8.61  |
| 21    | 5                      | 21.71  | 2             | 8.61  | 3                 | 13.04 |
| 22    | 12                     | 52.12  | 4             | 17.33 | 8                 | 35.00 |
| 23    | 0                      | 0.00   | 0             | 0.00  | 0                 | 0.00  |
| 24    | 3                      | 13.04  | 2             | 8.61  | 1                 | 4.31  |
| 25    | 1                      | 4.31   | 0             | 0.00  | 1                 | 4.31  |
| TOTAL | 23                     | 100.00 | 8             | 34.55 | 15                | 65.27 |

CUADRO 3

DISTRIBUCION DE ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA EXAMINADOS, EXPRESADO EN NUMERO Y PORCENTAJE DE ACUERDO A SU EDAD, SEXO Y UTILIZACION DE PROTECCION AUDITIVA '95

| EDAD  | SEXO      |       |          |       | PROTECCION AUDITIVA |      |     |       |
|-------|-----------|-------|----------|-------|---------------------|------|-----|-------|
|       | MASCULINO |       | FEMENINO |       | SI                  |      | NO  |       |
|       | No.       | %     | No.      | %     | No.                 | %    | No. | %     |
| 20    | 0         | 0     | 2        | 8.61  | 0                   | 0    | 2   | 8.61  |
| 21    | 3         | 13.04 | 2        | 8.61  | 1                   | 4.31 | 4   | 17.33 |
| 22    | 4         | 17.33 | 8        | 35.00 | 0                   | 0.00 | 12  | 52.12 |
| 23    | 0         | 00.00 | 0        | 00.00 | 0                   | 0.00 | 0   | 00.00 |
| 24    | 1         | 4.31  | 2        | 8.61  | 0                   | 0.00 | 3   | 13.04 |
| 25    | 1         | 4.31  | 0        | 0.00  | 0                   | 0.00 | 1   | 4.31  |
| TOTAL | 9         | 38.99 | 14       | 60.83 | 1                   | 4.31 | 22  | 95.41 |

CUADRO 4

PIEZAS DE MANO DE ALTA VELOCIDAD EXAMINADAS  
 EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA USAC, EXPRESADO EN  
 NUMERO, MARCA, PROMEDIO DECIBELICO  
 (Sin cortar y contando diente natural)  
 Y LIBRAS DE PRESION A LAS QUE FUERON SOMETIDAS '95

| No. | MARCA             | % DB<br>SIN CORTAR | % DB<br>CORTANDO | PSI |
|-----|-------------------|--------------------|------------------|-----|
| 1   | CENTRA            | 78                 | 80               | 40  |
| 1   | CENTURY<br>DENTAL | 81                 | 85               | 40  |
| 5   | CONCENTRIX        | 79                 | 82               | 40  |
| 1   | DENTA<br>AMERICA  | 76                 | 78               | 40  |
| 1   | DISCOVERY         | 77                 | 78               | 40  |
| 2   | GLOWS             | 86                 | 86               | 40  |
| 1   | JOHNSON           | 81                 | 80               | 40  |
| 4   | KAVO              | 76                 | 80               | 40  |
| 4   | LARES             | 78                 | 80               | 40  |
| 6   | MEIDENTA          | 85                 | 87               | 40  |
| 5   | NAMINEX           | 78                 | 83               | 40  |
| 1   | NATUS             | 85                 | 95               | 40  |
| 10  | NSK               | 83                 | 84               | 40  |
| 3   | PANAIR            | 78                 | 83               | 40  |
| 1   | RUCA              | 85                 | 88               | 40  |
| 2   | *****             | 85                 | 86               | 40  |
| 48  | TOTAL             | 81                 | 83               | 40  |

CUADRO 5

PIEZAS DE MANO DE ALTA VELOCIDAD EXAMINADAS INDIVIDUALMENTE  
 EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA USAC. EXPRESADO EN MARCA, MODELO  
 Y PSI, SEGUN EL ORDEN DESCENDENTE EN DB QUE LE CORRESPONDE Y  
 SOBRE EL LIMITE MAXIMO NORMAL DE 80 DB. '95

| No. | MARCA       | MODELO      | DB<br>CORTANDO | PSI |
|-----|-------------|-------------|----------------|-----|
| 1   | NATUS       | *****       | 95             | 40  |
| 2   | MEDIDENTA   | *****       | 95             | 40  |
| 3   | NSK         | PANA III    | 95             | 40  |
| 4   | NAMINEX     | *****       | 94             | 40  |
| 5   | MEDIDENTA   | AIR KING    | 92             | 40  |
| 6   | GLOWS       | *****       | 91             | 40  |
| 7   | *****       | *****       | 88             | 40  |
| 8   | MEDIDENTA   | AIR KING    | 88             | 40  |
| 9   | LARES       | *****       | 88             | 40  |
| 10  | CON-CENTRIX | STAR DENTAL | 88             | 40  |
| 11  | RUCA        | *****       | 86             | 40  |
| 12  | NSK         | *****       | 86             | 40  |
| 13  | *****       | *****       | 85             | 40  |
| 14  | *****       | ALL SPEED   | 85             | 40  |
| 15  | NSK         | PANA III    | 85             | 40  |

CUADRO 5b

PIEZAS DE MANO DE ALTA VELOCIDAD EXAMINADAS INDIVIDUALMENTE  
 EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA USAC, EXPRESADO EN MARCA, MODELO  
 Y PSI, SEGUN EL ORDEN DESCENDENTE EN DB QUE LE CORRESPONDE Y  
 SOBRE EL LIMITE MAXIMO NORMAL DE 80 DB. '95

| No. | MARCA             | MODELO   | DB<br>CORTANDO | PSI |
|-----|-------------------|----------|----------------|-----|
| 16  | NSK               | PANA III | 85             | 40  |
| 17  | NSK               | PANA III | 85             | 40  |
| 18  | MEDIDENTA         | AIR KING | 85             | 40  |
| 19  | CON-<br>CENTRIX   | *****    | 85             | 40  |
| 20  | CON-<br>CENTRIX   | *****    | 85             | 40  |
| 21  | CENTURY<br>DENTAL | *****    | 85             | 40  |
| 22  | PAN AIR           | *****    | 84             | 40  |
| 23  | NSK               | PANA III | 83             | 40  |
| 24  | MEDIDENTA         | AIR KING | 83             | 40  |
| 25  | KAVO              | ALE AIR  | 83             | 40  |
| 26  | NAMINEX           | *****    | 82             | 40  |
| 27  | NSK               | PANA III | 81             | 40  |
| 28  | NSK               | PANA III | 81             | 40  |
| 29  | GLOW              | *****    | 81             | 40  |
| 30  | KAVO              | MAGNO    | 81             | 40  |

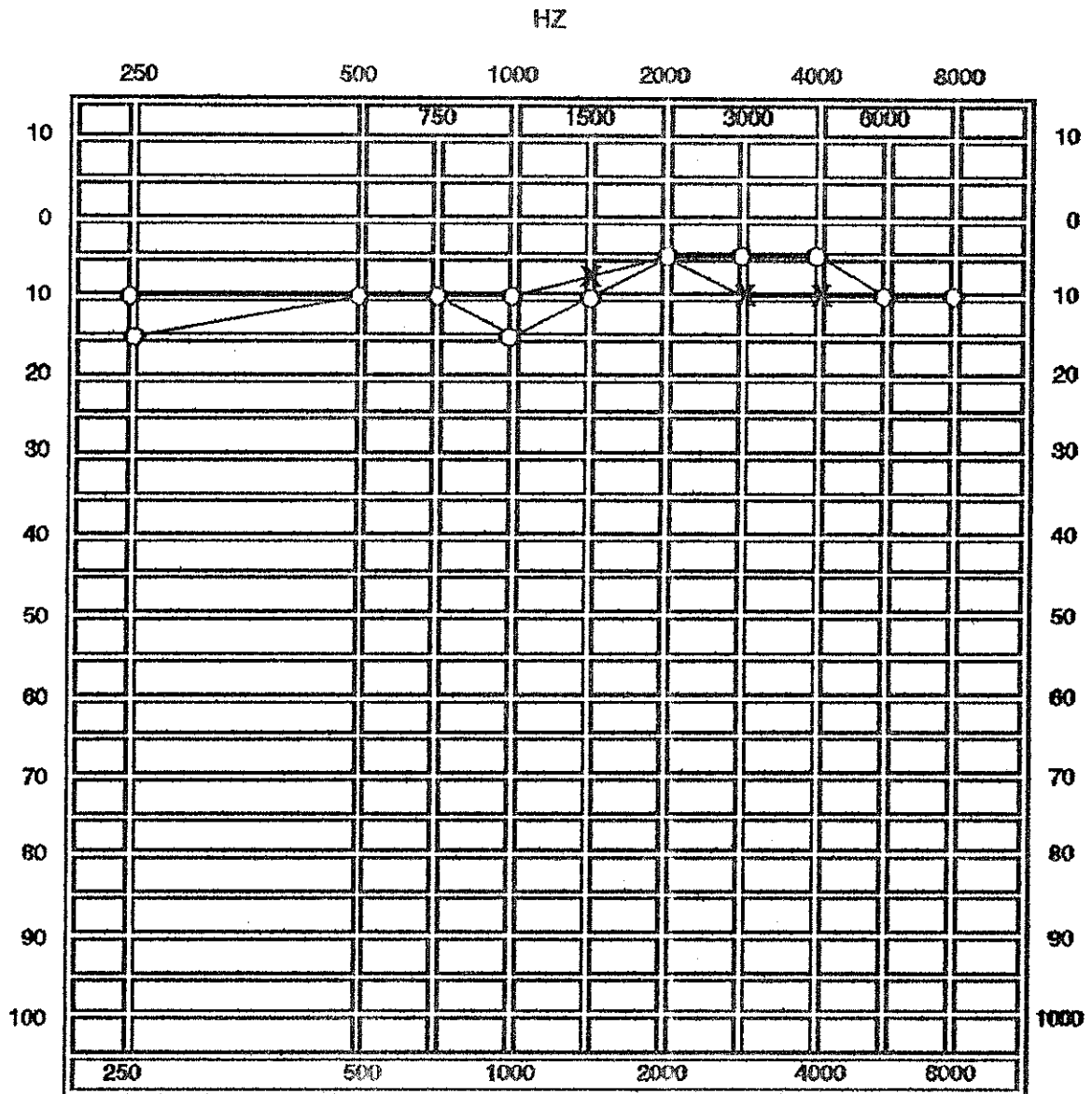
CUADRO 6

PIEZAS DE MANO DE ALTA VELOCIDAD EXAMINADAS INDIVIDUALMENTE EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA USAC, EXPRESADO EN MARCA, MODELO Y PSI, SEGUN EL ORDEN DESCENDENTE EN DB QUE LE CORRESPONDE Y POR DEBAJO DEL LIMITE MAXIMO NORMAL DE 80 DB '95

| No. | MARCA            | MODELO          | DB<br>CORTANDO | PSI |
|-----|------------------|-----------------|----------------|-----|
| 1   | PAIN AIR         | *****           | 80             | 40  |
| 2   | NAMINEX          | *****           | 80             | 40  |
| 3   | MEDIDENTA        | AIR KING        | 80             | 40  |
| 4   | LARES            | *****           | 80             | 40  |
| 5   | LARES            | MEG             | 80             | 40  |
| 6   | KAVO             | SUPER<br>TORQUE | 80             | 40  |
| 7   | JOHNSON          | H2              | 80             | 40  |
| 8   | CONCENTRIX       | *****           | 80             | 40  |
| 9   | CENTRA           | SUPERAIR        | 80             | 40  |
| 10  | NAMINEX          | H2              | 79             | 40  |
| 11  | NSK              | PANA III        | 78             | 40  |
| 12  | NAMINEX          | *****           | 78             | 40  |
| 13  | DISCOVERY        | SAM             | 78             | 40  |
| 14  | DENTA<br>AMERICA | *****           | 78             | 40  |
| 15  | NSK              | *****           | 77             | 40  |
| 16  | KAVO             | MAGNO           | 75             | 40  |
| 17  | LARES            | *****           | 73             | 40  |
| 18  | *****            | STARFLITE       | 72             | 40  |

GRAFICA 1

PROMEDIO DE LA CAPACIDAD AUDITIVA DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA '95

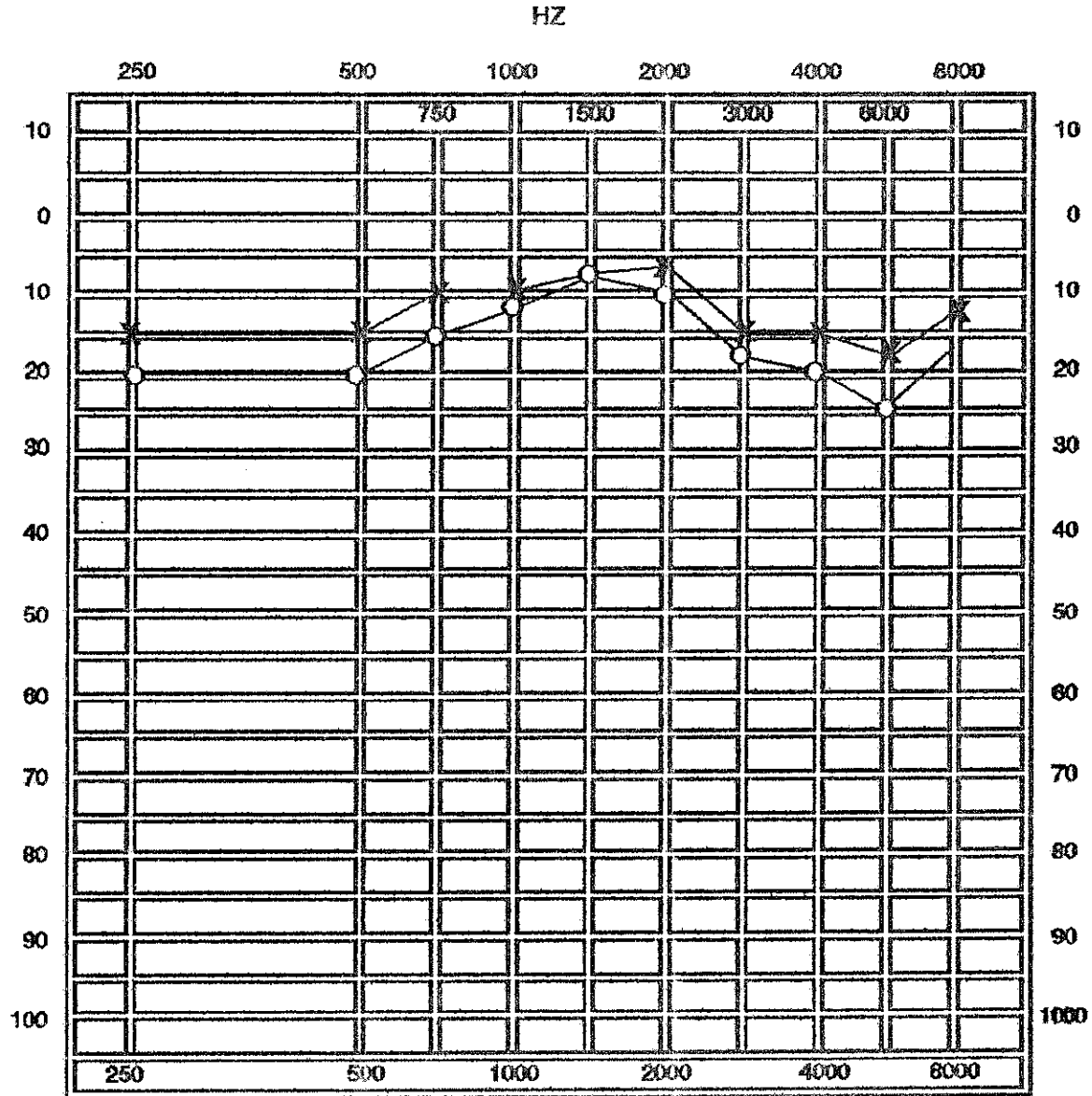


O = OIDO DERECHO

X = OIDO IZQUIERDO

GRAFICA 2

PROMEDIO DE LA CAPACIDAD AUDITIVA DE LOS ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA '95

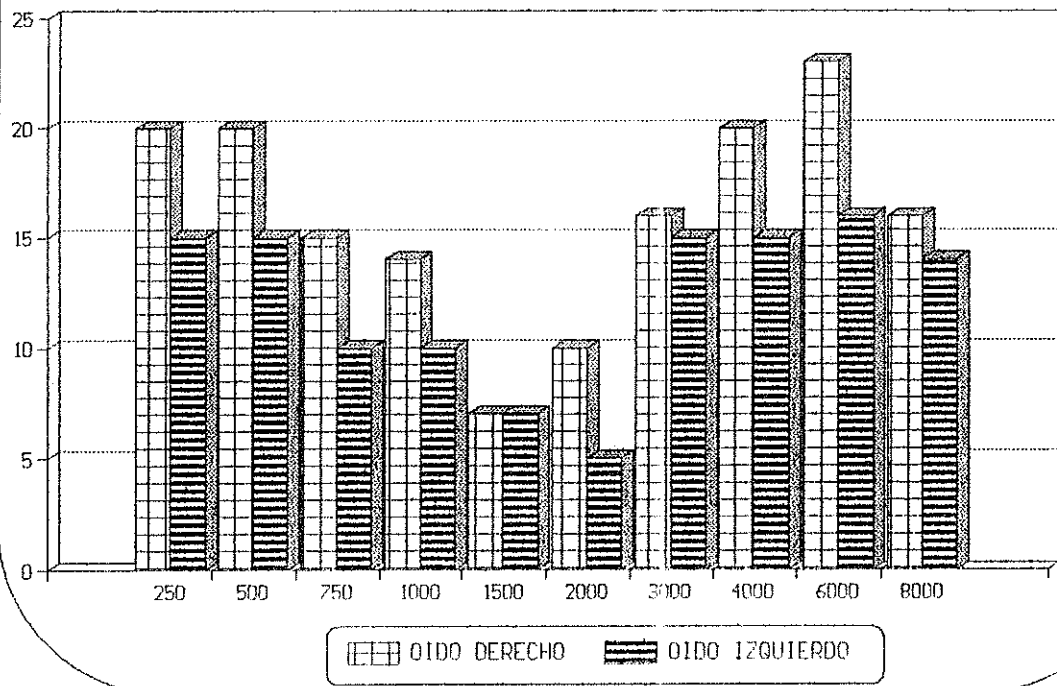


O = OIDO DERECHO

X = OIDO IZQUIERDO

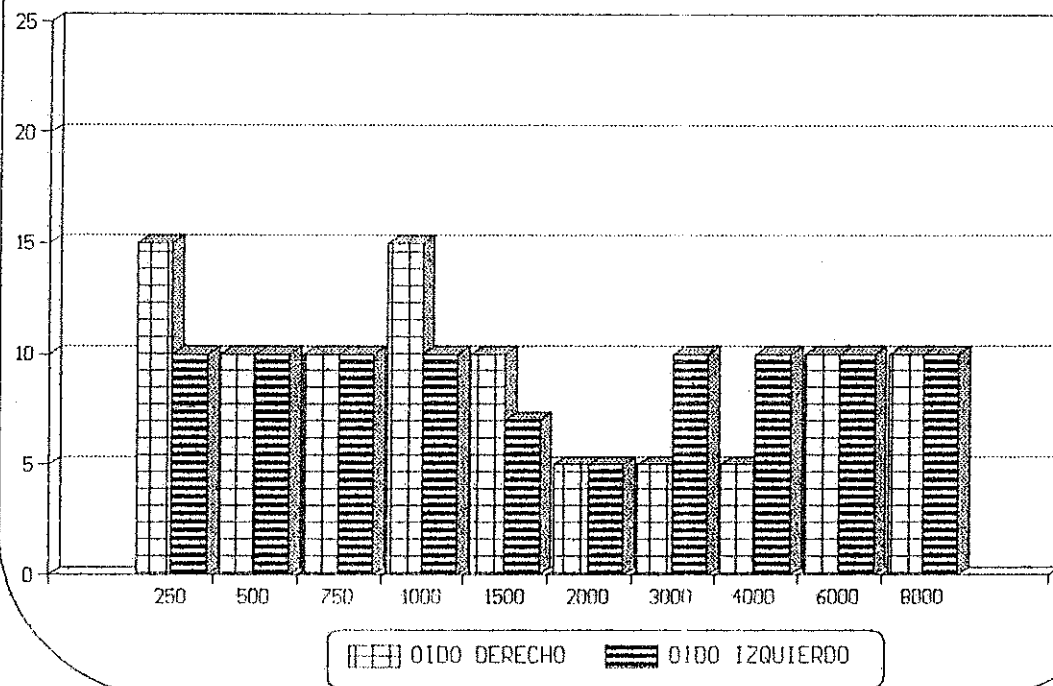
CAPACIDAD AUDITIVA EN DECIBELES  
ESTUDIANTES 5 to. AÑO DE ODONTOLOGIA

GRAFICA # 3



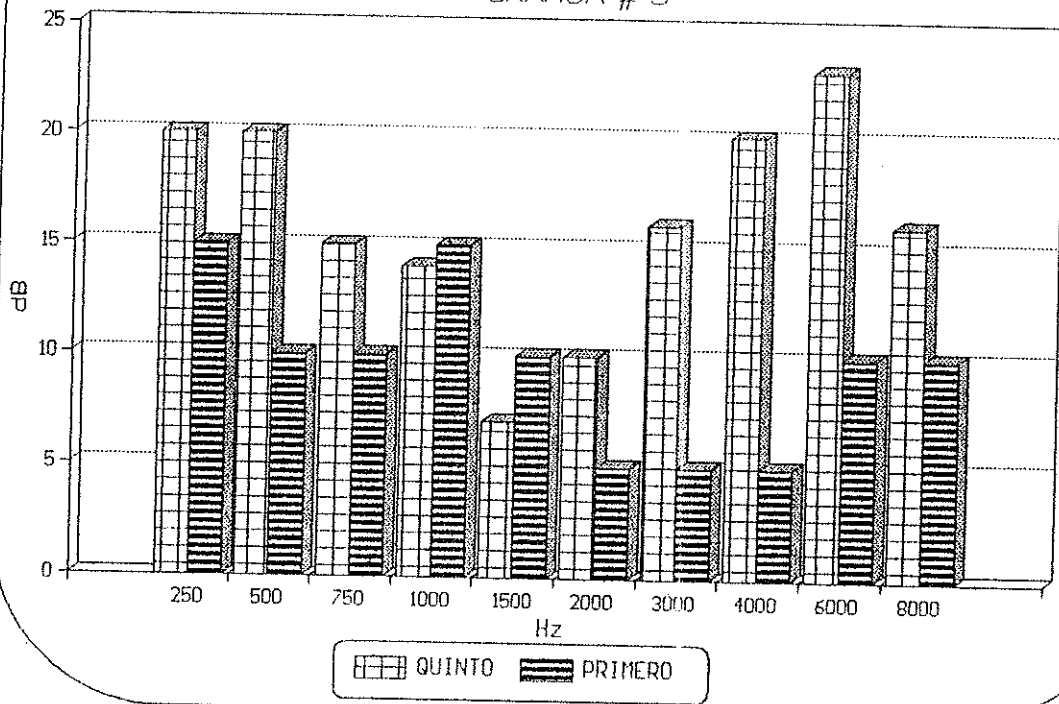
CAPACIDAD AUDITIVA EN DECIBELES  
ESTUDIANTES 1er. AÑO DE ODONTOLOGIA

GRAFICA # 4



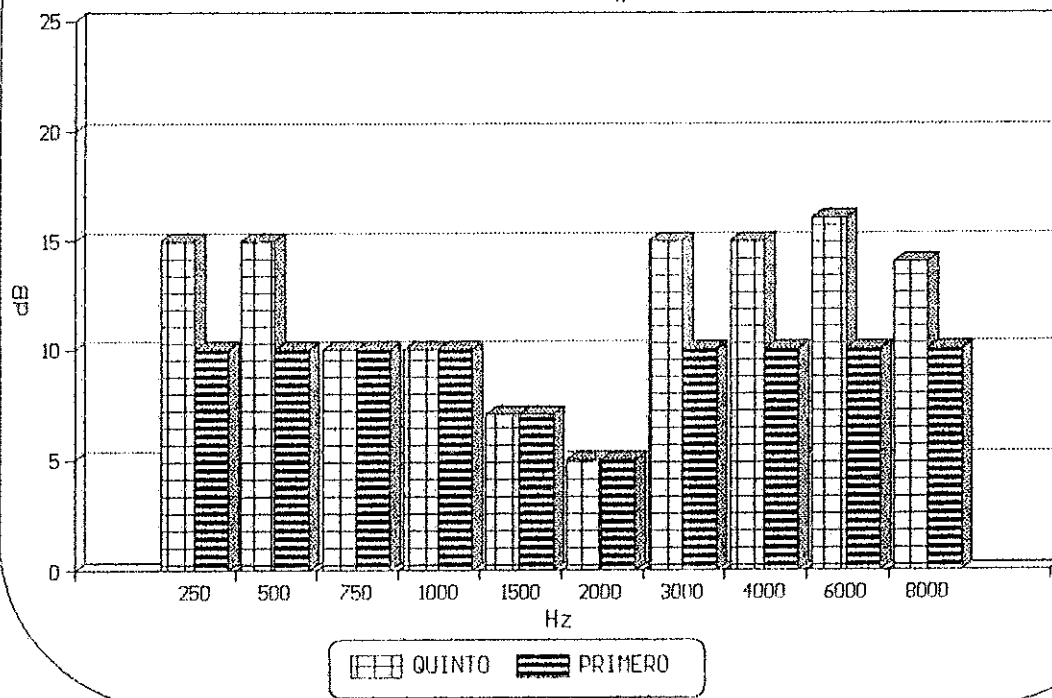
COMPARACION DE CAPACIDAD AUDITIVA  
OIDO DERECHO EN AMBOS GRUPOS '95

GRAFICA # 5



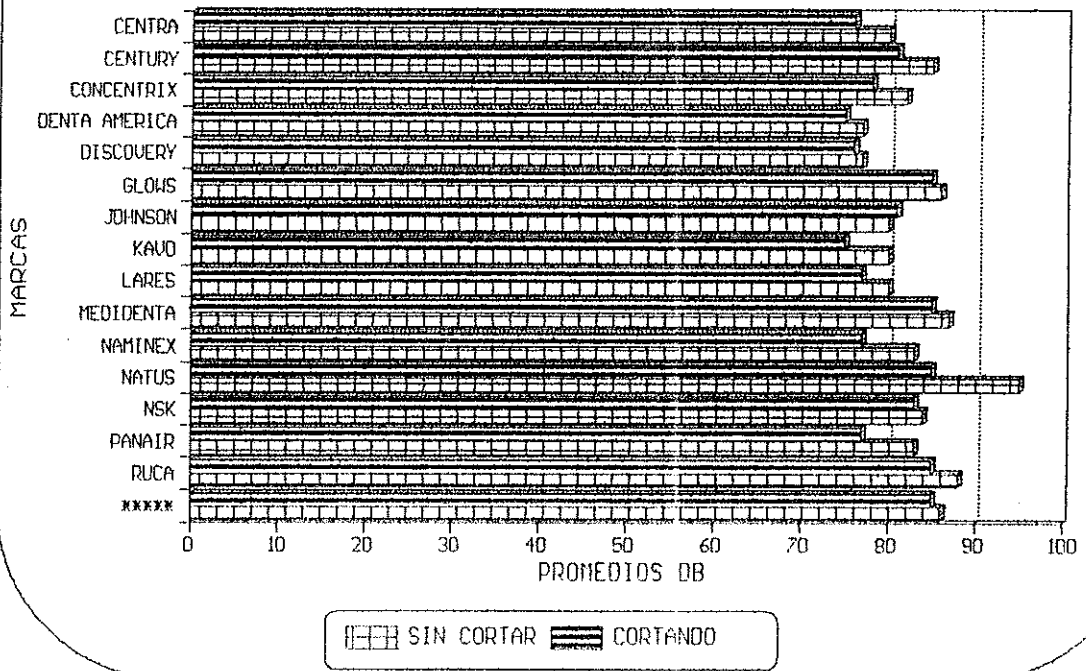
COMPARACION DE CAPACIDAD AUDITIVA  
OIDO IZQUIERDO EN AMBOS GRUPOS '95

GRAFICA # 6



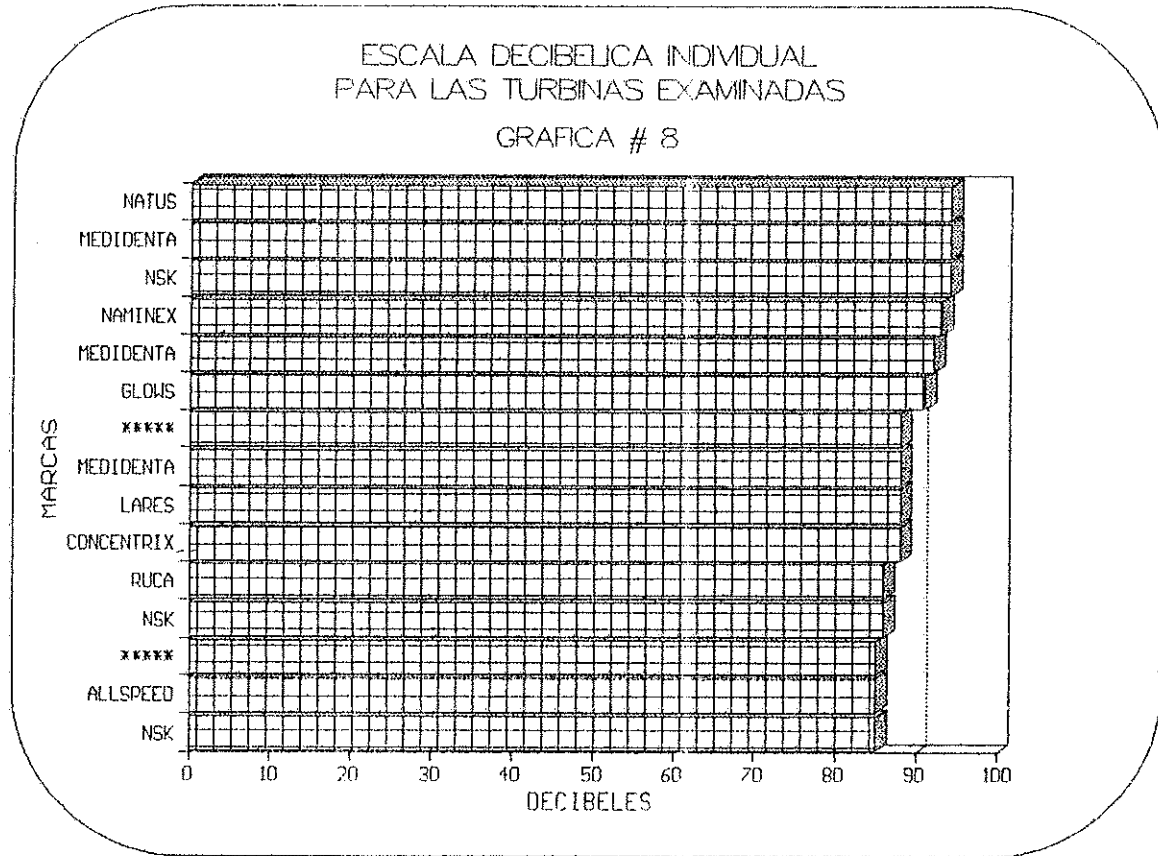
TIPOS DE TURBINAS DENTALES Y  
SUS PROMEDIOS DECIBELICOS '95

GRAFICA # 7



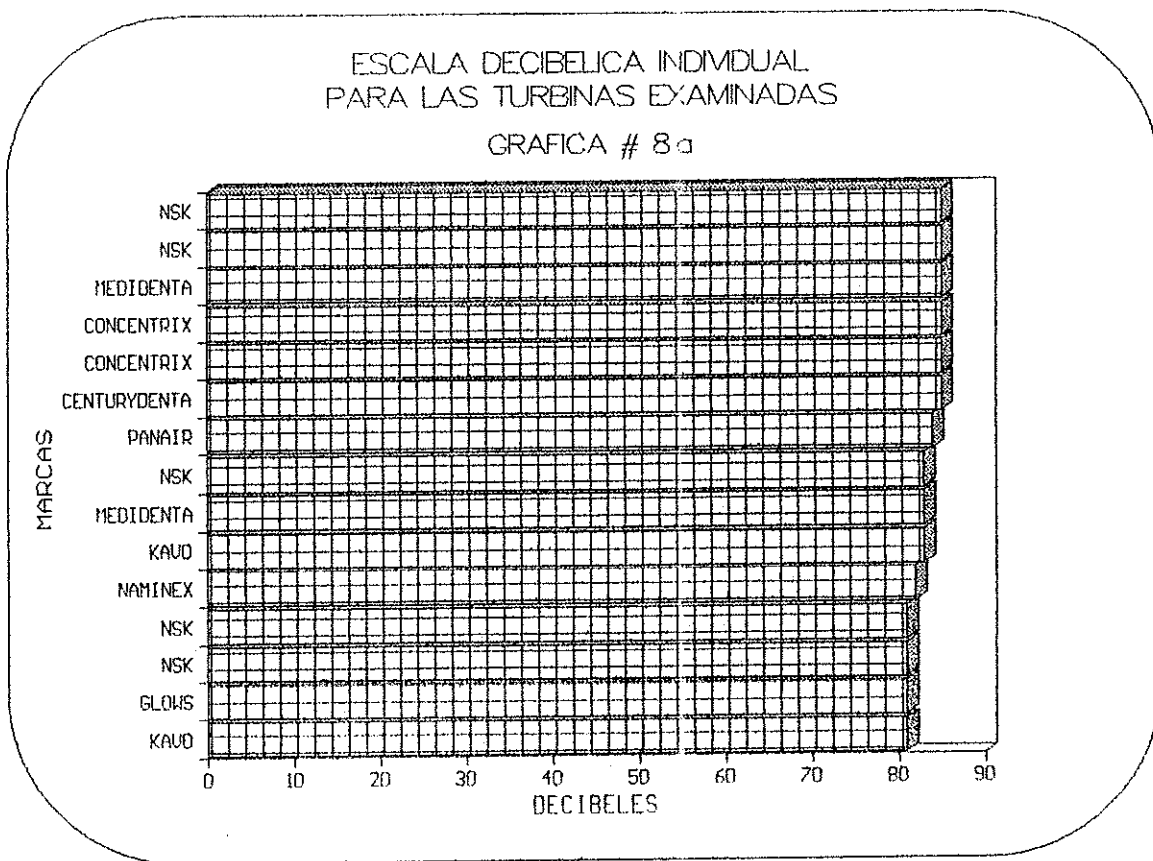
ESCALA DECIBELICA INDIVIDUAL  
 PARA LAS TURBINAS EXAMINADAS

GRAFICA # 8



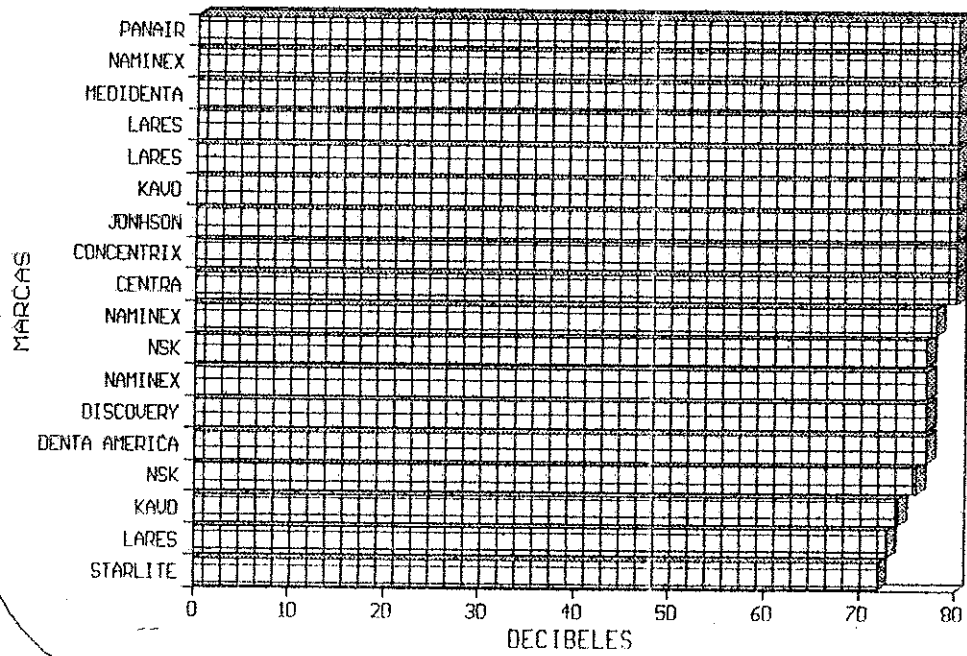
ESCALA DECIBELICA INDIVIDUAL  
PARA LAS TURBINAS EXAMINADAS

GRAFICA # 8a



ESCALA DECIBELICA INDIVIDUAL  
 PARA LAS TURBINAS EXAMINADAS

GRAFICA # 8b



## DISCUSION DE RESULTADOS

Los Odontólogos practicantes de 5to año con 8 horas diarias durante un período de dos y medio años de exposición al ruido de las piezas de mano de alta velocidad, 660 horas de trabajo con la turbina dental, con la mano derecha (sólo 1 de los examinados trabaja con la izquierda) y un promedio de 83 dB (de un total de 48 turbinas examinadas), de intensidad de las mismas, se les detectó una leve pérdida de la agudeza auditiva en el oído derecho, mostrándose así que sí sufren de trauma acústico como consecuencia a tal exposición.

Si tomamos el promedio anterior de 83 dB, en un grupo pequeño de 48 piezas de mano de alta velocidad trabajando al mismo tiempo, y acercamos al decibelímetro al oído de uno de los operadores, tendremos una lectura promedio de 90 (dB una distancia de 40 cms, trabajando correctamente), el equivalente a estar al pie de las Cataratas del Niagara, a esa misma distancia y durante un promedio de 4 horas diarias (ejemplo a lo que están sometidos los Odontólogos practicantes de 5to año).

De acuerdo a la escala en grados de sordera, dicha pérdida de agudeza auditiva acusa una hipoacusia superficial o grado de uno, por lo que sí afecta la salud auditiva de los Odontólogos practicantes de 5to año de la facultad de Odontología USAC (ver cuadros 4, 5 y 6 y gráficas 2, 3 y 5).

En cuanto al grupo de estudiantes de 1er año no hubo pérdida auditiva, ya que todos los resultados obtenidos se encuentran en el

rango normal, no obstante a haber encontrado (en gráficas 1, 4 y 6) los promedios de este grupo en las frecuencias de 4,000 y 8,000 Hz. están en el límite máximo normal.

## CONCLUSIONES

1. Los Odontólogos practicantes examinados con sólo 1600 horas de exposición al ruido y un promedio de 650 horas de trabajar con la pieza de mano de alta velocidad presentan una leve pérdida de audición en la frecuencia de 6,000 Hz.
2. Los estudiantes de 1er año de la Facultad de Odontología USAC. presentan una capacidad auditiva dentro de los límites normales.
3. La postura de trabajo (a menor distancia más intenso el ruido. El 65.27% trabaja inclinado) a una da con la edad determinarán una mayor pérdida de la agudeza auditiva a mediano y largo plazo
4. De las 48 piezas de mano de alta velocidad examinadas, las marcas que menos ruido registraron fueron las KAVO y LARES con 80 dB% e individualmente fueron la DENTA AMERICA y DISCOVERY con 79 dB; encontrándose ambos registros dentro de los límites máximos de seguridad auditiva (80 dB).
5. Del total de turbinas examinadas, la marca que más ruido registró fue la MEDIDENTA con 87 dB% e individualmente fue la NATUS con 97 dB; ambos registros sobrepasan los límites máximos de seguridad auditiva.
6. El uso de la turbina de alta velocidad al ser empleada a largo plazo, llegará a ser causa de sordera ocupacional.
7. De los Odontólogos practicantes examinados en la facultad de Odontología solo 1 utiliza audífonos protectores al trabajar con turbina dental durante su aprendizaje en las clínicas de la USAC.

### RECOMENDACIONES

1. Que la facultad de Odontología USAC, haga del conocimiento del estudiantado el riesgo que corre, y además exigirle el uso de protectores auditivos como medida preventiva.
2. El uso interno de medidas para la calibración y control del ruido en las instalaciones de las clínicas de la facultad de Odontología.
3. Que se les brinde medidas de prevención tanto a los Odontólogos como al personal que trabaja en el interior de las clínicas odontológicas ya que también corren el mismo riesgo.
4. Que los Odontólogos, estudiantes y personal clínico dental se haga por lo menos una vez al año examen audiométrico.

### LIMITANTES DEL ESTUDIO

1. Por desperfectos en el audiómetro perteneciente a la Unidad de Salud ubicado en el edificio de Bienestar Estudiantil, el desarrollo de este estudio se realizó en las Clínicas Theilheimer donde se efectuaron las audiometrías a los estudiantes, escogiéndose para esto horarios adecuados a los grupos de estudio.
2. Por los altos costos por audiometría, este estudio se realizó en las Clínicas Theilheimer, ya que estos eran los más favorables, sin descuidar la calidad de los mismos.
3. Por falta de interés y cooperación por parte de los estudiantes de 1er año (examen gratuito), además, el total de estudiantes de 5to no repitentes, no llenaba la población

esperada, por lo que se completó el número con algunos repitentes, aún así este estudio se realizó con una muestra menor de la planeada.

## **ANEXOS**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**INSTRUCTIVO PARA LLENAR BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS**

1. **Nombre:** Se anotará en orden: primero y segundo apellidos, seguido del primero y segundo nombre.
2. **Edad:** Se debe anotar la edad exacta al momento del examen.
3. **Sexo:** Masculino o femenino, según sea el caso.
4. **Grado:** Se anota el grado que cursa actualmente.
5. **Tiempo de trabajo en la clínica usando turbina dental:** Anota (en horas-día), el tiempo que ha trabajado en la clínica de la facultad de Odontología.
6. **Tiempo de exposición al ruido en la clínica de la facultad:** Anote (en horas-día), el tiempo que ha estado expuesto al ruido de turbinas dentales, al trabajar en la clínica.
7. **Uso de protección auditiva.** Especifique. Anota si utiliza o no algún tipo de protección auditiva. Especifique de qué tipo es.
8. Especifique con qué mano trabaja usted. Izquierda o derecha.
9. **Postura de trabajo:** Anote con una "X" la postura que adopta al usar turbina dental en la clínica odontológica,.

**EVALUACION OTOLOGICA**

Es para uso exclusivo del investigador.

SODERDA OCUPACIONAL. Estudio comparativo realizado en Odontólogos practicantes (5to año) Vs estudiantes de primer ingreso, en la facultad de Odontología de la USAC.

**BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Grado que cursa actualmente: \_\_\_\_\_

Tiempo de trabajo en la clínica usando turbina dental: \_\_\_\_\_  
(en horas-día Facultad de Odontología USAC)

Tiempo de exposición al ruido en la clínica de la facultad: \_\_\_\_\_  
(en horas día)

Uso de protección auditiva. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Especifique: \_\_\_\_\_

Especifique con qué mano trabaja usted:  
Izquierda \_\_\_\_\_ Derecha \_\_\_\_\_

Postura de trabajo en la clínica al usar turbina dental:  
Sentado recto \_\_\_\_\_ Sentado inclinado \_\_\_\_\_

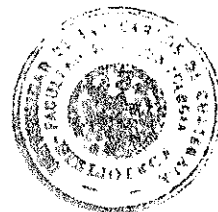
**EVALUACION OTOLOGICA**

Presencia de tapones ceruminosos: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Oído Derecho \_\_\_\_\_ Oído izquierdo \_\_\_\_\_

Presencia de otras anormalidades: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Oído Derecho \_\_\_\_\_ Oído izquierdo \_\_\_\_\_  
Tipo: \_\_\_\_\_

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Borredon, P. Reaction physiologiques de sujets humains exposes a des infrasons. Centre de Recherches de Medicine Aeronautique, France 15:9-12, Report 3710, 1972.
2. Burns, W. Noise a Man. 2nd. ed. London, John Murray, 1973. p. 459.
3. Cohen A., J.R. Anticuaglia and H.H Jones. Noise-induce hearing loss: exposures to steady-state noise. Archeviron Health 20:614-623, 1970.
4. Crowley, L.V. Introductory concepts in anatomy and physiology. Chicago, Year Book medical Publishers, 1976. pp. 140-149.
5. Davis, H.R. Acoustic trauma in the guinea pig. J. Acoust Soc Am 15:1180-1189, 1953.
6. Engstrom, A. Celular Pattern, nerve estructura and fluids, space of the organ of Corti in the contribution to sensory physiology. New York Academic 1:1-37, 1965.
7. Evans, N.J., M.E. Bryan and W. Tempest. Clinical application of low frecuency sound. 5:47, 1971.
8. Fletcher, J.L. Effects of non-occupational sure on a yung adult population. Memphis, Memphis State University, 1972.
9. Gallo, R. y A. Gloring. Permanent Thershold shift changes produced by noise exposure an aging. Am Ind Hyg Assoc J. 25:237-245, 1964.
10. García, G.J. Sordera por ruido. El traumatismo acústico y los accidentes auditivos en la industria. Bol of Sanit Panam. 53:14-19. 1983.



11. Green, J.E. and F. Dunn. Correlation of naturally occurring infrasonics and select human behavior. J. Acoust Soc Am. 44:1456-7, 1968.
12. Greenwold, D. Maruyema exitatory and inhibory response areas of auditory nervous in the cochlear nucleus. J. Neurophysiology 28:863-892, 1965.
13. Guyton, A.C. Tratado de fisiología médica. 5ta. ed. México, Interamericana, 1976. pp. 823-835.
14. Ham, W.A. Tratado de histología. 7a. ed. México, Interamericana, 1975. pp. 906-920.
15. Harris, C.S., H.C. Somer and D.L. Jhonson. Review of the effects of infrasound on man. Aviat Space Environment 47:430, 1976.
16. Hinchcliffe, R. The thershold of hearing as a function of age. Acústica 9:303-308, 1959.
17. ISO. Acoustics-methods of calculating loudness level. Ginebra, Organización Internacinoal de Unificacioin de Normas, 1975. pp. 18.
18. Johansson, B. A noise and hearing suvey in swedish iron oremines. Jearkontorets ann 136:468, 1952.
19. Johnson, D.L. and H.E. Won Gierke. The audibility of infrasound. St. Louis, Acoustical Society of American Meeting, 1974. pp. 45-90.
20. Kawata, S. and F. Suga. INDustrial sudden deafness. Ann Otol Rhinol Laryngol 75:895-1001, 1967.
21. King, P.F. Hearing conservation in aircrewn and group support personal. In: Guignard, J.C. y P.F. King; eds Aeromedical aspects of vibration and noise. Paris. 1871. pp. 204-241.



22. Kowalczyk, H. Música de rock and roll y trauma acústico.  
Otolaryngol Pol 2:161-167, 1967.
23. Krupp, M.A. y M.J. Chatton. Diagnóstico clínico y  
tratamiento. 17a. ed. México El Manual Moderno, 1982.  
pp. 106-109.
24. Litter, R.S. Techniques of industrial audiometry. Control of  
noise conference. N.P.L. Teddington 1961. p. 49.
25. Martin, R.H., E.S. Gibson and J.N. Lockington. Occupational  
hearing loss between. 85 and 90 dB. J. Occup Med 17:13-18  
1975.
26. Mawson, S.R. and H. Ludman. Diseases of the ear, a textbook of  
otology. 4a. ed. Chicago. Year Book Medical Publishers,  
104-110, 1979.
27. Miller J.D. Effects of noise on the quality of human life.  
St. Louis, Central Institute For the Deaf. (informe especial  
preparado por contrato para la U.S. Environmental Protection  
Agency, Washington D.C. 1971.
28. Nixon, C.W. and D.L. Johnson. Infrasound and hearing in  
proceedings of the international congress on noise as a  
public health problem. Washington, Environmetnal Protection  
Agency, 1973. pp. 329-348. (Document 4419-73-008)
29. Nixon, J.C. and A. Gloris. Distribution of hearing loss in  
various populations. Ann Otol 69:497-516. June 60.
30. OMS. Informe de un comité de expertos, Criterios de Salud  
Ambiental. Washington, OMS. 1980. pp. 26-41.
31. Paparella, M.M. and M.S Strong. Year Book of otolaryngology.  
Chicago, Year Book Medical Publishers, 1980 pp. 30-73.
32. Rey, P. La sordité Professionnelle. Soz Paeventivmed 19:177-  
183, 1974.

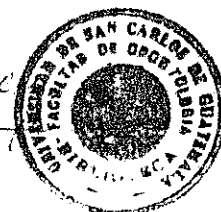


33. Saunders, W.H., W.H. Heavener, C.F. Keith and G. Havener. Nursing care in eye, ear, nose and throat disorders. 4th. ed. London, Mosby, 1979. pp. 424-440.
34. Spoor, A. Presbycusis values in relation to noise-induced hearing lose. Int Audiol 6:28-57, 1967.
35. Sulikowsky, W. Noise induced permanent threshold shift: Occupational Deafness. In Rossi, G y M. Eigone, eds. International Congress on Man and Noise. Turin, Italy, June 1975. Turin Minerva Medica 121-128, 1976.
36. Taylor, W.J., J. Pearson and A. Main. The hearing threshold levels of dental practitioners exposed to air turbine drill noise. Br. Dent J. 118-206-210, March 1965.
37. Tempest, W. Some effects of infrasonic noise in transportation. J. Sound Vib. 22:19, 1972.
38. Trucco, E.R. Trauma Acústico en el Odontólogo. Rev Arg CORA 59:14-17, agosto-sep 1983.
39. Guatemala, Universidad de San Carlos. Unidad de Medicina del Trabajo Fase II. Facultad de Ciencias Médicas. El ruido y su salud. Guatemala, 1983. pp. 3-8.
40. U.S. Department of Health, Education and Welfare. Occupational exposure to noise. 2nd. ed. Washington, DHEW. 1972. Chapter 6 p. 17.

V. Bv.

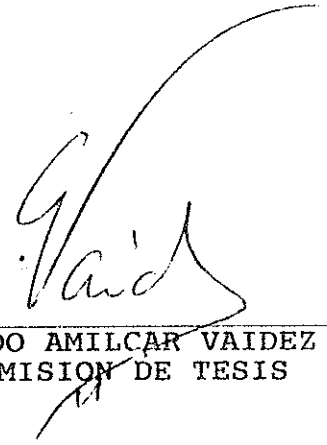
*[Handwritten signature]*

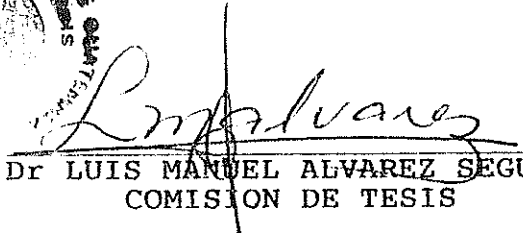
23.8.85



  
Br. VICTOR FRANCISCO MENESES DE MATA  
SUSTENTANTE

  
Dr. BERNAL HERRERA MONTEAGUDO  
ASESOR DE TESIS

  
Dr. ESTUARDO AMILCAR VAIDEZ GUZMAN  
COMISION DE TESIS

  
Dr. LUIS MANUEL ALVAREZ SEGURA  
COMISION DE TESIS



IMPRIMASE:

  
Dr. MANUEL ANDRADE BOURDET  
SECRETARIO



