

#5

"CONTAMINACION ACUSTICA EN ODONTOLOGIA"

Seminario de Tesis para optar al Título de
Cirujano - Dentista.

Profesor Guía: Profesor Adjunto
Dr. Señor Eduardo Quevedo L.
Alumnos: Daniel Lira Alegría.
Carmen Gloria Muñoz Bühler.

S
LIR
1987
c.1



" El saber humano se afirma en la razón,
al punto que llega a establecer que la
certeza de su existencia la encuentra
en la certidumbre de que piensa."Pienso,
luego existo".

Con amor a nuestros padres.

I N D I C E

CAPITULO I .	Introducción	1
CAPITULO II	Objetivos.....	5
CAPITULO III.	Marco Teórico.....	6
	1. Anatomía Oído.....	6
	2. Fisiología de la Audición.....	13
	3. Conceptos Generales del Sonido y de la Audición.....	17
	4. Efecto del Ruido Sobre Seres Humanos.....	24
	5. Deterioro Auditivo Inducido por Ruido.....	26
	6. Trauma Acústico.....	28
	7. Medición de la Audición en Adultos.....	32
	8. Instrumental Rotatorio y de Alta Velocidad y otros.....	36
	9. Analizador Espectral.....	44
CAPÍTULO IV.	CARACTERIZACION ACUSTICA DE ELEMENTOS ROTATORIOS DE ALTA VELOCIDAD Y OTROS.....	46
	1. Material y Método.....	46
	2. Resultados.....	49
	3. Discusión.....	55
CAPITULO V.	MEDICION DEL NIVEL AUDITIVO EN ODONTOLOGOS Y GRUPO CONTROL.....	57
	1. Material y Método.....	57
	2. Resultados.....	68
	3. Discusión.....	78
RESUMEN.....		81
ANEXO.....		82
BIBLIOGRAFIA.....		83

INTRODUCCION

El sonido es algo tan de la vida diaria, que raramente podemos valorarlo en todas sus facetas.

Nos proporciona la agradable experiencia de disfrutar de gratas sensaciones: como los acordes musicales o el inimitable canto de los pájaros.

Nos posibilita la importante comunicación hablada con nuestros semejantes.

Nos alerta y previene con el timbre de un teléfono, o el ulular de unas sirenas.

En fin, en nuestro campo profesional podemos a través de él, por ejemplo, valorar el estado periodontal o el funcionamiento de la articulación tèmpero-mandibular.

Sin embargo, y cada vez con más frecuencia, la sociedad en la medida que se moderniza, provoca "ruidos" que nos molestan y atacan intensamente, buscando eso sí, nuevos logros.

Entonces, muchos sonidos son desagradables o indeseados y es por eso que los llamamos "ruidos". El grado de molestia de un ruido no sólo depende de sus cualidades, sino de nuestra actitud frente a él. El poco simpático zumbido emitido por una turbina de uso odontológico, puede ser normal e incluso familiar para el operador, pero para el común de las personas, se traduce en algo muy molesto e intranquilizante.

El sonido no necesita ser fuerte para ser molesto. Lo peor es que puede causar daños y destrucciones irreparables. Una onda sónica puede romper cristales y desconchar paredes. Pero el caso más desafortunado, es aquel en que el sonido daña definitivamente el delicado instrumento que nos sirve para percibirlo: "el oído humano". (3)

El propósito que nos movió para investigar en este tema, y que iniciamos con esta introducción, es precisamente aplicar estas consideraciones en un campo que muy frecuentemente se descuida, como es el caso del Odontólogo, del operador.

Casi siempre las investigaciones giran en torno a mejoras técnicas, condiciones, materiales y fármacos en beneficio de nuestros pacientes. Pocas veces lo hacemos centrándolas en el que efectúa la labor terapéutica.

Y es así como la salud del Odontólogo, al usar piezas de mano de alta velocidad, está expuesta a riesgos indudables, que deben ser ampliamente conocidos y difundidos, para que pueda de algún modo, estar prevenido contra ellos.

Debido a su alta velocidad, las turbinas dentales emiten un ruido característico de tono alto, que es potencialmente peligroso para el oído y puede causar trauma acústico y lesiones al órgano de la audición.

El principio del trauma acústico puede ser agudo y doloroso: es el resultado de explosiones o estímulos de ruido de alta intensidad. El trauma acústico puede también desarrollarse crónicamente, como consecuencia de una exposición prolongada a estímulos sonoros de baja intensidad, que no son lo suficientemente fuertes para provocar inicialmente una reacción dolorosa. La ausencia de dolor lo hace aún más peligroso. Las lesiones que derivan del trauma acústico agudo (hemorragia, ruptura, luxación), pueden causar daño irreversible o reversible del tímpano, oído medio o membrana basilar del órgano de Corti. Sin embargo, las lesiones resultantes de un trauma acústico crónico son irreversibles. Se localizan en zonas de mayor sensibilidad de la membrana basilar (sobre 4.000 Hz. parecen particularmente vulnerables). Las lesiones auditivas pueden permanecer sin descubrirse por años, ya que un individuo puede perder hasta un 28% de su capacidad auditiva (30 decibeles), antes de percibir problemas en la comunicación oral.

En la práctica clínica diaria de un Odontólogo, cuando el tejido dental duro es cortado con una pieza de mano de alta velocidad, las mediciones de intensidad de sonido a nivel del oído, varían entre 68 y 89 dB. En las mismas condiciones, la intensidad aumenta a 70-92

decibeles cuando la fresa gira sin carga, es decir, cuando no está siendo usada para cortar el tejido dentario. (25). Las normas de seguridad establecen que ya hay riesgo con 85 dB. medidos a la altura del oído del operador, para una exposición de 8 horas diarias. (6)

El riesgo del trauma acústico crónico, se inicia junto con la aparición del uso de las turbinas y su estudio ha sido una preocupación para Odontólogos e investigadores. Ya en 1959 el Consejo de Investigación de la A.D.A., aconsejó a los Odontólogos que trabajaban con turbina, someterse a audiometrías periódicas. Este peligro acústico aún existe hoy en día, aunque se ha minimizado con algunas investigaciones desarrolladas sobre bases de coeficientes de seguridad, usados en la industria y aviación. Sin embargo, exámenes audiométricos efectuados a Odontólogos que utilizan turbina, muestran una ocurrencia significativa de lesiones auditivas, más altas que el promedio de la población.

El grado de riesgo para cada Odontólogo depende de varios factores:

- a) Susceptibilidad personal;
- b) Exposición diaria total al instrumento; y
- c) Patrón de uso. Es decir, uso alternado, distancia al instrumento rotatorio, etc.. (25)

En cuanto a la intensidad del ruido emitido, las piezas de mano no varían de acuerdo a los fabricantes. Además, a medida que el elemento rotatorio se va deteriorando, el ruido aumenta en proporción directa, especialmente cuando hay descuido en la mantención, situación muy frecuente en la práctica diaria de servicios asistenciales.

El medio ambiente de trabajo también influye en el riesgo. Mientras algunos materiales, como un cemento liso, reflejan el ruido casi completamente, otros, como los paños, lo absorben en gran medida.

Cuando el Odontólogo opera individualmente, el trauma acústico es casi exclusivamente directo y es dado por la proximidad a la fuente del ruido. En clínicas donde dos o más turbinas de alta velocidad operan simultáneamente en el mismo medio, el Odontólogo está expuesto no sólo al trauma de su propia pieza de mano, sino que también al eco de las restantes. Hay que agregar a lo anterior, el peligro que repre-

senta para la estabilidad emocional, el hecho de trabajar en un ambiente ruidoso.

El riesgo acústico es más preocupante aún en Odontólogos jóvenes que durante su infancia y adolescencia estuvieron expuestos a ruidos intensos, como los de motocicletas, discoteques, conciertos de rock y otros. Se puede esperar en ellos un rápido deterioro de la audición si se agrega que en su vida profesional, estarán expuestos a un inevitable ruido traumatizante, incontrolado hasta donde se sabe. (25)

CAPITULO II

OBJETIVOS.

1. Iniciar una investigación a nivel local, del equipamiento clínico Odontológico.
2. De ellos, comenzar con los estudios pertinentes a los propulsores de alta velocidad para los elementos rotatorios de desgaste.
3. Además, referirse a la implementación para remover depósitos calcáreos, tanto activados eléctrica como neumáticamente.
4. Pesquisar la frecuencia del ruido emitido por el equipamiento arriba anotado.
5. Recopilar la información que se conoce hasta la fecha sobre propulsores de alta velocidad, así como daño acústico en Odontólogos.
6. Analizar los diversos factores determinantes del daño acústico.
7. Investigar el posible daño acústico en Odontólogos, determinado con el uso de elementos propulsores de alta velocidad y removedores de depósitos calcáreos tanto eléctricos como neumáticos.
8. Compararlos con grupo de control seleccionado específicamente, libre de cualquier trauma acústico, tanto en su vida privada como profesional.
9. En el caso de encontrar daño acústico en Odontólogos, alertar a la Profesión con el resultado de la investigación.
10. Pretender además, que el trabajo de Investigación sirva de inicio para otros más acusiosos y dirigidos puntualmente en esa materia, para prevenir o aminorar el daño.
11. Establecer conclusiones con los resultados obtenidos, para tratar de lograr con ellos, algunas medidas preventivas y de protección con los medios al alcance, si es que se encuentra daño profesional.

CAPITULO III

MARCO TEORICO1. ANATOMIA DEL OIDO.

El oído es aquel de nuestros sentidos que nos hace percibir los sonidos y actúa también en el sistema del equilibrio. El aparato a natómico que lo conforma, se divide en tres parte que cumplen funciones diferentes (Fig. 1) :

1. Oído Externo: Recibe los sonidos y contribuye a informar sobre sus direcciones.
2. Oído Medio : Adapta los sonidos y los transmite a su recepción.
3. Oído Interno: Los sonidos pasan del medio aéreo al líquido, para ser recogidos y analizados por las terminaciones ner viosas. (16)

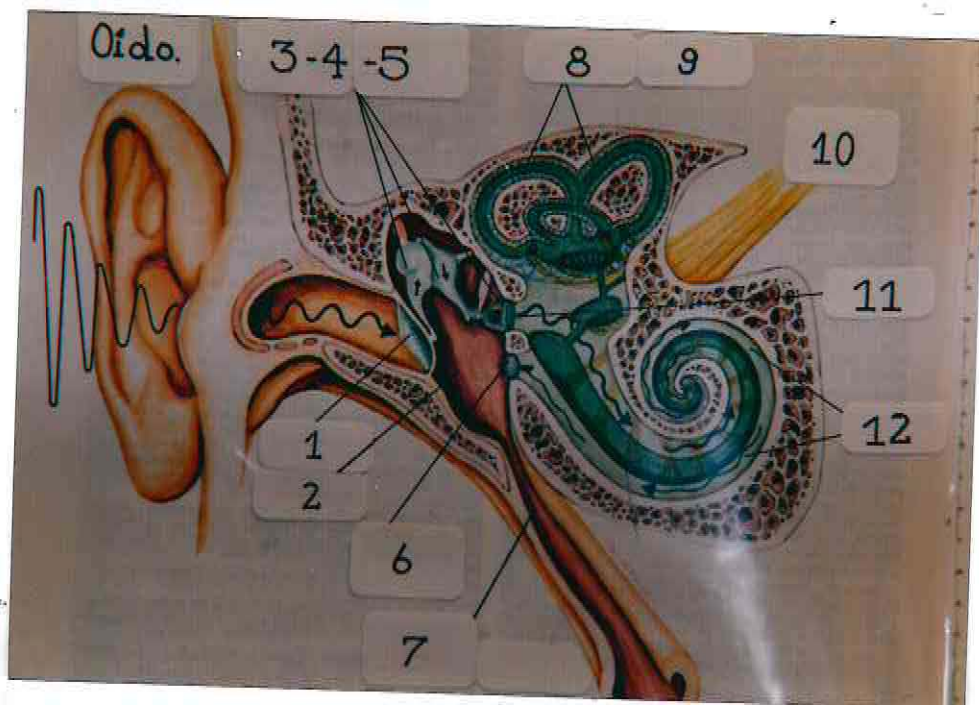


Fig. 1. El oído humano: 1- Tímpano; 2- Oído medio; 3-4-5 Cadena de huesecillos; 6 - Ventana redonda; 7- Trompa de Eustaquio; 8-9 Conductos semicirculares; 10- Nervio acústico; 11- Ventana oval; 12- Ca racol;

OIDO EXTERNO:

Está formado por una parte externa llamada Pabellón del Oído u Oreja y una parte interna que constituye el Conducto Auditivo Externo, que es curvo hacia abajo y atrás. Ambas estructuras dirigen las ondas sonoras hacia el tímpano (Fig. 2). (20)

No se analizarán en detalle por no ser relevantes para el presente trabajo de investigación.



Fig. 2. Visión lateral del oído: Visión del pabellón auricular, conducto auditivo externo y tímpano.

OIDO MEDIO:

Está constituido por una cavidad llena de aire, llamada "Caja del Tímpano" (Fig. 3). Contiene los huesecillos del oído y sus músculos. Se comunica por delante con la faringe a través de la Trompa de Eustaquio, y por detrás, con la apófisis mastoides que parece destinada a mantener constante la presión, temperatura y el grado higrométrico. Además, se relaciona con el seno lateral (por dentro), el nervio facial (por delante) y con la meninge (por arriba). (20)



(Fig. 3).- Oído Medio: Se puede apreciar la caja del tímpano con la cadena de huesecillos y trompa de Eustaquio.

La caja del tímpano tiene la forma de un lente biconcavo (Fig. 4). Está limitando con el conducto auditivo externo a través de la membrana del tímpano: delgada, transparente, elástica, pero muy resistente, y formada por varias capas de fibras que se entrecruzan (Fig. 4.1.). Está fuertemente extendida y tiene una dirección de 45° a 55° con respecto a la horizontal.

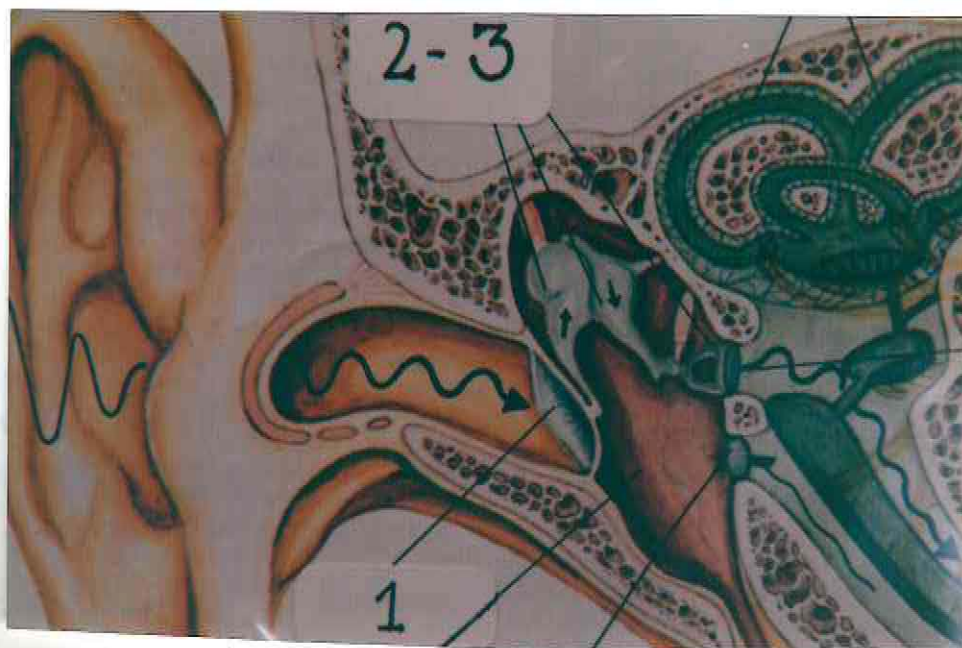


Fig. 4. Caja del Tímpano: 1- Muestra la membrana timpánica; 2-3 Muestra al martillo, yunque y estribo; 4-5 Muestra las ventanas oval y redonda respectivamente.

La membrana del tímpano tiene un espesor de $1/10$ de mm. pese a estar formada por cuatro capas de tejido. Es recorrida por numerosos vasos sanguíneos. También posee filamentos nerviosos provenientes de los nervios neumogástrico y auriculotemporal.

A continuación, existe una cadena formada por cuatro huesecillos (Fig. 4.2-3). El tímpano se une con el huesecillo más externo: el martillo, que posee una cabeza separada del mango por una apófisis o cuello. La longitud del martillo es de 8 mm. aproximadamente. El mango se inserta en la membrana del tímpano, por lo que está obligado a seguir sus movimientos.

A continuación está el Yunque, que se articula con la cabeza del martillo y posee dos ramas perpendiculares entre sí. Una de ellas se dirige abajo paralelamente al mango del martillo y se dobla cerca de su extremo para articularse con el hueso lenticular. El hueso lenticular es el más pequeño del cuerpo humano y tiene la forma de una lenteja, estando generalmente soldado por una de sus caras a la rama larga del yunque. (16)

El último de los huesecillos, el Estribo, se divide en tres partes:- Una base, que es una pequeña placa ósea que se aloja en la ventana oval, cerrándola por completo a través del ligamento circular.

- Una cabeza redonda que se articula con el Yunque.
- Dos ramas, una anterior y otra posterior, que forman el estribo propiamente tal (Fig. 4.2-3). (20)

Sobre los huesecillos se insertan dos músculos pequeños y potentes: uno sobre el martillo, llamado tensor del tímpano; el otro se inserta en el estribo y es denominado músculo del estribo (Fig. 4). El músculo tensor del tímpano tira al martillo y a través de él, a la membrana del tímpano, hacia adentro. El músculo del estribo mueve los huesecillos hacia atrás.

En la parte anterior de la caja timpánica está el origen auricular de la Trompa de Eustaquio, conducto de 35 a 40 mm. de longitud, que comunica el oído medio con la faringe, por sobre el velo del paladar (Fig. 4). Este conducto posee una porción ósea y una cartilaginosa, y tiene 1,5 a 2 mm. de diámetro.

El tabique óseo opuesto a la membrana del tímpano, presenta dos orificios: la ventana oval y bajo ella, levemente más posterior, está la ventana redonda, cerrada por otra membrana llamada tímpano secundario (Fig. 4.4-5).

Toda la caja timpánica está cubierta por mucosa que es continuación de la mucosa de la Trompa de Eustaquio. (16)

OIDO INTERNO:

El oído interno está constituido por el laberinto óseo (Fig. 3), que es una cavidad con una porción anterior o coclear, y una porción posterior o vestibular. La porción anterior, está constituida por el denominado caracol, que cumple una función acústica. La porción posterior está constituida por los conductos semicirculares de utrículo y sáculo, y es encargada de la función del equilibrio (Fig. 5.10 - 12).

(Fig. 5).- Oído Interno: Diagrama que permite observar conductos semicirculares (10) y caracol (12).

El espacio del laberinto óseo está ocupado por un líquido de alto contenido de sodio y composición química muy similar al líquido cefalorraquídeo, llamado perilinfa. Suspendido en ella existe un sistema comunicante de finos sacos membranosos, denominado laberinto mem-

branoso, (Fig. 5, color verde oscuro), que contiene endolinfa de alto contenido de potasio.

El laberinto membranoso posterior está formado por dos sacos comunicados entre sí, el utrículo y el sáculo, y tres canales semicirculares, uno superior, uno posterior y uno horizontal. Este sistema canalicular, está orientado en diferentes direcciones: el conducto superior tiene su curva orientada en el plano vertical; el conducto posterior, en un plano vertical transversal; y por último, el conducto horizontal con su curva orientada de adelante a atrás. Todos ellos conforman el Sistema Canalicular.

En el interior del sáculo y del utrículo existen sendas formaciones neurosensoriales denominadas máculas. Las máculas son mecanorreceptores que están formados por células sensoriales provistas de cilios que penetran en una capa amorfa y gelatinosa (membrana otolítica) sobre la cual existen formaciones calcáreas denominadas otolitos u otoconias. (1)

El saco membranoso está completamente cerrado y no tiene ninguna comunicación con el exterior. Por el contrario, el líquido en el cual está sumergido (perilinfia), comunica con el líquido cefalorraquídeo por un conducto minúsculo llamado acueducto coclear.

El tubo arrollado de la porción anterior, constituye el caracol y está subdividido en dos pisos o rampas por una lámina semiósea y semimembranosa, (Fig. 6), que se extiende desde la base hasta la cúspide, cuyo extremo no llega a alcanzar completamente. Esta lámina es denominada lámina espiral.

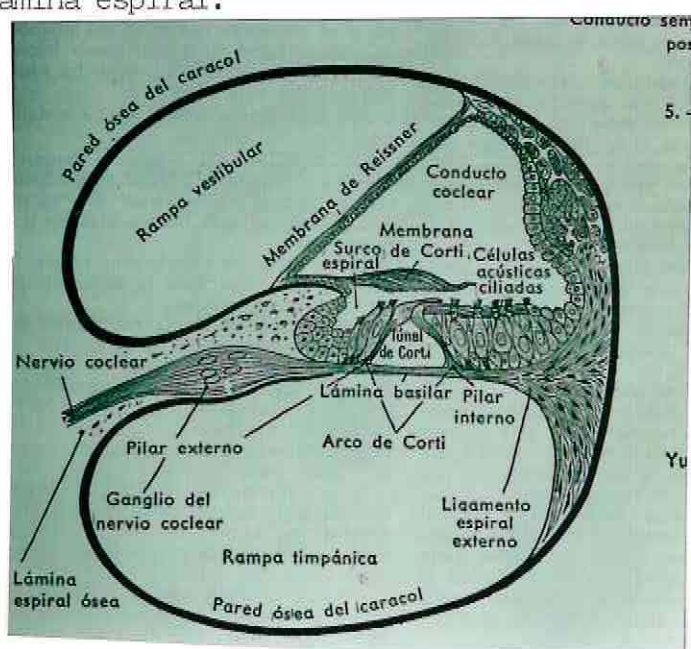


Fig. 6. Corte esquemático del caracol que muestra los órganos de Corti.

El espacio libre en la cúspide constituye el helicotrema. El piso superior forma la rampa vestibular y termina en la vecindad de la ventana oval. El piso inferior forma la rampa timpánica que desemboca en la ventana redonda. En la rampa vestibular se encuentra el conducto membranoso que encierra al órgano sensorial, el conducto coclear. Reposo sobre la lámina espiral que lo separa de la rampa timpánica, y la parte que lo aísla del resto de la rampa vestibular se denomina membrana de Reissner. (Fig. 6)

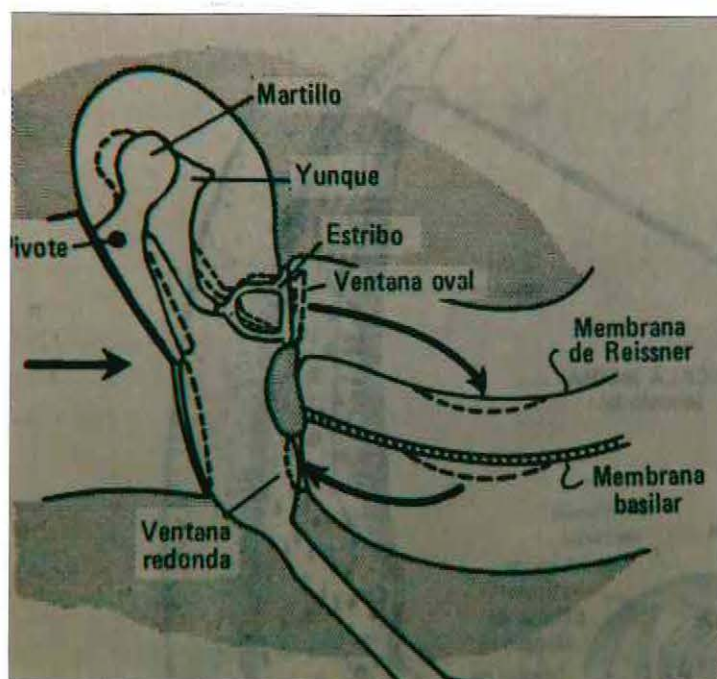
El órgano sensorial, que transforma la onda sonora en un fenómeno fisiológico, se encuentra en el interior del conducto coclear. El conjunto de células de este órgano es designado con el nombre de órgano de Corti. La parte más notable es constituida por arcadas cuyo conjunto forma un túnel. Cada arcada está formada por pilares. La arcada de Corti reposa sobre la membrana basilar. Por fuera y por dentro de ella, las células ciliadas constituyen el órgano sensorial de la audición. Se encuentran 15.000 ó 20.000 células ciliadas externas y 3.500 internas. Los cilios de cada célula atraviesan una cutícula y están en contacto con una espesa membrana flotante: la membrana tectoria o de Corti.

De la base a la cúspide de la cóclea, el diámetro del conducto coclear, la dimensión de las arcadas de Corti y el ancho de la membrana basilar van en aumento.

Alrededor de las células ciliadas se expanden las terminaciones del nervio auditivo. Se encuentran alrededor de 25.000 fibras nerviosas, que terminan después de un trayecto intercerebral interrumpido por numerosas neuronas intercaladas, en los dos hemisferios cerebrales (1).

Mecanismo de la Audición: El oído se comporta como un elemento receptor y decodificador de las señales auditivas que recibe. La onda sonora que se propaga a través del aire u otro medio, es detectada y transformada dando lugar a la sensación audible.

La onda sonora, es captada por el pabellón auricular, (Fig. 7), penetra a través del conducto auditivo externo y provoca la vibración de la membrana timpánica, que es altamente sensible a los cambios de presión. Sin embargo, el centro cerebral no será estimulado a menos que estos cambios de presión se repitan periódicamente.

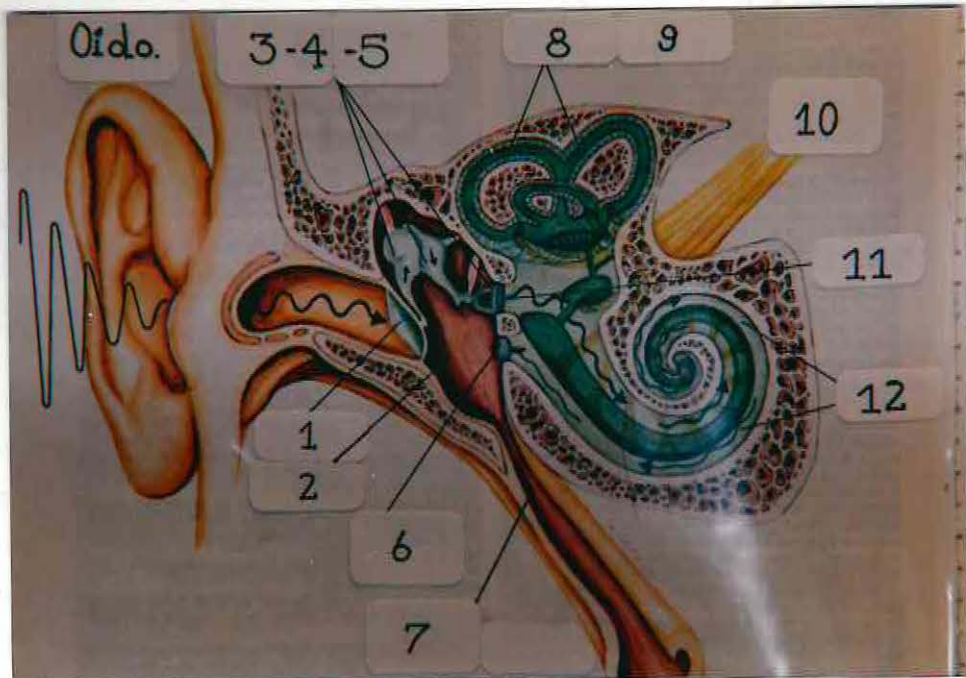


(Fig. 7) Esquema de la cadena de huesecillos y sus movimientos. Se muestra la manera como un movimiento traduce la vibración del tímpano en ondas a nivel del líquido del oído interno, disipándose a nivel de la ventana redonda.

Como ya se sabe, las ondas sonoras constituyen presiones por sobre y bajo la presión atmosférica alternativamente, y para detectar estos cambios de presión, el oído medio se llena de aire por medio de la Trompa de Eustaquio, que actuaría como un elemento equalizador. Este conducto conectado a la nasofaringe permite tener una presión igual a la atmosférica.

La vibración de la membrana timpánica, pone en movimiento la

cadena de huesecillos (martillo, yunque, estribo y lenticular) que comunican la vibración a la ventana oval. (Fig. 8). (18)



(Fig. 8) En la figura se puede apreciar el recorrido de una onda sonora y su viaje a través del oído medio e interno.

Esta cadena de huesecillos proporciona un cierto grado de acción de palanca de alrededor de $1.3 : 11$, equivalente a $2,5$ dB. de ganancia, elevando la presión por unidad de área y transmitiendo la energía desde el aire al líquido del oído interno. (1)

La superficie útil del tímpano (55 mm^2 .) en relación a la superficie útil de la platina del estribo ($3,2 \text{ mm}^2$.) proporciona una relación aproximada de 17 veces mayor del tímpano, respecto a la platina del estribo. Sin embargo, las mediciones experimentales indican un aumento de presión por este concepto de sólo 14 veces más. (19)

Si vemos el efecto de palanca de la cadena de huesecillos que aumentan la presión en 1,3 veces (equivalente a $2,5$ dB. de ganancia) y la multiplicamos por la relación de superficie que es de 14, (aumento de presión por la relación de tamaño de membranas), obtenemos la llamada relación de transformación equivalente a 18 veces, indicando un aumento de presión equivalente a 27 dB., que es la energía necesaria para traspasar la barrera aire/líquido.

Queda a la vista que la función primordial del oído medio es absorber la energía acústica y transmitirla al medio líquido, pero sin

que sea reflajada. (1)

Ahora, en el oído interno, la parte más importante es la cóclea, en forma de espiral, que comienza en la ventana oval y termina en la ventana redonda.

Contiene un fluido llamado Endolinfa. La ventana redonda es tá cubierta por una membrana elástica que hace posible la existencia de ondas de presión en el líquido (18), disipándose la energía y protegiendo el funcionamiento del sistema.

La transmisión directa del sonido propagado por aire a un líquido, es muy pequeña (debido a la falta de compresión que se puede ejercer sobre un líquido). El líquido no es compresible, sino desplazable. La energía acústica no es capaz de poner en movimiento al líquido, sino que sufre una reflexión de 99% a nivel de la superficie de contacto aire/líquido. (1)

Como se explicó anteriormente en un corte de la cóclea, se ve que está dividida en tres partes por las membranas Basilar y de Reissner, (Fig. 6). Dentro del canal o conducto coclear, están los órganos de Corti que contienen terminaciones nerviosas llamadas cilios, los que penetran al canal coclear mismo y están en contacto con la membrana tectoria.

Cuando una onda de presión atraviesa longitudinalmente la cóclea, es producto de la energía mecánica que llega a la platina del estribo que hace hundir la ventana oval provocando el desplazamiento de la perilinfa de la rampa vestibular y la timpánica. Se determina el desplazamiento de los líquidos y de la membrana basilar, sobre la cual está colocado el órgano de Corti. (Fig. 8). Esta membrana que se mueve en forma ondulatoria, permite el desplazamiento a lo largo de ella de una "onda viajera".

Al producirse una onda de presión, se produce un movimiento relativo entre la membrana basilar y la tectoria, que hace curvarse a los cilios. Estos excitan a las células que envían los impulsos nerviosos que llegarán hasta el cerebro vía VIII par, produciéndose la sensación auditiva. (19)

Mecanismo de descripción de frecuencias e intensidades:

El tipo de desplazamiento de los líquidos perilinfáticos, y

por lo tanto de los movimientos ondulatorios de la membrana basilar , dependerá de la frecuencia e intensidad con que el émbolo (platina) se hunda en la ventana oval. Estos factores son directamente proporcionales a la frecuencia e intensidad de la onda viajera. Existen zonas de la membrana basilar que son más anchas y gruesas (ápice del caracol) y zonas más delgadas y angostas (base del caracol). Existirá así una diferencia en la vibración según el lugar de la membrana basilar "estimulado" y el segmento del órgano de Corti que a ese lugar corresponde. Esto determinará el tipo de sonido escuchado (frecuencia e intensidad). No se conoce el lugar donde se discrimina el timbre del sonido, pero se cree que sería de tipo central. (18)

Función del Organo de Corti:

El movimiento de la membrana basilar desplaza el órgano de Corti suprayacente, pero no la membrana tectoria. Así, se produce un desplazamiento ciliar de las células del órgano de Corti, que se despolarizan y estimulan la terminación nerviosa del polo basal de la célula, con lo cual parte la información al Sistema Nervioso Central, transformándose la energía mecánica en eléctrica. No se ha demostrado mediación química entre las células y su terminación nerviosa basal.(18)

3. CONCEPTOS GENERALES DEL SONIDO Y DE LA AUDICION.

3.1. Definición del ruido:

Existen muchas definiciones de ruido; nos quedamos con estas:

- "El ruido es un sonido desagradable".
- "Cualquier sonido que no contenga información útil o deseada para quien deba escucharlo, considerándolo molesto, desagradable o insoportable, que irrita, asusta, despierta a la persona o daña el oído".
- "Fenómenos acústicos causantes de una sensación considerada como molesta y desagradable". (12)

La Real Academia Española lo define como: "Sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte".

En cambio, silencio es definido como: "Ausencia de ruido", poniendo como ejemplo: El silencio de los bosques, de la noche, el de los claustros, en donde obviamente los sonidos existen, pero son mínimos.

Para el Dr. Juan Grau, especialista en Ecología, ruido es: Cualquier sonido indeseable de cualquier intensidad, dándose el caso que lo que para algunos es música apasionante, para otros, algarabía infernal. (12)

El sonido, necesita de un medio para ser transportado hasta nuestro oído (agua, aire, tierra, metales, etc.).

La fuente emisora de sonido vibra: se produce una compresión y descompresión del aire, con formación de bandas densas y bandas

livianas al igual que las ondas de la superficie de un estanque cuando cae en él una piedra. Por el sonido, las ondas se desprenden hacia afuera. Hablamos de ondas sonoras que viajan por el aire a una velocidad de 1.200 Km./Hr. ó 334 mt./seg.. A esta velocidad se le llama *match 1*; (el Concorde viaja a una velocidad de 1,3 *match*).

Las vibraciones del aire pueden ser más rápidas o lentas en el tiempo; esto lo llamamos:

- 3.2. Frecuencia y su unidad es ciclos por segundo o Hertz (Hz.), siendo un ciclo igual a una compresión y descompresión del aire, (Fig. 9).

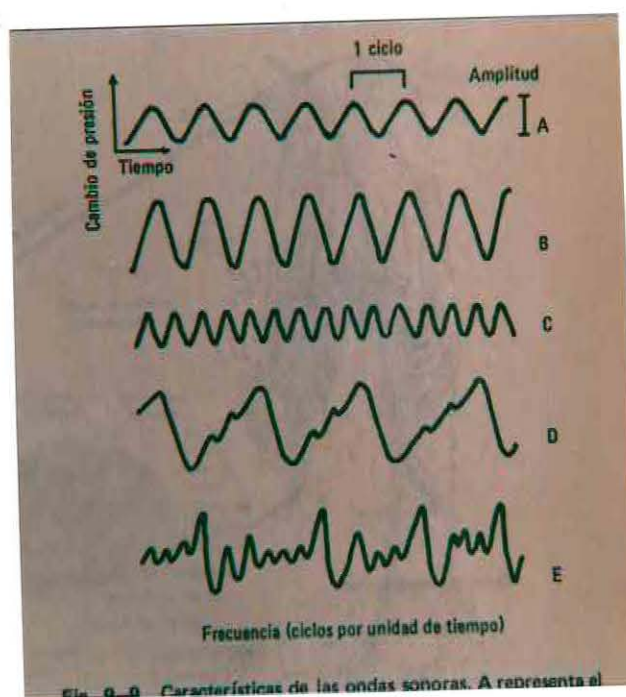


Fig. 9. Características de las ondas sonoras: A representa el registro de un tono puro. B tiene mayor amplitud que A y es más intenso. C tiene la misma amplitud que A, pero mayor frecuencia y su tono es más grande. D es una onda compleja cuya forma se repite regularmente. Tales patrones son percibidos como sonidos musicales, mientras que las ondas como las que se muestran en E, que no tienen un patrón regular, se perciben como ruidos.

La distancia entre una compresión y otra, representada por la distancia entre una cresta y otra cresta de una línea ondulante, se llama Longitud de Onda, que se mide en milímetros, centímetros o metros.

El oído humano posee un límite de audición que no pasa de los 20.000 Hertz o ciclos por segundo. Por sobre esta frecuencia está el Ultrasonido. El nivel más bajo audible está en 15 ciclos por segundo. Bajo este umbral está el Infrasonido.

Las ondas sonoras se transmiten uniformemente en un medio determinado, por ejemplo el aire, pero al encontrar otro medio que se interponga, se reflejan y dispersan. Otra parte de las ondas (vibraciones) retroceden como resonancia y eco; según las características del obstáculo, este puede vibrar y transmitir el sonido a otro lugar.

3.3. La Intensidad: Es la presión que ejerce el sonido en el aire u otro medio.

La intensidad del sonido es pequeña, pero el tímpano recibe esta compresión/descompresión transmitiéndola para ser interpretada por el cerebro.

La intensidad del sonido puede variar entre 0,0002 - 200.000 microbares. En el oído humano las vibraciones que van más allá de mil microbares, las interpreta no como sonido, sino como ruido doloroso.

Un microbar es igual a la presión de una dina por cm^2 ., pero por ser el espectro auditivo muy amplio, estas unidades resultan muy pequeñas, por lo cual se recurre a una nueva unidad: el Decibel (dB.), que es la unidad internacional de medida de la intensidad. Decibel: Deci significa diez y es una referencia a la base de logaritmos comunes.

Bel: En honor a Graham Bell, el inventor del teléfono e investigador de algunos aspectos de la sordera.

Un decibel tendrá diez veces menos potencia que un bel o bien un bel tiene 10 veces la potencia de un decibel.

"El decibel es un logaritmo de base 10, es decir, el número de veces que 10 es multiplicado por sí mismo para dar un número en cuestión. En este caso serán todos los múltiplos de 10, por lo que su logaritmo será el número de ceros que contenga".

10 tiene un cero, por lo que $\log 10 = 1$

100 tiene 2 ceros por lo que $\log 100 = 2$

10.000 tiene 4 ceros por lo que $\log 10.000 = 4$

Como es un logaritmo, el decibel no es una unidad constante como el metro: es más bien una unidad arbitraria, se define en términos de razón de la intensidad de un sonido con relación a otro.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, el umbral inferior de percepción auditiva humana es aprox. 0,0002 microbares y se ha fijado como cero decibeles, un aumento de 10 veces en las presiones significa 20 puntos en la escala decibel.

<u>Presión sónica un microbares</u>	<u>DB</u>
0,0002	0
0,002	20
0,02	40
0,2	60
2	80
20	100
200	120
2000	140

El ruido se mide en dB mediante instrumentos electrónicos o Sonómetros, de mayor o menor complejidad. Transforman la energía sónica percibida, a través de un micrófono, en energía eléctrica que pasa a un registrador de información. Estos instrumentos sólo miden energía independiente de altura del tono. El hombre percibe e interpreta como más intenso el sonido más alto que el más bajo, aunque tenga la misma intensidad.

Es relativamente sencillo realizar un circuito electrónico cuya sensibilidad con las frecuencias siguiera la misma ley que el oído humano (es de tipo logarítmica). Y esto ya se ha realizado, obteniéndose como resultado tres sistemas de ponderación, normalizados internacionalmente como: "A", "B", "C". El "A" se aproxima a las curvas de sonoridad igual de los SPL (Inglés) o NPS (Español). (NPS: Niveles de presión sonora); el "B", a los NPS medios; y el "C", a los NPS altos.

Sin embargo, sólo el "A" se ha impuesto en la práctica, ya que ni el "B" ni el "C" han dado buena correlación con las pruebas sub-

jetivas.

La escala de ponderación "A" correspondería entre 400-12.000 Hz., la "B" entre 124-12.000 Hz. y la "C" entre 15-10.000 Hz.. (3)

Si al comparar la lectura de un ruido medido en la escala "A" con el mismo medido en la escala "C", nos da una intensidad mayor en la escala "C", querrá decir, que este ruido tiene una gran componente de bajas frecuencias que el oído humano no podrá percibir.

Debemos recordar que los sonidos a menudo son mezclas de vibraciones sónicas y se componen por más de una frecuencia: Complejidad de un Sonido.

Los Sonómetros más usados registran entre 24 a 150 dB.. (12)

3.4. Umbral de Audiencia:

El umbral de audición es la presión de sonido efectiva mínima, para una señal dada, capaz de producir la sensación de audición. Se expresa en decibeles (dB.) referidos a $2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.. Este umbral varía según las condiciones y la persona que se le mida, incluso se modifica levemente en la misma persona de un día para otro.

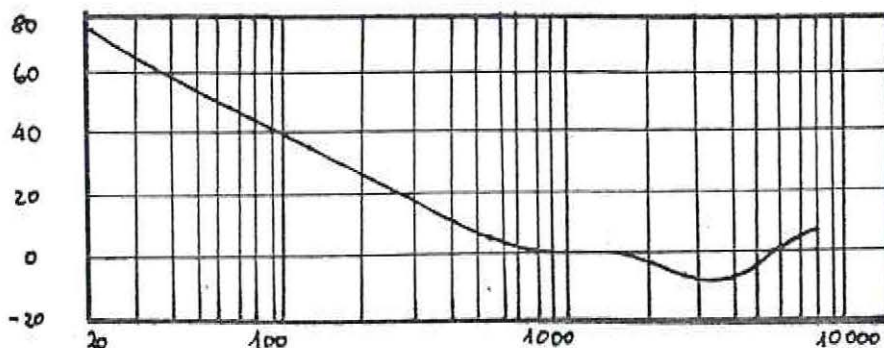


Fig. 10. En la figura se muestra el umbral de audición medido en una persona joven, en una cámara anecoide con la fuente sonora a 1 mt. al frente de la persona.

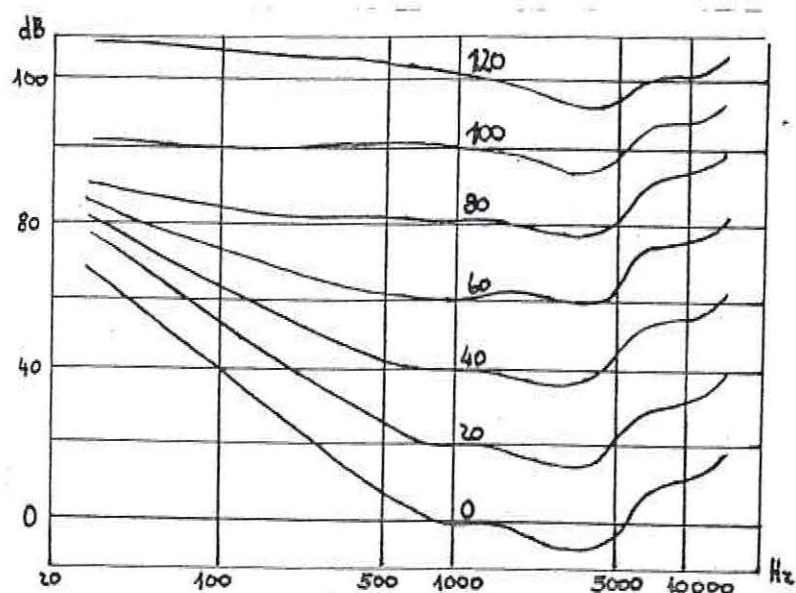
Referente al rango de frecuencia, también es variable de persona a persona, siendo en una joven, su capacidad de audición de hasta 20 KHz. si el tono es lo suficientemente intenso. Para una persona de mediana edad, el límite estará entre 12 y 16 KHz. En frecuencias bajas es alrededor de 20 Hz..

3.5. Nivel de intensidad subjetiva:

Referente a la intensidad, tenemos una cantidad subjetiva que va asociada a la audición. Se especifica comparándola con un sonido estandar, por lo que, el nivel de intensidad subjetiva es el nivel de presión de sonido que tendrá un tono de 1000 Hz. al escucharse igual (en intensidad) que el sonido en cuestión. La unidad es el FONIO.

Por ejemplo: Una señal sinusoidal de 100 Hz. tiene una intensidad objetiva de 50 dB., si se le compara con otra de 1000 Hz. ésta logrará una sensación de igualdad de fuerzas a un nivel aproximado de 20 dB.. Por lo tanto el nivel de intensidad subjetiva de la señal de 50 dB. es de 20 fonios.

En la figura N° 11 que se presenta a continuación, se tienen las curvas de igual sensación o igual intensidad subjetiva para tonos puros.



Cuando estamos frente a la suma de 2 o más señales (o tonos puros) no podemos aplicar el concepto de fonio por lo que aparece el concepto de SONIO.

3.6. Conceptos para tener en cuenta:

a) Campo de sonido directo: Es directo sólo cuando la onda de soni

do no ha sufrido ninguna reflexión todavía. Cerca de la fuente sonora existe preferencialmente sonido directo (ejemplo: audífonos).

b) Campo reverberante: Comprende todas las ondas que ya se han reflejado una o más veces. Si este sonido es producto de muchas reflexiones en todas direcciones se le denomina sonido difuso (ejemplo: falta de planificación acústica en las clínicas dentales). (4)

4. EFFECTOS DEL RUIDO EN SERES HUMANOS.

Se inicia desde muy temprano. Está demostrado que el feto de 6 meses ya reacciona frente a los sonidos. Su sistema auditivo ya está desarrollado. El Dr. Johansson del Instituto de Karolinska de Estocolmo, logró acelerar la frecuencia de latidos al aplicar un sonido agradable de 3000 Hz. y de una intensidad de 110 dB. durante 1 segundo sobre el vientre de diez embarazadas. El pulso fetal aumentó de 130 a 150 o más latidos, calculándose que después de atravesar la pared abdominal, el útero y las membranas, llegaba al líquido amniótico solamente 50 dB..

Efectos otológicos: Existe una pérdida parcial de la capacidad auditiva del habitante de las ciudades y en especial de los que trabajan en lugares ruidosos. Es conocida la sordera del artillero, del cazador, de soldados, policías, etc.. Esta sordera tiene como característica que al comienzo sólo afecta una parte limitada del espectro auditivo, una sordera específica al ruido profesional, y poco a poco va abarcando otras zonas de la audición. Precisamente la presente investigación, tiene por principal objetivo incorporar a los Odontólogos en esta lista de especialistas para posteriormente tratar de considerar su prevención.

Se plantea como única solución recomendable para evitar los daños otológicos la llamada vigilancia audiométrica, que debe efectuarse periódicamente a todas las personas expuestas en forma más o menos continua a más de 85-90 dB.. La periodicidad del examen dependerá del riesgo. La evaluación comparativa de los audiogramas podrá a veces, inducir a un cambio temporal o definitivo de trabajo.

Efectos Psíquicos: El ruido causa como efecto psíquico, el cansancio. Se produce cuando el individuo está viviendo en medio de un sinnúmero de ruidos, su cerebro en forma subconsciente descifra todos los sonidos de fondo, tratando de encontrar uno que sea significativo.

Efectos Fisiopatológicos: Todos los experimentos llevados a cabo en animales son concluyentes en demostrar que el ruido produce efectos detectables dependientes del tipo, intensidad y duración del ruido.

Ruidos continuos produjeron cambios de carácter en monos; algunos

quedaron con síntomas de decaimiento y otros con marcada fatiga. Se producen índices hormonales de hiperfunción, indicando que el ruido intenso es un "stress" tan importante como la anoxia, el dolor, etc.. Se ha comprobado que ruidos intensos son capaces de provocar lesiones ulcerosas estomacales, elevación del nivel de colesterol sanguíneo, estableciéndose depósitos lípidos en las arterias (arteriosclerosis precoz), Vasoconstricción y aumento de la presión sanguínea, especialmente de la presión diastólica. Tal vez el esquema de la Figura N° 12 da una idea muy general del mecanismo de acción de los stress mencionados.

El Dr. Gerd Jansen del Instituto de Fisiología del Trabajo "Max-Plank" de la República Federal Alemana, llevó a cabo trabajos en grupos de voluntarios humanos, demostrando el aumento de la presión diastólica después de la aplicación de ruidos; además comprobó extensas zonas de vasoconstricción, tanto en extremidades como de órganos profundos. Lo interpreta como acción simpática adrenergica. Lo extraordinario del experimento es que el efecto del ruido fue similar tanto en personas acostumbradas (obreros siderúrgicos), como en estudiantes, demostrándose que la adaptación al ruido es sólo aparente y no fisiológica.

Constantin Stramentov, publicó en el diario de la UNESCO que el ruido intenso disminuía la agudeza visual en un 25%.. Asimismo, se comprobó en Francia que el ruido hizo perder la noción de los colores a un grupo de soldados sometidos al experimento. (12)

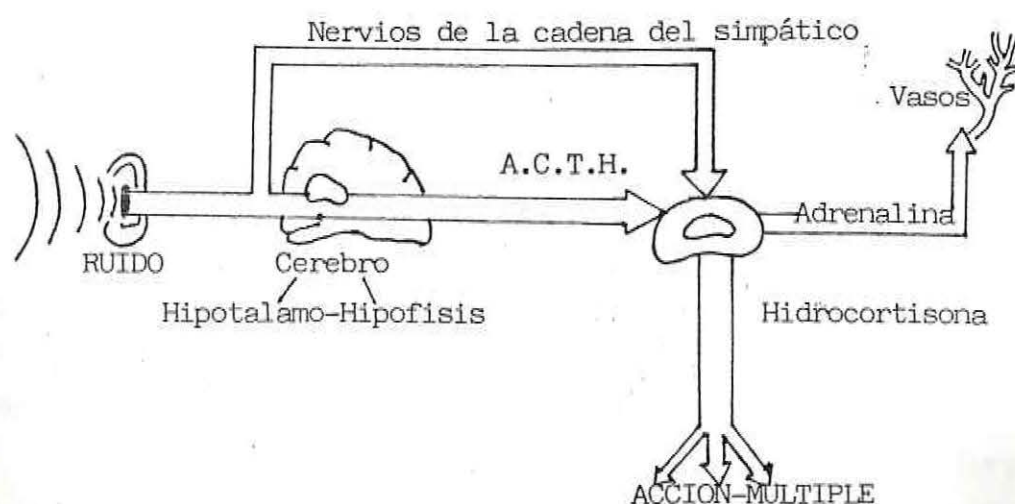


Fig. 12. Mecanismo de acción del stress ante el ruido, nótese se la liberación de adrenalina producto del stress.

5. DETERIORO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO

Es indudable que la vinculación causal entre ruidos intensos y la hipoacusia se reconoce desde milenios. Los sibaritas, hacia el año 6000 A.C., prohibían trabajar metales a martillazos dentro de los límites de la ciudad. Hoy en día nuestra era industrial produce niveles de ruidos cada vez mayores en todas partes: en el trabajo, en el hogar, en los juegos, entretenciones, etc.. No debe extrañarnos, entonces, que el problema del Deterioro de la Audición Inducido por Ruidos (DAIR) y su prevención estén asumiendo una importancia creciente en el mundo entero. Lo mismo que la presbiacusia, el DAIR no es reversible, pero, a diferencia de ella, se puede evitar o por lo menos reducir al mínimo si se toman precauciones razonables para que no hayan exposiciones a los ruidos.

Patogenia: Idealmente, debiera ser que nuestros conocimientos sobre las características histológicas y bioquímicas del DAIR proviniesen de estudios realizados con huesos temporales humanos individuales, pero nunca se puede estar seguro de que un paciente sólo ha sufrido un DAIR. Se puede encontrar casos relativamente puros de DAIR en animales de experimentación como gatos, perros, cobayos y chinchillas.

Traumatismo Acústico: El DAIR puede ocurrir instantáneamente por un estampido (balazo - cohete) a corta distancia o por exposición a niveles de sonido relativamente moderados. El traumatismo acústico presenta características morfológicas como las siguientes: Inmediatamente después de la exposición, podemos encontrar lesiones anatómicas que van desde una ligera tumefacción de las células ciliadas externas y picnosis de sus núcleos, hasta ausencia completa del órgano de Corti y rotura de la membrana de Reissner. No se suelen registrar alteraciones de hueso, nervios, vasos sanguíneos, estría vascular, ligamento espiral, limbo ni membrana basilar (Davis y Col, 1953). La endolinfa puede estar sí, llena de detritus de las células ciliadas destruídas, debido a exposiciones muy severas.

En suma, el cuadro corresponde a un sistema mecánico (Órgano de Corti) que ha vibrado en excesiva amplitud. La lesión tiene relación con la duración de la exposición, y en la que, por exceder físicamente el límite elástico del mecanismo auditivo periférico, sobreviene el daño. Este puede ser a nivel de las células ciliadas, o quizás pri

mero en los elementos de sostén de éstas, degenerando después las células ciliadas por falta de sostén.

DAIR por exposición habitual: Existen dos puntos de vista, en parte antagónicos, respecto al daño que se produce al cabo de años de exposición: uno es micromecánico y otro bioquímico. Grvendeel y Plomp (R:Micro noise trauma Arch Otolaryngol. 71:656-663, 1960) sugirieron que el DAIR a largo plazo representaría una acumulación de microtraumatismos por ruidos. El ruido se caracteriza por su irregularidad, por lo que en un ruido de un nivel medio moderado, de lapso en lapso aumenta violentamente en intensidad (dB.), provocando una lesión irreversible en una célula ciliada. Una célula ciliada puede perderse hoy; otra mañana o pasado; una tercera, la semana siguiente, y al cabo de varios años la pérdida auditiva acumulativa de células ciliadas por estos microtraumas se torna importante. Seguramente el DAIR ODONTOLOGICO está incorporado a este tipo de daño.

El otro punto de vista, el bioquímico, sostiene que el DAIR a largo plazo produce un lento agotamiento acumulativo de metabolitos en niveles citoquímicos que conducen al daño macroscópico directo del tejido (Voteen, 1958 Die Erschöpfung der Phonoreceptoren nach funktioneller Belastung. Arch. Ohren. Heilk.Z. 172:489-512, 1958). (7)

LA DOSIS DE RUIDO:

La capacidad de un ruido para producir lesión auditiva no sólo depende de su nivel, sino también de su duración. Por ejemplo, una exposición de un minuto a un cierto ruido no es nunca tan perjudicial como otra de 60 min. para el mismo nivel. Por ello, para estimar el potencial de lesión auditiva de un ruido, hay que medir tanto su nivel como su duración. Para un nivel constante esto es fácil, pero cuando varía, hay que muestrearlo varias veces y en forma perfectamente definida. Después, basándose en los niveles de las muestras obtenidas, se puede calcular un valor llamado L_{eq} , que representa un nivel continuo equivalente en dB(A), que tendría el mismo potencial de lesión auditiva que el ruido considerado. Si el nivel varía a saltos, el L_{eq} se puede calcular basándose en las medidas con un sonómetro y un cronómetro. Si el nivel varía en forma aleatoria no se pueden utilizar métodos manuales sino recurrir a un dosímetro de ruidos o analizadores especiales. (3)

6. TRAUMA ACUSTICO.

El ruido emitido por las turbinas dentales puede producir en los odontólogos algún grado de trastorno auditivo.

El trauma acústico o hipoacusia parcial por exposición al ruido, es un fenómeno que afecta tanto a la población de grandes ciudades como a las zonas rurales.

Glorig, estudió la frecuencia de trauma acústico en grandes grupos humanos que no están expuestos habitualmente a ruidos intensos y encontró que el 10% presentaba alteración. Otros investigadores encontraron una frecuencia de un 7% de trauma acústico en 6.000 pacientes atendidos en servicios otorrinolaringológicos. Este porcentaje se eleva al estudiar grupos de personas que trabajan habitualmente en ambientes ruidosos, pudiendo llegar a cifras cercanas a un 32 %.

Los otorrinolaringólogos han estudiado exhaustivamente este problema, ya que puede afectar la audición de obreros textiles y metalúrgicos, pilotos de aviones, personal de aeropuertos, astilleros y muchos otros profesionales, entre los cuales se encuentran también los odontólogos que usan turbinas de alto nivel sonoro.

Para que el ruido pueda producir trastorno auditivo permanente, deben coincidir varios factores:

1. Intensidad y frecuencia del ruido emitido.
2. Tiempo de exposición.
3. Continuidad de la exposición.
4. Distancia de la fuente emisora.
5. Susceptibilidad de la persona expuesta.

El profesional afectado por trauma acústico puede no darse cuenta de su problema inicialmente, ya que oye bien los sonidos de la voz humana. No obstante, tiene dificultad para percibir sonidos débiles. Al progresar su afección, le resultará difícil entender la voz susurrada o conversar en ambientes ruidosos. Si continúa expuesto al ruido, podrá perder totalmente la audición de los sonidos que corresponden a las frecuencias afectadas.

Se ha aceptado que el trauma acústico se intensifica gradualmente durante los primeros 10 años de exposición, como se observa en la Fig. Nº 13 correspondiente a la audiometría de uno de los autores de este trabajo, con sólo dos años de contaminación, para luego permanecer estacionario o confundirse con los efectos del envejecimiento.

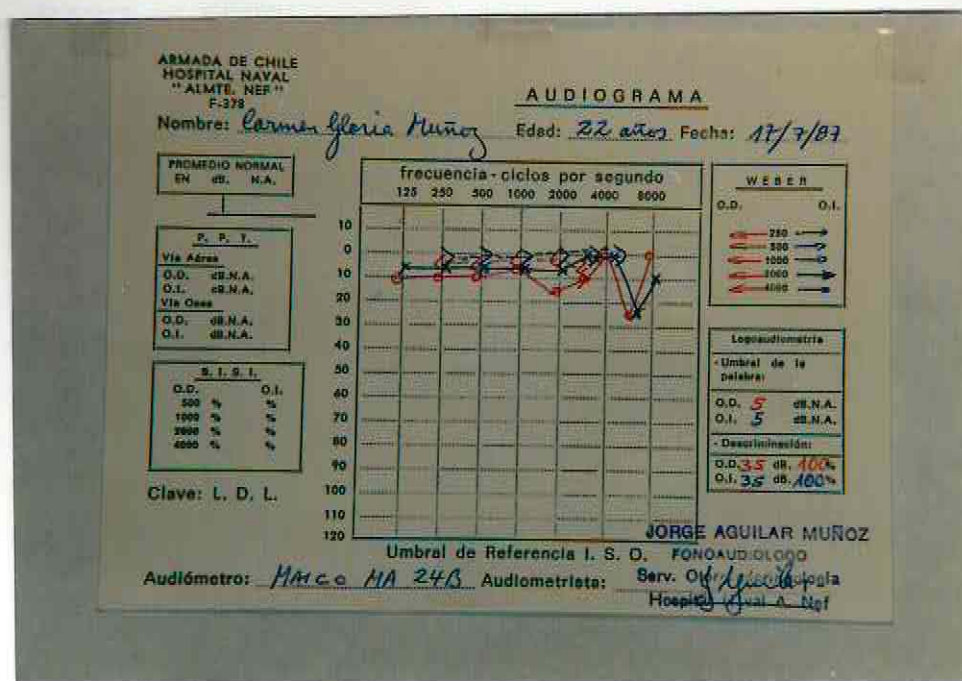


Fig. 13. Trauma acústico leve experimentado por uno de los autores de la Tesis. Oído derecho en rojo; oído izquierdo en azul.

Se debe diferenciar el trauma acústico de la fatiga acústica, ya que en ambos la audiometría muestra pérdida auditiva, pero la segunda es recuperable después de un período de reposo, mientras que el primero es irreversible ya que se produce una lesión permanente del oído interno (cóclea). (2)

6.a. ANÁLISIS DEL RUIDO:

Robin, estudió la intensidad y frecuencia del ruido de 4 modelos de turbinas dentales a 25 cm. de distancia. El espectro sonoro mostró preponderancia de frecuencias a nivel de 2.400-4.000 y 5.500 ciclos, con intensidades que variaban entre 60 y 80 dB..

Brunell y Grifie, en Francia, descubrieron que además de las ondas sónicas que oscilaban entre 3.200 y 6.700 ciclos, existían otras ondas de frecuencia ultrasónica con armónicas hasta 48.000 ciclos. Las intensidades medidas estuvieron entre 82 y 96 dB. a 40 cm. de distancia. Además agregan que la boca del paciente actúa como caja de resonancia.

La gama de frecuencia oscila en general entre los 3.000 a 7.000 ciclos, con predominio de los 4.000 ciclos con una intensidad promedio de 75 dB. para turbinas de rodamientos y 70 dB. para turbinas de colchón de aire. (2)

6.b. PRUEBAS DE FATIGA:

Hahn y Chantel, estudiaron los efectos del ruido de la turbina dental sobre la audición de 5 personas jóvenes, sometidas al ruido durante períodos intermitentes entre 15 y 60 minutos. La exposición de 60 min. provocó pérdida auditiva de 15 - 25 dB. en la frecuencia de 4.000 Hz. en tres casos, luego de 30 min. de descanso habrían vuelto a la normalidad. Eichner, sometió a 6 personas (20 a 35 años) al ruido de turbinas durante 1 hora con intervalos. El análisis audiométrico mostró pérdida auditiva en todos los casos en las frecuencias entre 2.000 y 8.000 Hz. y luego de 25 min. todos se habían recuperado. (2)

6.c. AUDIOMETRIAS A GRUPOS:

Kaminzsczik y Salvatori, reslizaron audiometrías a 20 dentistas, de los cuales 15 usaban turbinas y 5 no usaban. De los dentistas expuestos al ruido el 80 % (12 casos) tenían trauma acústico a nivel de los 4.000 Hz. y pérdida auditiva entre 20 y 100 dB.. sugirieron la posibilidad de que ondas ultrasónicas pudieran ser responsables del trauma. Consideraron inútiles los tapones, ya que niveles sobre 8.000 Hz. la vibración actúa directamente por vía ósea.

Keller, Olk y Opitz, examinaron a 120 dentistas; 89 usaban turbinas con antigüedad promedio de 2,8 años; la curva promedio del audiograma mostró pérdida auditiva notable entre los 2.000 y 8.000 Hz., especialmente en los grupos jóvenes entre 39 y 49 años de edad. Los 31 dentistas que no usaban turbinas no presentaban pérdida auditiva. (2)

6.d. MEDIDAS DE PROTECCION:

Los aparatos de superalta velocidad producen al funcionar, un ruido mucho más intenso y molesto que el torno convencional. Este ruido alcanza su nivel máximo en las turbinas. El efecto de sirenas de ellas, se genera en el momento en que el flujo de aire a presión choca contra las paletas del rotor. El rodamiento de las turbinas agrega un componente más al componente sonoro.

Las turbinas a colchón de aire son más silenciosas que las turbinas a rodamiento, en atención a que carecen de ellos y sus giros los efectúan suspendidas en el aire.

Se ha comprobado que el ruido generado por aparatos de superalta velocidad, de la manera utilizada por el dentista, puede causarles lesiones auditivas permanentes (trauma acústico).

Por todo lo anterior, es necesario adoptar medidas para contrarrestar el efecto que produce no sólo sobre el oído, sino también sobre el sistema nervioso y el estado anímico del operador, entre los cuales están las siguientes:

1. Alejarse lo más posible de la fuente del ruido.
2. Trabajar en forma intermitente, procurando que los períodos de silencio superen a los del ruido.
3. Usar aparatos de superalta velocidad con la menor velocidad útil.
4. Durante el descanso semanal, deben evitarse nuevas exposiciones a ruidos intensos.
5. Atenuación de los ecos y reflejos sonoros del consultorio, mediante la colocación de materiales especiales en el piso, paredes y techo.
6. Verificación, una vez al año, de la capacidad auditiva del operador por medio del examen audiométrico.
7. Uso de aparatología más silenciosa y/o instrumental manual. (2)

7. MEDICION EN LA AUDICION EN ADULTOS.

Puede llegar a suponerse, en vista de la forma de un audiograma, que el oído es igualmente sensible a los sonidos de cualquier frecuencia. Esto es enteramente falso, es mucho más sensible a los sonidos de una frecuencia alrededor de 1000 ciclos por segundo (alrededor de dos octavas por encima del mi de la parte media del piano) que a los sonidos que están situados en los límites superior e inferior del margen de audición. El audiograma compara el oído probado con un "oído estandar" y pone especialmente de manifiesto algunas diferencias. Así, puede verse, por ejemplo, si una pérdida de audición es más marcada para las frecuencias bajas o altas, o está confinado a un pequeño margen de frecuencias. (19)

La audiología se preocupa de establecer dos puntos básicos en relación a fenómenos auditivos:

- 1.- ¿Cuánto compromiso auditivo existe?
- 2.- ¿Dónde está el compromiso auditivo?

En el trabajo que nos preocupa, nos quedaremos sólo con la primera inquietud, para no desvirtuar el objetivo que intentamos corroborar.

1.- ¿Cuánto compromiso auditivo existe? Nos interesa saber, el grado de pérdida auditiva. Para la medición de este fenómeno existe hoy en día la audiometría, que consta de:

- Audiometría de notas puras, y
- Audiometría del lenguaje.

Audiometría de notas puras:

Con la audiometría de notas puras se determina el grado o extensión de la pérdida auditiva del paciente; este método está constituido por 3 partes:

1. Instrumentos.
2. Procedimiento audiométrico.
3. Observaciones audiométricas.

1. Instrumentos:

Un audiómetro consta de:

- Oscilador (genera notas puras).
- Amplificador (aumenta la intensidad de notas puras).
- Interruptor (sin clicks audibles).
- Atenuador (para aumentar o disminuir la intensidad de notas

puras: calibrador).

- Auricular (convierte el sonido en señal eléctrica: oscilador)
- Generador de ruido de enmascaramiento para poder ensayar un ruido a la vez.

2.- Procedimientos:

El objetivo de realizar la audiometría de notas puras de tono o frecuencia audible, es obtener umbrales, mediante la modificación de dos factores: sonoridad-intensidad.

Para seguir adelante debemos definir lo que entendemos por umbral.

Umbral, es el nivel de intensidad más baja que el paciente detecta más o menos el 50% de las veces. Clínicamente umbral es el nivel de intensidad que produce una respuesta 2 de cada 3 veces en series ascendentes.

Presentación del sonido

Paciente levanta el dedo, cuando tiene sensación audible.

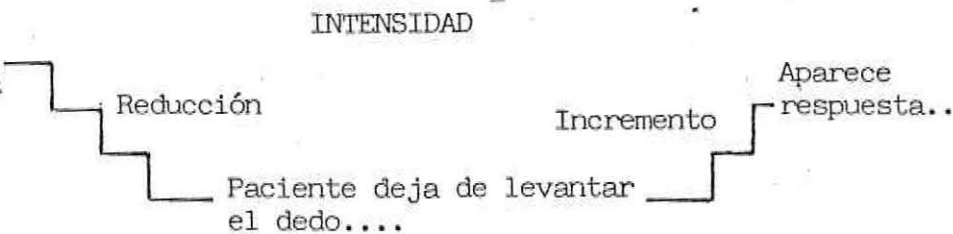


Fig. 14. La técnica para obtención de umbrales hoy más empleada es la preconizada por Hughson Westlake (Corhort y Jeger, 1959).

Debemos hacer presente, que en la realización de nuestro trabajo usaremos el sistema descendente de presentación de sonidos.

3. Observaciones:

Audiograma: De cada oído se logra obtener umbrales de 6-8 notas puras distintas.

El audiograma está constituido por:

- Frecuencia (desde 250 a 8.000 Hz.).
- Intensidad (desde NA-nivel audible -10 dB. muy intenso).

Clasificación de valores encontrados: \bar{Y}

a) Audición normal	: 0 a 20 dB.	
b) Pérdida leve	: 20 a 40 dB.	
c) Pérdida moderada	: 40 a 60 dB.	Audiometría de conducción
d) Pérdida severa	: 60 a 80 dB.	aérea.
e) Pérdida profunda	: 80 a 110 dB.	

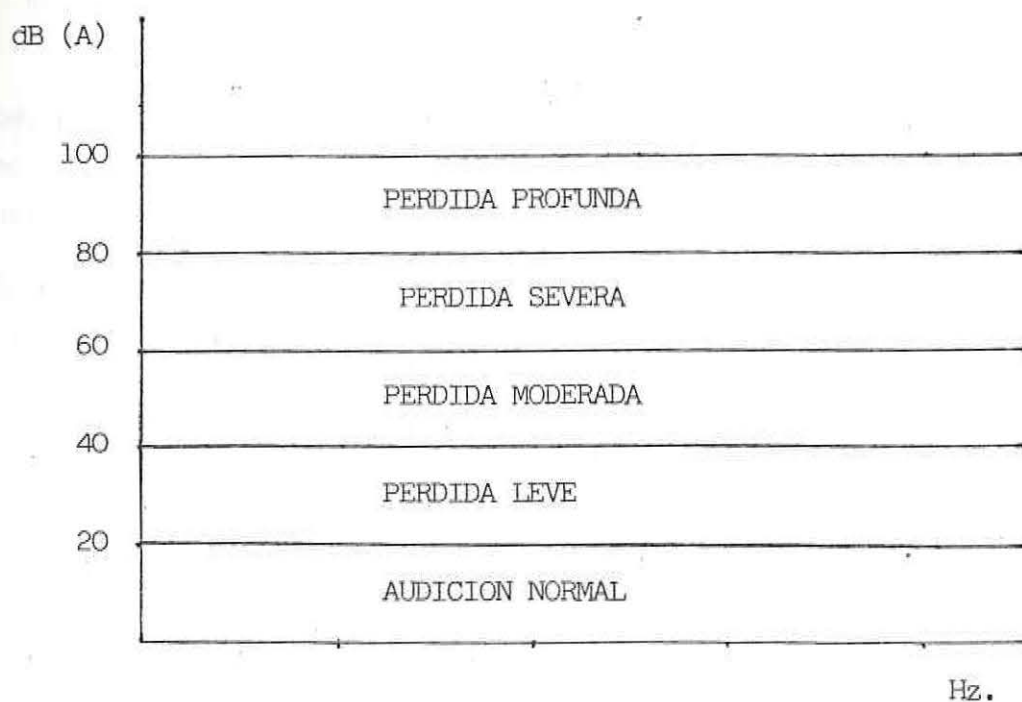


Fig. 15. Graficación de niveles de audición, a rango de normalidad, hipoacusia leve, hipoacusia moderada, hipoacusia severa, hipoacusia profunda.

El resultado del umbral puede expresarse en dos formas:

- * Por ensayo auricular (vía aérea): Mide la sensibilidad del aparato auditivo (conducto auditivo externo, oído medio, mecanismo sensorio neural coclear hasta octavo par).
- ** Por vibrador óseo (vía ósea): Mide la sensibilidad del mecanismo sensorioneural (mecanismo auditivo central).

Questiones no resueltas: Por ahora existe desacuerdo sobre el momento propicio para enmascarar, cuánto ruido se debe presentar para este fin y qué tipo de ruido se debe usar.

Como consecuencia se produce el fenómeno de Audición Cruzada: Esto se plantea cuando entre ambos oídos existe una diferencia de umbral de 30

a 50 dB.. Para que no ocurra este fenómeno se recurre a enmascarar el oído no ensayado con ruido.

Sin esta medida se pueden dar respuestas falsas por estimulación del otro oído. Se debe a que el sonido presentado al oído ensayado, más deficiente, puede viajar alrededor de la cabeza o a través de ella y escucharse en el oído no ensayado más normal, dándose umbrales falsos o curvas de sombra (ensombrecen la curva audiométrica del oído mejor). Si no se enmascara el oído mejor, administrándole ruido, no se puede establecer cuál de los dos capta en realidad el sonido. (15)

Se expone a continuación una tabla con niveles sonoros típicos, para que se tengan como referencia aproximada, medidas en condiciones ambientales normales; para los efectos de comparación con los actuales equipamientos clínicos odontológicos.

Decibeles:

- 140 dB. Sirena de alarma de 50 (Cv) desde 30 a 50 mts. de distancia.
- 130 dB. Martillo neumático a 3 mts. de distancia.
- 120 dB. Sala de máquinas de un barco. 5.000 (Cv).
- 110 dB. Ferrocarril subterráneo; motor de un camión a 1 mt. de distancia.
- 90 dB. Varias máquinas textiles en un galpón a 3 mts. de distancia.
- 85 dB. Turbina de uso odontológico.
- 80 dB. Motocicleta a 1 mt. de distancia.
- 70 dB. Tráfico en una calle central durante el día.
- 60 dB. Conversación vivaz en una pieza (en una notaría).
- 50 dB. Oficina de negocios.
- 40 dB. Tráfico en una calle de zona residencial durante la noche.
- 30 dB. Biblioteca, sala de lectura, dormitorio.
- 20 dB. Cámara anecoide para ensayos acústicos.
- 0 dB. Comienzo de la sensación auditiva en una persona joven.

Estos niveles que se indican como referencia aproximada, corresponden a típicos utilizados por la General Radio Co. Cambridge Mass. y por la Acustical Society, USA.. Esta tabla fue proporcionada por el laboratorio de electroacústica del IDIEM, U. de Chile. (4)

8. INSTRUMENTAL ROTATORIO DE ALTA VELOCIDAD Y OTROS.

8.1. Generalidades: La necesidad de preparar cavidades en estructuras muy duras (H.K.N. 343) y calcificadas (98 %) como es el Esmalte, ha llevado al clínico a superar cada vez más los requerimientos de desgaste. Así es como para comenzar, a mediados del siglo XIX aparecen las primeras unidades rotatorias, movidas por la energía muscular del operador, en base a un pedal y una rueda volante que podía entregar velocidades de hasta 700 ó 1.000 r.p.m. en el extremo activo que soportaba la fresa. Si a esto se suma, que las fresas eran sólo de acero, la capacidad de desgaste era muy precaria y el operador debía entregar una gran energía muscular para la atención a los pacientes.

No es del caso analizar todo lo ocurrido en el tiempo hasta situarnos en la actualidad, en que estamos en velocidades sobre los 500.000 r.p.m. y con luz dirigida precisamente en la cabeza donde se está produciendo esa velocidad de rotación (fibra óptica). Lo anterior nos conlleva a disminuir entre un 80 % a 90 % el tiempo operatorio que se ocupaba en tiempos pretéritos, y eliminando casi totalmente el esfuerzo físico muscular que tenía que enfrentar el Dentista de fines del siglo XIX. Sin embargo, este mismo avance tan abismante, si bien es cierto que ha sido incuestionablemente positivo, nos está acarreando consecuencias que estamos tratando de demostrar.

Por otro lado, el 99 % de los Dentistas de Chile practican en alguna forma la Operatoria (17), lo que significa obviamente que usan o abusan del sistema rotatorio de alta velocidad. Los riesgos de salud que esto acarrea no están, a nuestro entender, conscientemente expuestos, ni menos concientizados en el ejercicio de la profesión.

Nos corresponde, entonces, describir a continuación la aparatología rotatoria de uso clínico diario, con sus características y su proyección en la salud del operador.

8.2. Elementos rotatorios:

Las piezas de mano de alta velocidad impulsadas por aire, comúnmente alcanzan velocidades mayores de 400.000 r.p.m.. La veloci-

dad depende del tipo de turbina, presión y volumen de aire entregado, y de la fricción o roce en los elementos rotantes. (22)

La velocidad de libre curso puede ser reducida sobre un 40 % durante un proceso de corte, debido al bajo torque, característico de las piezas de mano de alta velocidad. Este bajo torque resulta ser una característica de protección, ya que la turbina se atascará si el operador aplicara demasiada fuerza. Pese a todo, a nuestro entender, las piezas de mano de alta velocidad son lejos las más eficientes para la remoción de las estructuras dentarias.

Una turbina de uso odontológico es un dispositivo con paletas o hélices que giran velozmente bajo el impulso de un poderoso flujo de aire. Las turbinas se dividen en turbinas de impulsión, cuando poseen demultiplicación para baja velocidad (turbo motores), y directas, cuando giran libremente a plena velocidad. Estas últimas según el cojinete pueden ser a rodamientos o a colchón de aire. (2)

8.2.1. Turbinas a rodamientos:

Las turbinas aparecen a mediados de 1950. Requieren para su funcionamiento una presión de aire de 30 a 40 p.s.i.. Inicialmente, las fresas eran sostenidas mediante un pequeño tubo plástico, desechable o intercambiable por el uso. Hoy son reemplazados por un "chuck" de metal colapsable, que se ajusta a la fresa mediante la presión o rotación al activar un sistema de valvas con una llave "ad hoc", o por simple ajuste o fricción (fricción-grip).

El control de flujo de aire impulsor se efectúa mediante un interruptor de pie y válvula a solenoide que deja pasar el aire a una presión controlada.

El aire penetra ahora en la cabeza de la pieza de mano donde se encuentra el empaletado de la turbina o rotor que lo hace girar, soportado en este caso en un par de microrrodamiento superior e inferior.

El remanente de aire que dejó el giro del empaletado, es expulsado por el extremo de la pieza de mano, incrementando el ruido de la turbina, o es recogido mediante un conducto y llevado al interior del sistema regulador de aire, lo que no elimina la sonoridad. El primer sistema es el llamado "tipo borden", el último el de "cuatro líneas o midwest".

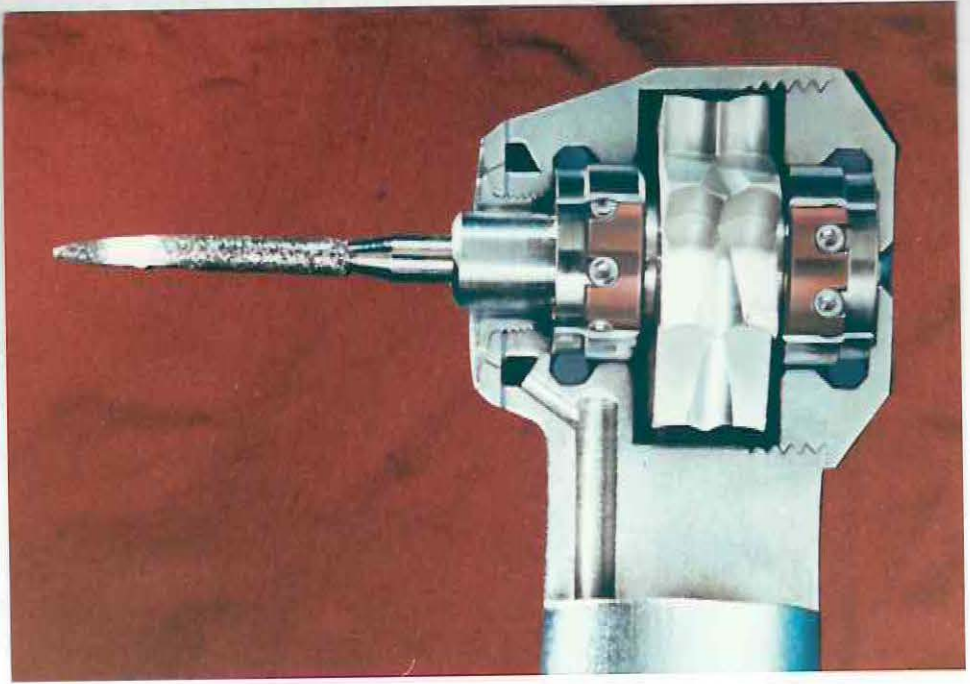


Fig. 16. Turbina a rodamiento, corte que muestra el sistema de rodamientos, Rotor, sistema de refrigeración.

Parte del aire impulsor junto a un flujo de agua, constituye el sistema de refrigeración del elemento rotatorio, en forma de spray.

El estado de lubricación, muy importante para controlar la fricción y la conservación del aparato, y de ahí en la elevación de la sonoridad, es dado por aceite liviano o de silicona, nunca de origen mineral por su toxicidad. (2)

Estas turbinas a rodamientos están desarrollando hoy en día de 300.000 a 500.000 r.p.m.. (22)

8.2.2. Turbinas a colchón de aire:

Las turbinas a colchón de aire fueron diseñadas para mejorar el rendimiento y a la vez, disminuir el ruido producido durante el funcionamiento, ya que la fricción que ocasiona es menor. Estas turbinas no tienen rodamientos metálicos, sino que el rotor está suspendido en el aire, entre superficies muy pulidas y de mínimo espesor perfectamente calibrado.

Las turbinas a colchón de aire utilizan parte del aire de impulsión para mantener el rotor en equilibrio dentro de la cabeza. Al no haber casi fricción, la velocidad de la fresa puede alcan-

zar en teoría hasta 700.000 r.p.m., aunque en la práctica es menor. Las velocidades habituales oscilan ligeramente sobre los 500.000 r.p.m.

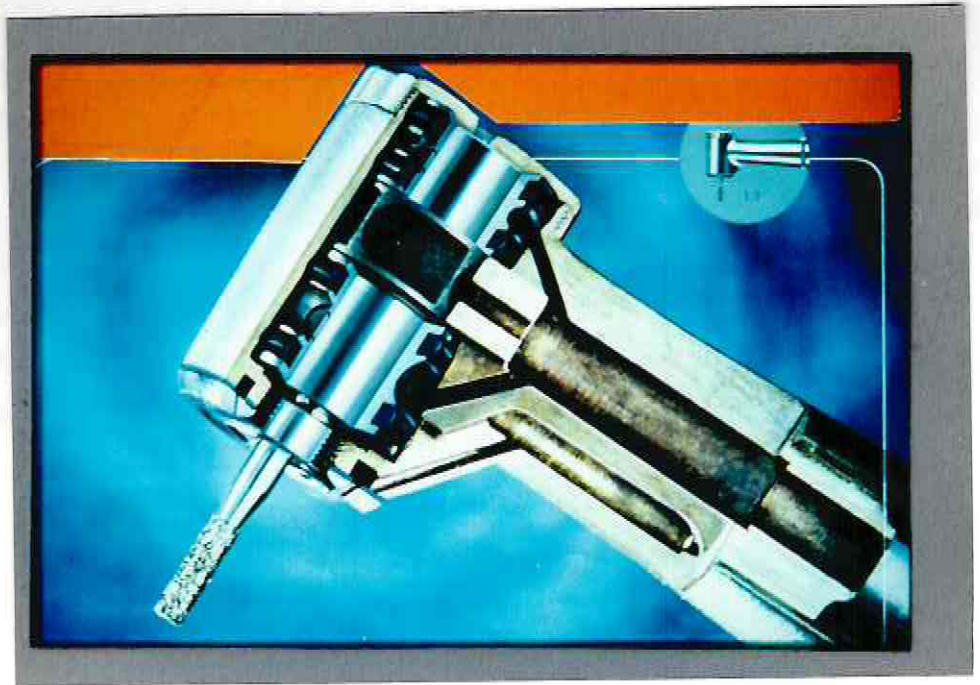


Fig. 17. Turbina colchón de aire (Kavo), corte que muestra el rotor, ductos de aire y agua.

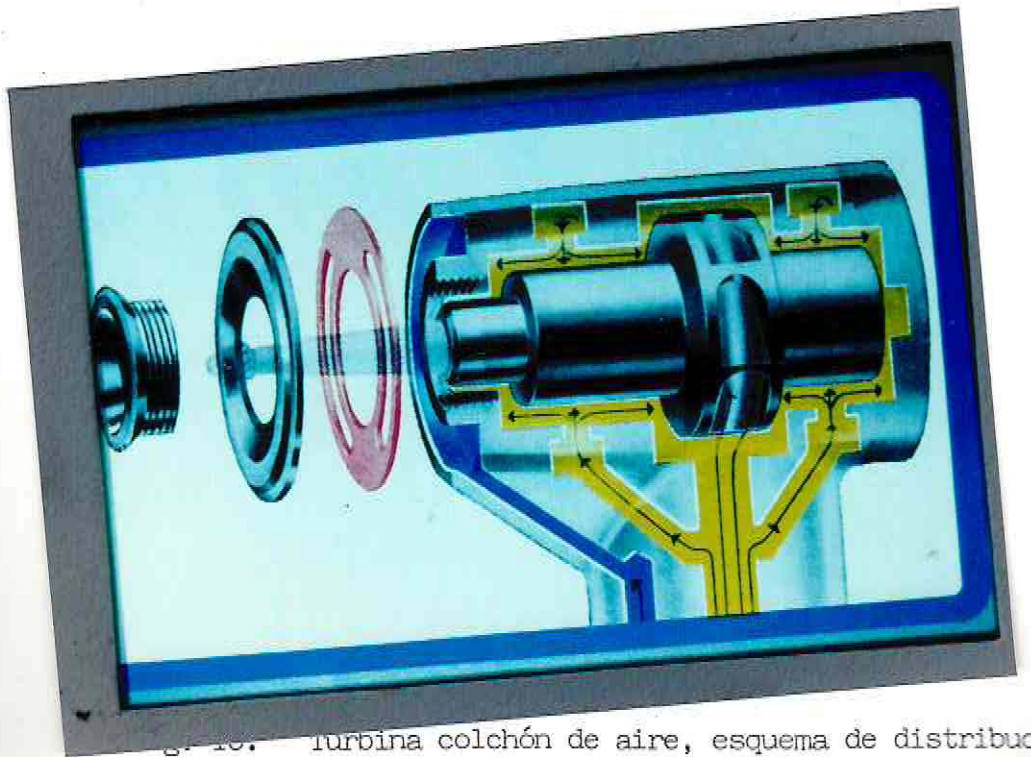


Fig. 18. Turbina colchón de aire, esquema de distribución del aire propulsor y sustentador del rotor.

Las turbinas a colchón de aire son más veloces y más silenciosas aparentemente, como se verá más adelante, que las turbinas a cojinetes metálicos. Poseen, sin embargo, menor torque o fuerza de torción y son muy delicadas en su concentricidad. Siempre debe usarse con fresas y piedras cortas de pequeño diámetro. No requieren lubricación tan exigente, pero necesitan aire a mayor presión (50 - 70 p.s.i.).

El aire debe estar absolutamente limpio, seco y sin vestigios de aceite que pueda provenir del compresor, para no dañar su delicado mecanismo. Igualmente son indispensables los filtros ultra finos y secadores de aire para evitar la humedad. Estas características son válidas para ambos tipos de turbina. (2)

8.3. Eliminadores de cálculos ultrasónicos (Scalers):

Un tipo de removedor de cálculos ultrasónico, está basado en la vibración de un trozo de Niquel magnetizado, colocado en un campo electromagnético energizado que produce variaciones de 0,001". El acortamiento y alargamiento mecánico del trozo de níquel magnetizado es transmitido a la punta del instrumento, impulsándola atrás y adelante con una frecuencia aproximada de 25.000 ciclos por segundo. La punta de trabajo varía de forma; muchas se parecen al raspador manual tipo Mc. Call y otras asemejan raspadores tipo cincel o Jacquettes. El agua moja continuamente el extremo activo para enfriarlo y prevenir sobrecalentamientos del diente tratado. Los scalers ultrasónicos pueden remover cálculos de las superficies de la corona y raíz, y curetear el tejido crevicular. A la fecha no existe una clara evidencia de que el removedor ultrasónico sea superior al manual para remover los cálculos. No se dispone aún de evidencias concretas de cual método da como resultado una superficie más lisa. (Fig. 19). (23)



Fig. 19. Removedor de cálculos ultrasónicos (Scalers) : Cavitron 2002, marca Dentsply.

8.4. Removedores de cálculos subsónicos:

Es un tipo de raspador (scaler) mecánico que no produce un movimiento rotatorio orbital, aunque su sistema cinético está basado en forma muy similar a la turbina de alta velocidad. Es un instrumento del tamaño de una pieza de mano que se une a la fuente de aire de una turbina tradicional.



Fig. 20. Removedor de cálculos subsónico (Scalers): Titan S marca Stardental.

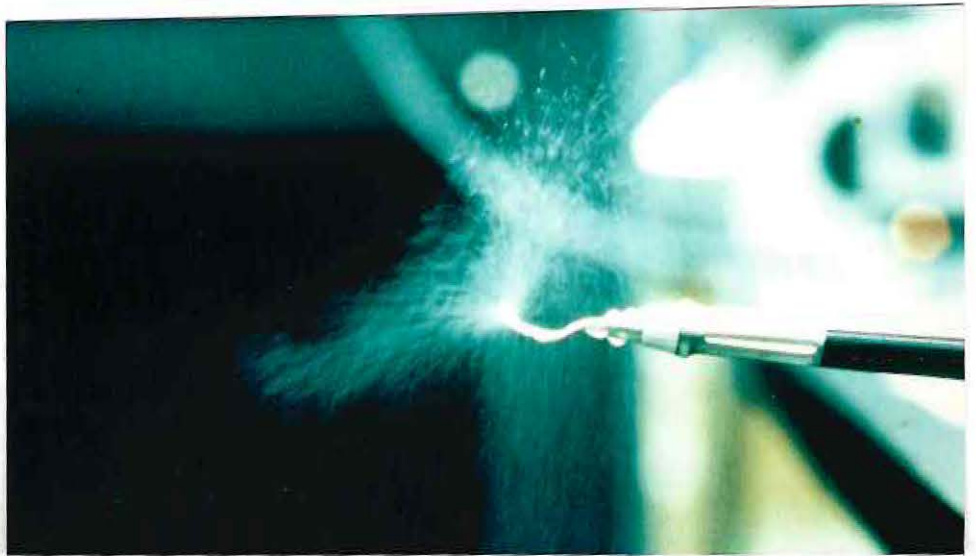


Fig. 21. Removedor de cálculos subsónico (Scalers): Se muestra su funcionamiento clínico; nótese la refrigeración de agua y vibra

ción del extremo activo. La vibración es producida por un manguito metálico impulsado por aire que rebota en dos topes de goma o rings.

La frecuencia (sónica) del extremo del instrumento es aproximadamente 2.000 ciclos por segundo. El calor friccional producido es suficiente para justificar el uso de un spray de agua. Los extremos del instrumento son de forma similar a los del removedor de cálculos ultrasónico. (23)

8.5. Amalgamadores (Trituradores mecánicos de amalgama):

Los amalgamadores, son artefactos mecánicos usados para triturar la aleación de amalgama con mercurio y para humectar las partículas.



Fig. 22. Triturador mecánico de amalgama (Crescent).

El ruido característico es producido por el sistema mecánico de vibración y por el golpe del contenido de la cápsula contra sus paredes, posea o no pistilo. Su frecuencia está en el ámbito de los 300 r.p.m.. (23)

La medición de la sonoridad de cada una de la aparatología señalada, se efectuará en capítulos siguientes.

9. ANALIZADOR ESPECTRAL.

Es un aparato para mediciones experimentales de los espectros de las señales de potencia (ver Fig. Nº 23). Básicamente, está diseñado para aceptar sólo un muy estrecho haz de frecuencias. Un diagrama simplificado del analizador espectral aparece en la figura(24). Un voltaje diente de sierra (parte de 0, sube violentamente y vuelve a cero), derivado del circuito barredor del osciloscopio, hace que el analizador barra a través de las frecuencias de interés en forma lineal, mientras la traza del osciloscopio se mueve horizontalmente. Cualquier componente espectral que esté presente, provoca un desplazamiento vertical de la traza del osciloscopio al pasar su frecuencia. Esta da una buena aproximación del espectro de magnitud de la onda de entrada. La precisión de la aproximación depende de que tan angosta sea la banda de frecuencias que usa el analizador para hacer las mediciones y qué tan lento sea el barrido sobre el rango deseado de frecuencias. (8)



Fig. 23. Analizador de espectro (Hewlett-Packard 8556A). Se puede apreciar la señal de barrido en la pantalla del osciloscopio.

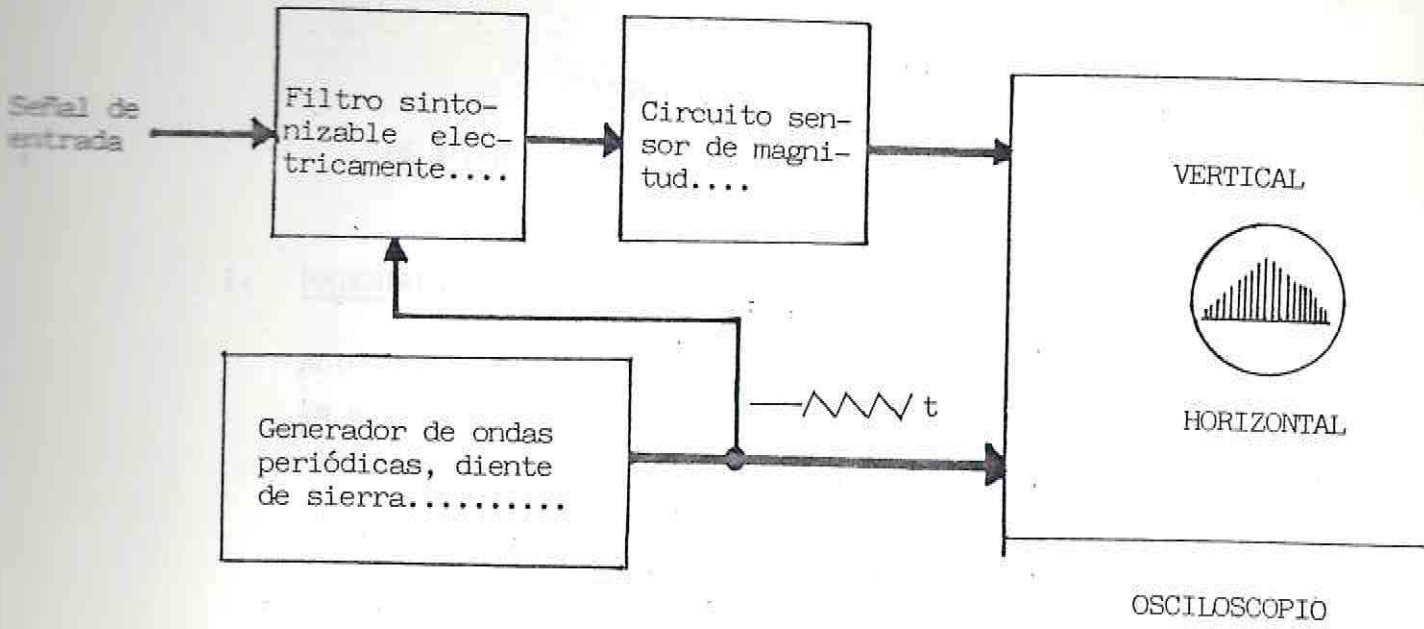


Fig. 24. Diagrama de bloques de un analizador escudriñador de espectro.

CAPITULO IV

CARACTERIZACION ACUSTICADE ELEMENTOS ROTATORIOS DE ALTA VELOCIDAD Y OTROS.1. MATERIAL Y METODO:

Antes de pesquisar el posible daño auditivo en los odontólogos , se quiso analizar los ruidos a que están sometidos en la práctica clínica diaria, para caracterizar acústicamente los elementos rotatorios de alta velocidad y otros que son comunes a ella. Para ello, se efectuó una grabación de los sonidos emitidos por diferentes instrumentos utilizados.

1.1. Grabación: Se realizó una grabación de alta fidelidad a los siguientes instrumentos:

- 1) Scaler subsónico (2 años de uso), con presión de aire de 40 p.s.i., marca Stardental, modelo Titan-S.
- 2) Triturador de amalgama (3 años de uso), marca Crescent, modelo LP-60 Luig- L - BUG.
- 3) Diferentes tipos de turbinas:
 - T. Concentrix (rodamiento, 6 años de uso).
 - T. Starflight (rodamiento, 4 años de uso).
 - T. Bien Air (rodamiento, sin uso).
 - T. Bien Air (colchón de aire, 6 años de uso).

Se utiliza para la grabación de alta fidelidad:

1. Grabadora carrete abierto, marca OTARI MX5050 B II-2 (Fig.25).
2. Cinta de alta fidelidad: SONY - ULH-370-BL.
3. Dos micrófonos tipo Cardioide, marca Neumann U-87.
4. Procedimiento utilizado:
 - 20 cm. de distancia micrófono/instrumento.
 - Fresa redonda pequeña de diamante, para el caso de las turbinas.
 - Funcionamiento del instrumento sin carga, tanto para turbinas como scaler.
 - Con spray de refrigeración, en ambos casos.

5. Tiempo de grabación de cada instrumento: 3 minutos.
6. En el caso del triturador mecánico, se utilizó sólo una cápsula con pistilo.
7. Velocidad de grabación: 15 pulgadas por segundo.



Fig. 25. Grabadora carrete abierto marca OTARI MX5050 B II-2.

1.2. Análisis de frecuencia:

Una vez realizada la grabación, los sonidos fueron sometidos a un análisis de frecuencia, para pesquisar así, cuales serían las preponderantes emitidas por cada instrumento (Fig. 26 - 27). Para ello, se utilizó lo siguiente:

- Analizador de espectro HP-140T.
- Utilizamos módulos de baja frecuencia (0-30 KHz. y 0-300 KHz) modelo HP-8556-A.
- Posición de controles idénticos para todos los casos, y son:
 - a. Band width: 300 Hz.
 - b. Scan width: 5 KHz/div.
 - c. Scan time por división: 0,1 seg.
 - d. input level: -10 (dBm).
 - e. Long. reference: 0 (dBm).
 - f. Linear Sensitivity: 0.
 - g. Video filtro: OFF.
 - h. Range: 0-30 KHz.
 - i. Impedancia entrada: 50 ().



Fig. 26. Análisis de frecuencia: Se puede ver a uno de los autores de la Tesis realizando el análisis.



Fig. 27. Analizador de frecuencia: Se puede observar la señal de barrido escudriñando las frecuencias.

El analizador de frecuencia utilizado nos presenta en las coordenadas, dB(m), es decir, lo que se entiende en ingeniería en sonido acústico como decibeles eléctricos. No siendo parte del presente trabajo intensificar la preocupación en conversiones de decibeles eléctricos

cos en decibeles acústicos que pertenece a la alta ingeniería, se consulta entonces al trabajo de investigación del Profesor Dr. VON R.MAYER y M.MAIER, publicado en el año 1981 en la Revista DETSCH. ZAHNARZT, realizado en el Centro Estomatológico de la Universidad de Tübingen, República Federal Alemana, donde presenta claras y precisas curvas dB (acústico)/Frecuencia. Con este parámetro las curvas obtenidas serán las que se presentan a continuación.

2. RESULTADOS:

2.1. Turbina Concentrix (rodamientos):

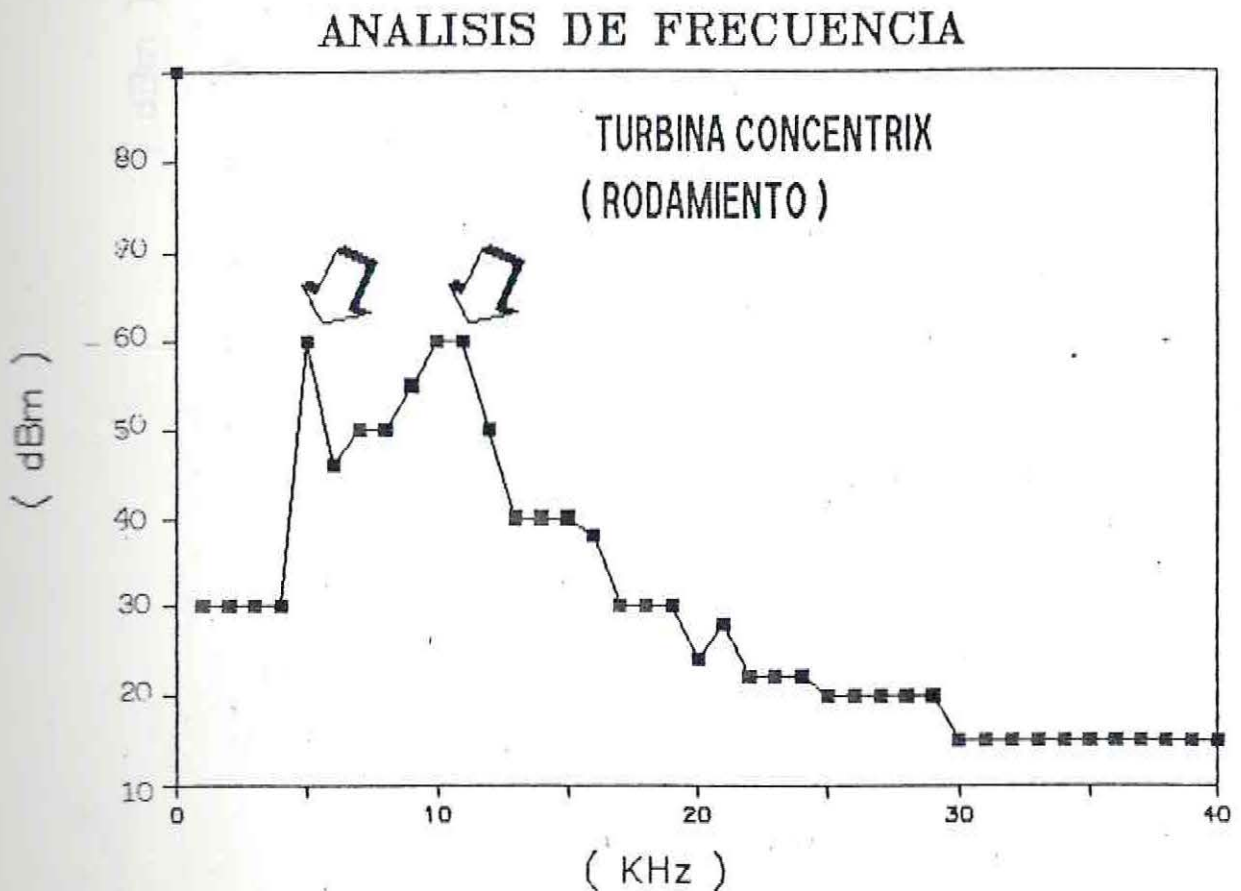


Fig. 28. a. Gráfico de análisis de frecuencia : TURBINA CONCENTRIX .

2.2. Turbina Starflight (rodamiento) :

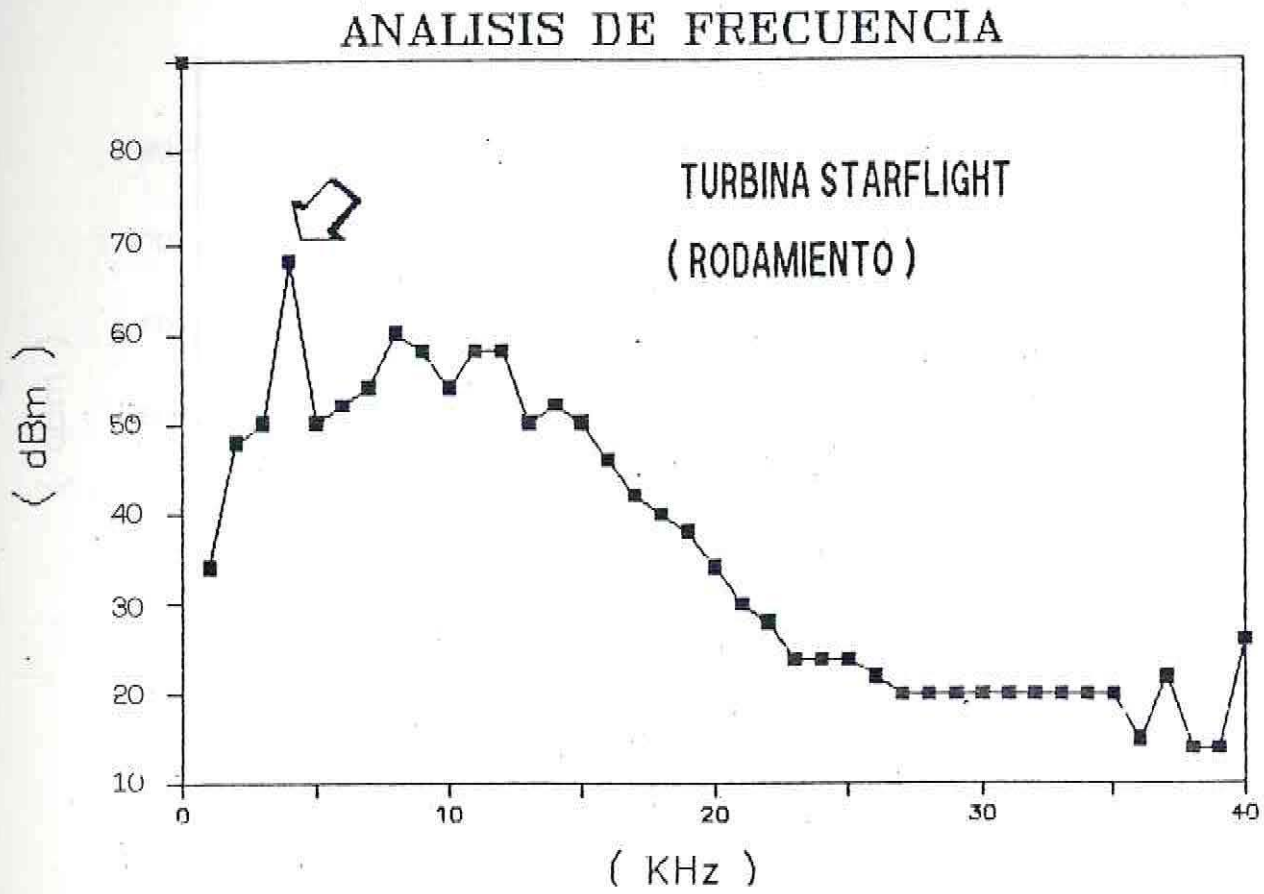


Fig. 28. b. Gráfico de análisis de frecuencia : TURBINA STARFLIGHT .

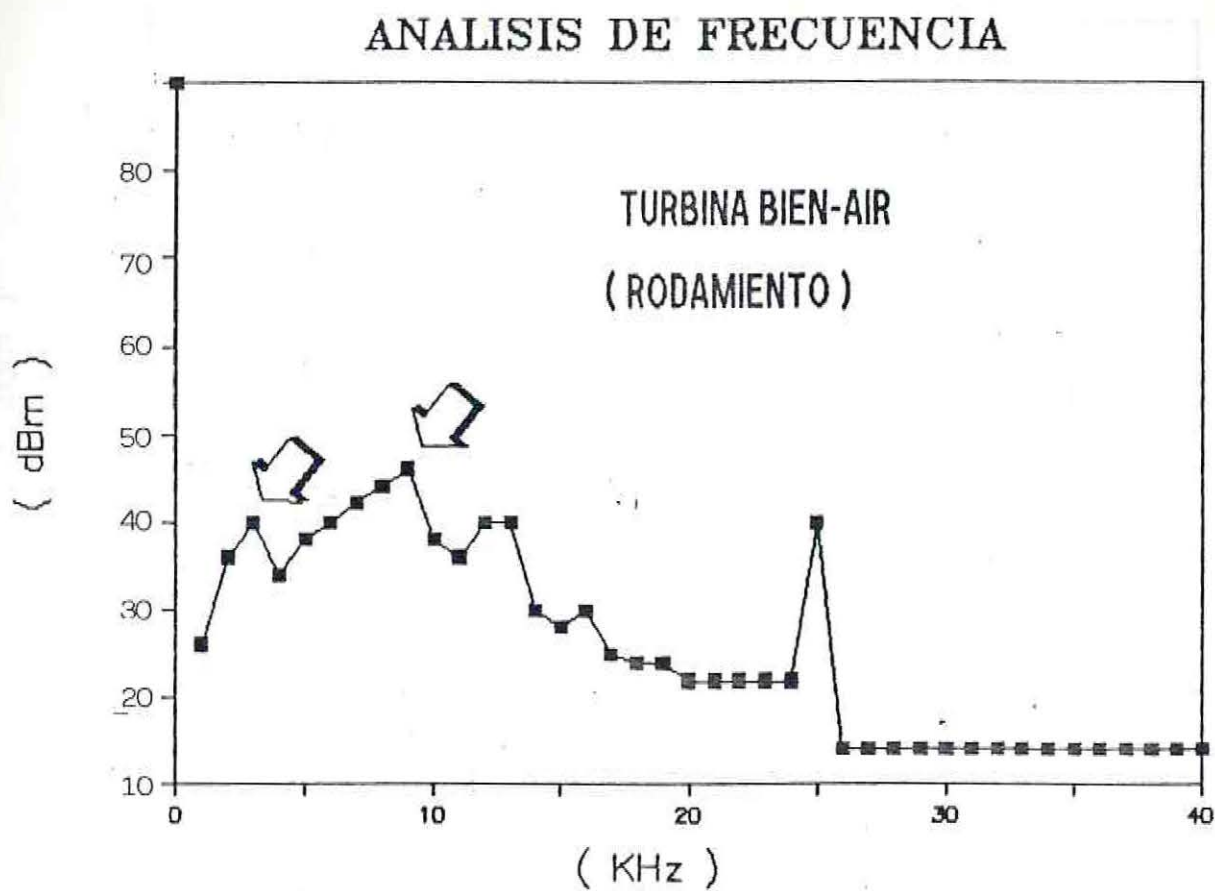
2.3. Turbina Bien Air (rodamiento):

Fig. 28. c. Gráfico de análisis de frecuencia : TURBINA BIEN AIR .

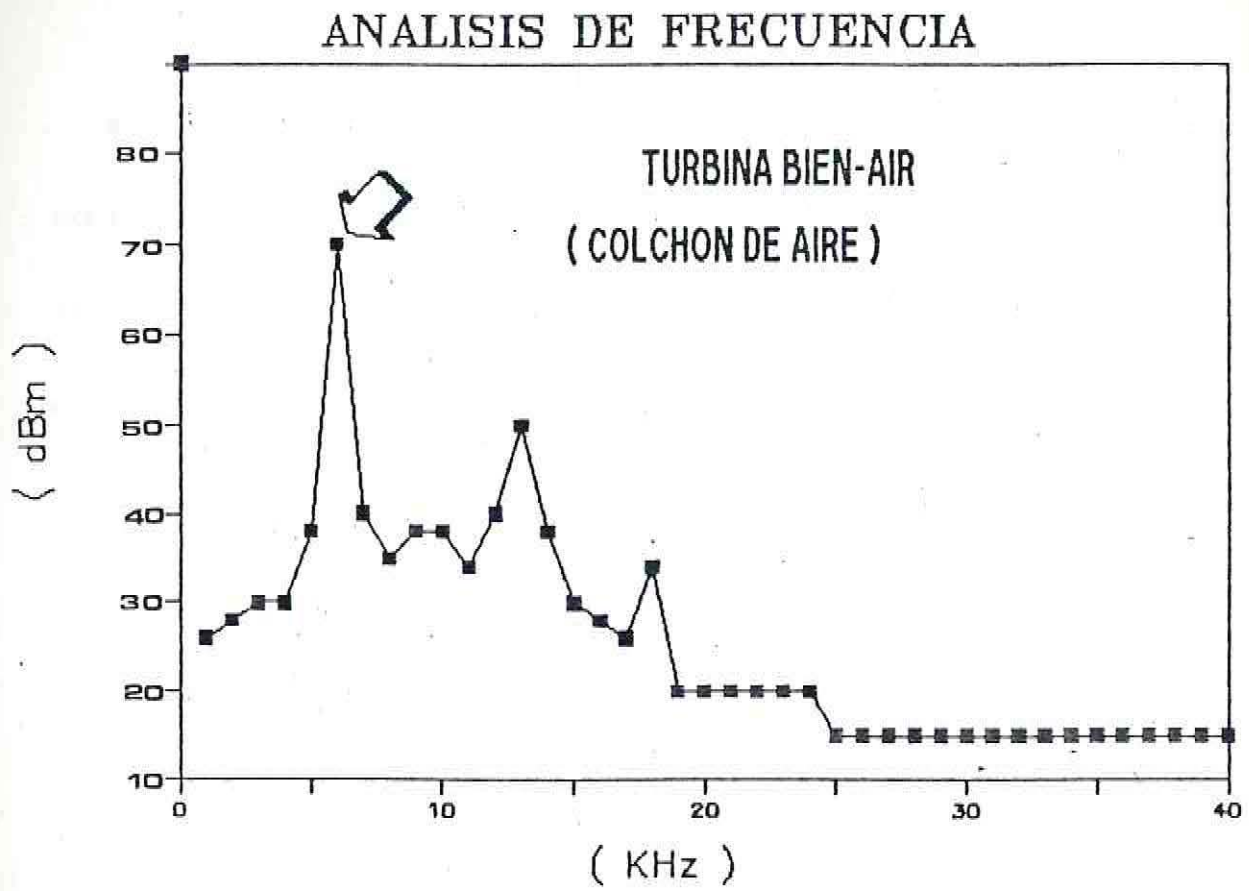
2.4. Turbina Bien Air (colchón de aire):

Fig. 29. Gráfico de análisis de frecuencia : TURBINA BIEN AIR .

2.5. Removedor de calculos (sub-sónico):

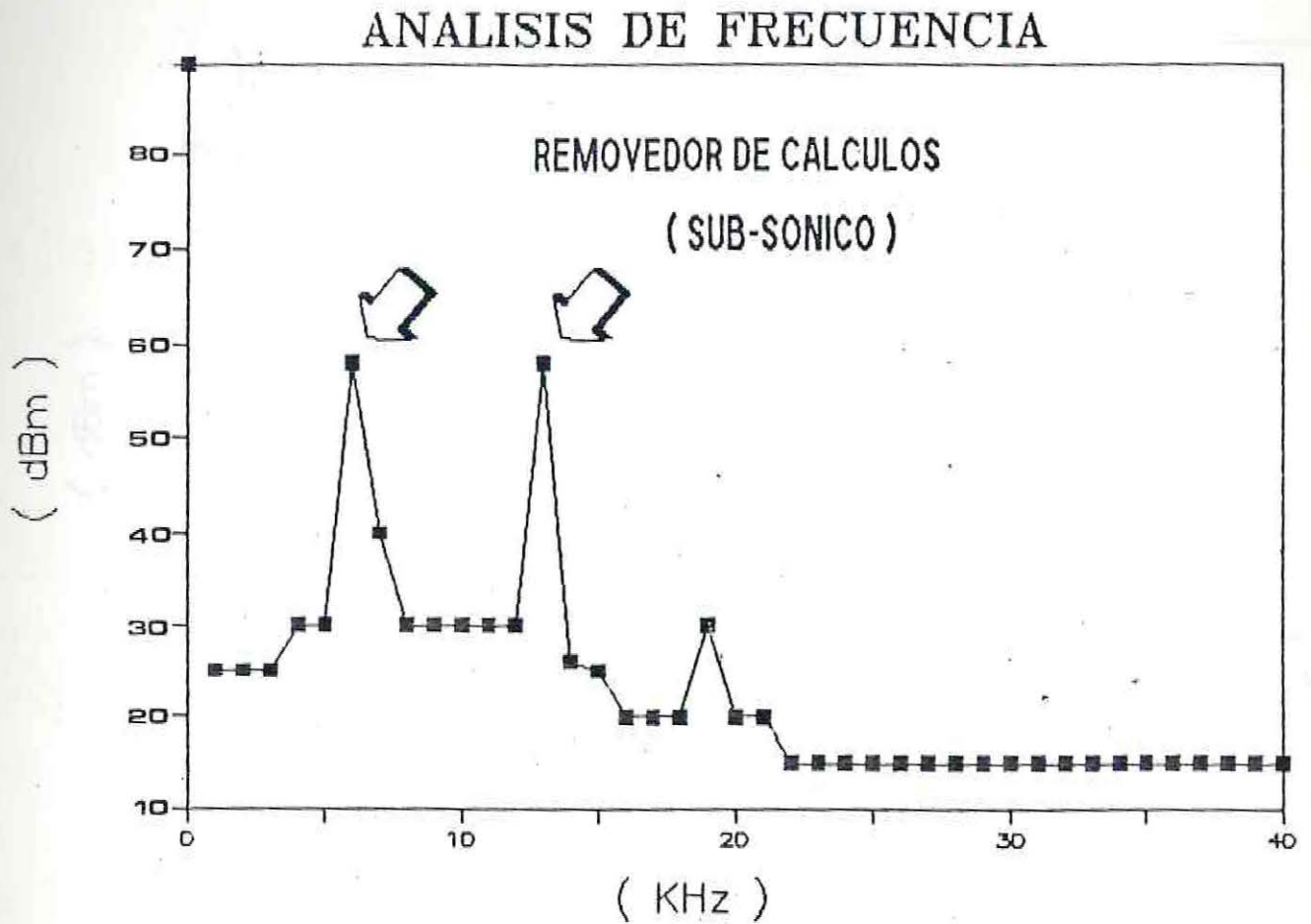


Fig. 30. Gráfico de análisis de frecuencia : REMOVEDOR DE CALCULOS .

2.6. Triturador mecánico de amalgama :

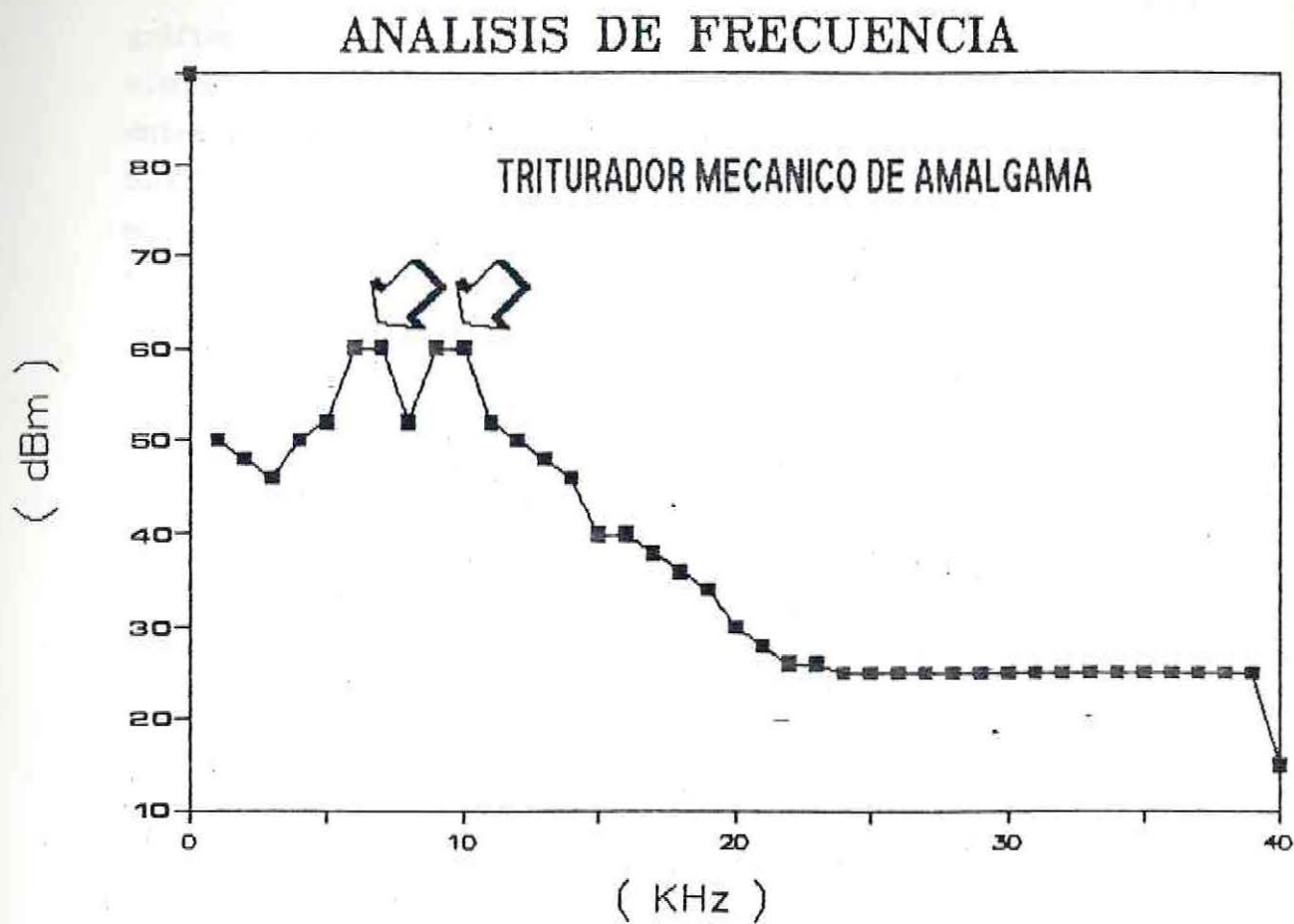


Fig. 31. Gráfico de análisis de frecuencia :TRITURADOR MECANICO DE AMALGAMA .

CAPITULO IV

3. Discusión:

Como se puede observar en la Fig. N°28 a, donde aparece el gráfico correspondiente al análisis espectral de la turbina a rodamiento marca Concentrix, el espectro de frecuencia mostró un rango entre los 4.000 y 30.000 Hz., notándose peaks relevantes a los 5.000 Hz. (60 dB.(A)) y 10.000 Hz. (60 dB.(A)), decreciendo gradualmente hasta los 29.000 Hz. La curva armónica es breve, pero bastante precisa en su aparición.

En el caso de la turbina marca Starflight (rodamiento), el espectro de frecuencias fluctuó entre los 1.000 y 35.000 Hz. (Fig. N° 28 b). Se puede observar en el gráfico tres cimas relevantes: A los 4.000 Hz. (68 dB.(A)), a los 8.000 Hz. (60 dB.(A)) y a los 12.000 Hz. (58 dB.(A)). Producto de la simetría de las cimas, se aprecia una curva armónica de las frecuencias.

Al analizar el espectro de frecuencias de la turbina a rodamiento marca Bien Air, se puede observar un rango a partir de los 1.000 Hz. y hasta los 26.000 Hz. Se puede detallar que peaks relevantes son los que se presentan a los 3.000 Hz.(40 dB.(A)), a los 9.000 Hz. (46 dB.(A)) y a los 12.000 Hz. (40 dB.(A)); la cima que se observa a los 25.000 Hz. no es audible (Fig. N°28 c).

En el gráfico correspondiente a la turbina marca Bien Air colchón de aire (Fig. N°29), se puede apreciar que el espectro de frecuencias presenta cimas a los 6.000 Hz. (70 dB.(A)), a los 13.000 Hz. (50 dB.(A)) y a los 18.000 Hz. (34 dB.(A)); la composición del espectro es armónica.

Para el scaler subsónico, el análisis espectral reveló un rango de frecuencias entre los 3.000 y 22.000 Hz., con peaks relevantes a los 6.000 Hz. (58 dB.(A)), a los 13.000 Hz. (58 dB.(A)) y a los 19.000 Hz. (30 dB.(A)). La curva es de composición armónica (Fig. N°30).

Finalmente, el triturador mecánico de amalgama presentó una composición espectral bastante pareja, que abarca casi todas las frecuencias desde los 1.000 a los 40.000 Hz. (Fig. N°31). Se observan

sólo dos cimas tipo plateau a los 6.000 Hz. (60 dB.(A)) y a los 9.000 Hz. (60 dB.(A)).

De acuerdo a lo señalado anteriormente, el ruido emitido por los instrumentos estudiados presenta un rango de frecuencias que abarca desde niveles audibles por los seres humanos (1.000 a 20.000 Hz.) hasta componentes ultrasónicas (sobre 20.000 Hz.).

De ellas, las componentes que presentan una mayor peligrosidad para la audición humana son, indudablemente, las cimas que se ubican en el campo de la frecuencia dentro de los umbrales de audición y que pueden ser potenciales productoras de trauma acústico. Según los datos encontrados, todos los instrumentos analizados presentan dichas cimas, algunas de las cuales son bastante destacables.

En adelante centraremos nuestro análisis en las componentes espectrales que son potenciales productoras de trauma acústico, y más especialmente, dentro del rango estudiado en la audiometría (250 a 8.000 Hz.).

Podemos concluir, que no existen diferencias sustanciales de espectro entre las turbinas a rodamiento y colchón de aire. Ambos tipos de turbina dental producen peacks significativos dentro del rango audible, que varían entre los 3.000 y 6.000 Hz..

Algo similar ocurre con los otros instrumentos estudiados (scaler, triturador de amalgama), cuyos peacks más importantes se localizaron en los 6.000 Hz..

En virtud de los datos obtenidos se podría encontrar en los Odontólogos a examinar, distintos grados de hipoacusia producida por ruido en las frecuencias pesquisadas.

CAPITULO V

MEDICION DEL NIVEL AUDITIVO EN ODONTOLOGOS Y GRUPO CONTROL.1. MATERIAL Y METODO:1.1. Universo y muestra:

Esta parte del estudio se realizó en 32 odontólogos, seleccionados entre 384 profesionales, pertenecientes al área VALPARAISO - VIÑA DEL MAR del Colegio de Dentistas. Se pretendió compararlos con personas sanas de similares condiciones y no sometidas a traumas acústicos. La mayoría de estos controles se obtuvieron de pacientes que acudían a la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Nuestro universo se limitó a odontólogos de Valparaíso y Viña del Mar, ante la imposibilidad de conocer el número exacto y lugar de trabajo de los odontólogos dispersos en la V Región. Se procuró buscar una muestra representativa, para lo cual se determinó un grupo de estudio de 32 odontólogos, tanto de sexo femenino como masculino y cuyas edades fluctuaban entre 24 y 52 años, en atención a uso de elementos rotatorios en base a turbinas.

Para relacionar convenientemente los años de profesión con el tiempo real de contaminación acústica con estos elementos rotatorios y otros, se consideró el año 1960 (inicio del uso de turbinas en forma generalizada), como fecha inicial de contaminación acústica odontológica. Todos los odontólogos de nuestro estudio, fluctuaron entre las edades ya indicadas: 24 y 52 años. Este principio estandarizó el posible daño acústico presente en los individuos, con un rango máximo de más o menos 2 años de exposición con respecto a años de profesión. Ejemplo: Un odontólogo de 44 años de edad, con 20 años de profesión, debe poseer 22 años aproximadamente de contaminación acústica odontológica. Otro encuestado con equivalente daño acústico, fue un odontólogo de 30 años de edad con seis años de profesión y 8 años de contaminación acústica. No fue válido un odontólogo de 30 años de profesión con sólo 8 años de uso de turbina.

1.2. Metodología de grabación audiométrica:

1.2.1. La audiometría se define como un sistema para medir la audición de un individuo.

Era innegable la necesidad de tomar audiometrías a toda la muestra que se considera en el presente trabajo. No es del caso, analizar los inconvenientes de recursos económicos que esto acarrea.

Para sortear con éxito esta dificultad, se llegó a implementar un Sistema Simplificado de Audiometría, SSA, de aquí en adelante, basados en un sistema de grabación de sonidos controlados, que se describen a continuación.

Para realizar la grabación de tonos puros, se debió recurrir a la tabla de compensación que se muestra a continuación, basada en la curva de Fletcher y Monson, para obviar el problema de sonoridad subjetiva:

TABLA DE COMPENSACION:

Frec ^{dB.}	60	50	40	30	20	10	0
250	57	49	40	32	24	18	12
500	56	46	37	28	19	13	6
1000	60	50	40	30	20	17	13
2000	57	47	37	27	17	9	1
3000	55	45	35	25	15	6	-2
4000	52	42	32	22	13	4	-4
6000	58	49	40	30	20	12	4
8000	66	56	47	38	29	21	14

El mayor nivel de la tabla frec/Int., es 66, el cual fue considerado para efectos de grabación como el nivel 0 (cero) en el emisor de tonos puros, siendo este el valor máximo del cual se dedujeron los demás.

Ejemplo:

$$57 - 66 = -9 \text{ dB. eléctricos.}$$

$$14 - 66 = 52 \text{ dB. eléctricos.}$$

TABLA DE GRABACION:

		DURACION (seg.)
60 decibeles:		
250 Hz.	-9 dB.	(4-3-2)
500 Hz.	-10 dB.	(4-3-2)
1000 Hz.	-6 dB.	(2-3-4)
2000 Hz.	-9 dB.	(3-2-4)
3000 Hz.	-11 dB.	(4-2-3)
4000 Hz.	-14 dB.	(4-2-3)
6000 Hz.	-8 dB.	(2-3-4)
8000 Hz.	0 dB.	(2-3-4)
50 decibeles:		
250 Hz.	-17 dB.	(4-3-2)
500 Hz.	-20 dB.	(2-3-4)
1000 Hz.	-16 dB.	(4-3-2)
2000 Hz.	-19 dB.	(4-2-3)
3000 Hz.	-21 dB.	(4-3-2)
4000 Hz.	-24 dB.	(2-3-4)
6000 Hz.	-17 dB.	(2-3-4)
8000 Hz.	-10 dB.	(4-3-2)
40 decibeles:		
250 Hz.	-26 dB.	(4-2-3)
500 Hz.	-29 dB.	(3-4-2)
1000 Hz.	-26 dB.	(2-3-4)
2000 Hz.	-29 dB.	(2-3-4)
3000 Hz.	-31 dB.	(2-4-3)
4000 Hz.	-34 dB.	(3-2-4)
6000 Hz.	-26 dB.	(3-2-4)
8000 Hz.	-19 dB.	(4-3-2)
30 decibeles:		
250 Hz.	-34 dB.	(3-2-4)
500 Hz.	-38 dB.	(2-3-4)
1000 Hz.	-36 dB.	(4-3-2)
2000 Hz.	-39 dB.	(4-2-3)
3000 Hz.	-41 dB.	(2-3-4)
4000 Hz.	-44 dB.	(3-4-2)
6000 Hz.	-36 dB.	(4-3-2)
8000 Hz.	-28 dB.	(3-2-4)

20 decibeles:

250 Hz.	-42 dB.	(4-3-2)
500 Hz.	-47 dB.	(2-4-3)
1000 Hz.	-46 dB.	(4-2-3)
2000 Hz.	-49 dB.	(3-4-2)
3000 Hz.	-51 dB.	(2-3-4)
4000 Hz.	-53 dB.	(2-3-4)
6000 Hz.	-46 dB.	(4-2-3)
8000 Hz.	-37 dB.	(3-2-4)

10 decibeles:

250 Hz.	-48 dB.	(4-2-3)
500 Hz.	-53 dB.	(2-4-3)
1000 Hz.	-49 dB.	(3-4-2)
2000 Hz.	-57 dB.	(4-3-2)
3000 Hz.	-60 dB.	(4-3-2)
4000 Hz.	-62 dB.	(2-3-4)
6000 Hz.	-54 dB.	(2-4-3)
8000 Hz.	-45 dB.	(3-2-4)

0 decibeles:

250 Hz.	-54 dB.	(4-2-3)
500 Hz.	-60 dB.	(2-4-3)
1000 Hz.	-53 dB.	(3-4-2)
2000 Hz.	-65 dB.	(4-3-2)
3000 Hz.	-68 dB.	(2-3-4)
4000 Hz.	-70 dB.	(4-3-2)
6000 Hz.	-62 dB.	(3-4-2)
8000 Hz.	-52 dB.	(3-2-4)

1.2.2. Se efectuó una grabación en una cinta de alta fidelidad, que por un método indirecto, permite simular los niveles de tonos puros utilizados en los test audiométricos convencionales. Para ello, se realizaron grabaciones con especificaciones precisas, que luego serán mencionadas. Las grabaciones no sufrieron distorsiones significativas luego de ser utilizadas más de 200 veces, siendo suficientes para los logros de nuestra investigación. Las alteraciones sonoras, clicks y calibración de tonos puros, han sido perfectamente nivelados.

Especificaciones:

a) Equipamiento de grabación:

1. Generador de tonos puros.
2. Deck stereo CR-W77 Fisher.
3. Oscilómetro (calibrador de grabaciones).
4. Cassette TDK SA60 70 us EQ.
5. Fonos de alta fidelidad, marca PIONEER SE-250.

b) Grabación propiamente tal:

1. Curva de compensación de Fletcher y Monson.
2. Sobrevaluación en 10 dB. de los niveles de grabación (compensación del ruido ambiental mínimo, cámara reverberante).
3. Duración de la grabación: 20 ± 5 min.
4. Tres tonos puros por nivel de grabación (intensidad|frecuencia).
5. 163 tonos puros grabados.
6. 2 -4 seg. de duración de los tonos puros.
7. 1 - 2 seg. de duración de espacios de silencio entre tono y tono.
8. Grabación efectuada con sistema Dolby.
9. Atenuación de click con uso de mute.
10. Calibración del nivel de grabación en el N° 7.
11. La grabación se realizó en forma pareja, para ambas vías.

1.3. Encuesta evaluadora del efecto del sonido en Odontólogos y grupo control.

1.3.1. Implementación para la realización de la encuesta:

Para la realización de la encuesta, se procuró, tanto para el encuestado como para el controlador del test audio

métrico (operador), un campo de sonido directo, mediante la utilización de fonos de alta fidelidad y una sala de mínima reverberancia.

Las experiencias audiométricas se realizaron en un ambiente de sonidos difusos minimizados, ante la imposibilidad material de realizarlo en una cámara anecoide, por su alto costo.

Implementación propiamente tal:

- 1.3.1.1. Deck stereo CR-W77 Marca Fisher.
- 1.3.1.2. Fonos de alta fidelidad SE-250 Marca Pioneer (encuestado y controlador).
- 1.3.1.3. Adaptador para doble salida stereo.
- 1.3.1.4. Cassette SA60-70 us EQ.
- 1.3.1.5. Otoscopio con iluminación (Fig. 32 - 33).
- 1.3.1.6. Cartola de evaluación - audiograma.
- 1.3.1.7. Triple control de la audiometría: Auditivo/visual/escrito.



Fig.32. Se puede apreciar el Deck stereo CR-W77 marca Fisher utilizado en el test audiométrico.

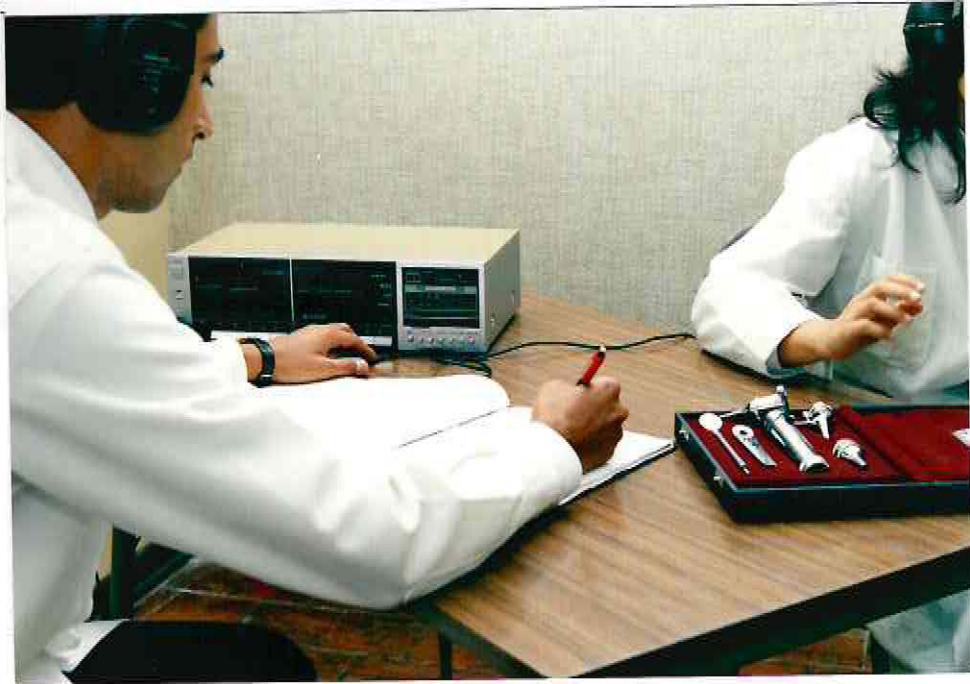


Fig.33. Se muestra en el recuadro , el otoscopio con iluminación, utilizado en la encuesta audiométrica.

1.3.2. Procedimiento evaluador audiométrico:

A cada una de las personas en estudio, se les realizó una encuesta evaluadora, relativa a efectos del sonido, y una otoscopia clínica, para determinar si cumplía con los requisitos de normalidad en:

- a) Conductos auditivos externos despejados.
- b) Integridad de membranas timpánicas.

Posteriormente, se les dio una breve explicación general del contenido del test audiométrico y del tiempo que aproximadamente abarcaba. Luego se procedió a dar las siguientes explicaciones:

- 1.3.2.1. La grabación que Ud. escuchará consta de una serie de pitos, graves como sirenas de barco y agudos como la alarma de un reloj de cuarzo.
- 1.3.2.2. Cada vez que sienta un pito debe levantar la mano, o indicar con el índice demostrativamente, desde su inicio hasta su término. Debe repetir este movimiento cuantas veces crea sentir un sonido.
- 1.3.2.3. Se le avisará el término de la Audiometría.

Se procede a la ubicación del encuestado, de tal suerte que en su posición no pueda ser influenciado por las anotaciones del controlador, (respuesta objetiva). Se colocan adecuadamente los fonos de alta fidelidad y se realiza la conexión al amplificador CR-W77, marca FIF y se inicia la Audiometría (Fig. 34 - 35).



Fig. 35. Como se pudo observar en las dos figuras anteriores, el encuestado es ubicado, y al percibir la señal (pito) levanta la mano o el dedo, siendo consignada esta respuesta en el audiograma.

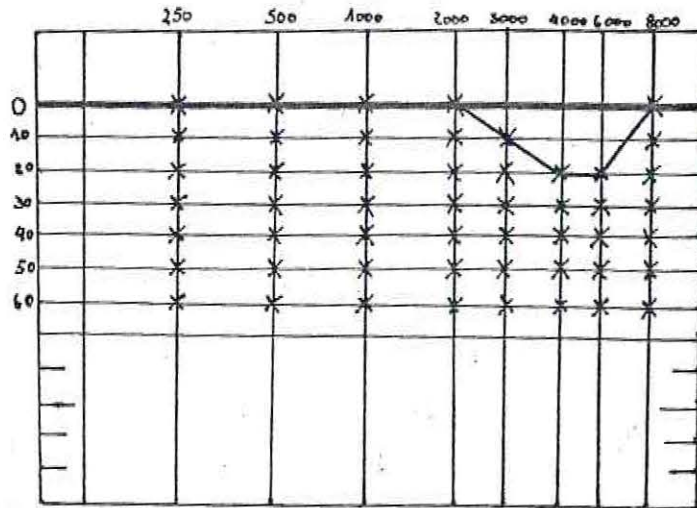


Fig. 36. En esta figura, se puede observar muestras de la información recolectada, que señala el audiograma simplificado.

1.3.3. Indicadores de análisis (encuesta):

Se incluye en la Fig. 37. una réplica del formato usado en la encuesta evaluadora del efecto del sonido en Odontólogos y controles. Se requiere lo siguiente:

"ENCUESTA EVALUADORA DEL SONIDO EN ODONTOLOGOSY OTROS"

Fecha:..... Nº

1. NOMBRE:.....
2. SEXO:.....
3. EDAD:.....
4. PROFESION:.....
5. AÑOS DE PROFESION:.....
6. USO DE TURBINA:- ¿Qué tipo de turbina usa? - Rodamiento.....
- Colchón de aire....
- ¿Cuántas horas a la semana?
7. ¿Está sometido al ruido del compresor? SI
NO
8. ¿Usa removedor de cálculos mecánico? SI Ultrasonico....
(eléctrico)
Subsónico.....
(neumático)
NO
- ¿Cuántas horas a la semana?.....
9. ¿Lo consideran una persona de audición normal? SI
NO
- ¿Se ha sometido a audiometrías? SI NO
- ¿Por qué motivo?
- ¿Con resultado normal o alterado?
- Fecha de sus audiometrías
- Sus horas de descanso: ¿Son ruidosas? (Música, TV, tráfico, otros).....
¿Son silenciosas?
- ¿Le habían efectuado anteriormente una encuesta similar a esta? SI.....
NO.....
- ¿En qué fecha?

Se requiere la identificación clara y precisa de cada encuestado. Además, se tomaron en cuenta las variables que a continuación se detallan:

- 1.3.3.1. Profesión: Si bien es cierto que el estudio se orientó a la medición del daño auditivo selectivo en Odontólogos, fue necesario identificar claramente el oficio o profesión del grupo control. En lo último, se buscó controles cuya actividad estuviese alejada de traumas acústicos.
- 1.3.3.2. Años de profesión: Orientado específicamente a los Odontólogos. Esta variable se refiere al tiempo a que ha estado expuesto a la contaminación acústica profesional.
- 1.3.3.3. Uso de turbina: Importante para determinar en las respuestas, los distintos tipos de turbinas empleadas en la práctica odontológica y el tiempo de trabajo clínico promedio.
- 1.3.3.4. Ruido de compresor: Se pretendió conocer el tipo y calidad del ruido contaminante de elementos distintos a la turbina dental, que podrían influir en los resultados buscados. La misma intención se tuvo en cuenta en la pregunta sobre el uso de removedores de cálculos mecánicos.
- 1.3.3.5. Persona de audición normal: Esta variable, se incluyó con el afán de determinar la capacidad de los encuestados de percibir subjetivamente los cambios en la audición, y que no estuviesen determinados por una patología auditiva.
- 1.3.3.6. Mediciones audiométricas anteriores: Esta variable tiende a pesquisar especialmente en el grupo de los Odontólogos, la importancia que le asignan éstos al examen audiométrico y las causas determinantes de su realización.
- 1.3.3.7. Horas de descanso: Este ítem, busca dentro de los encuestados el tipo de ambiente a que se somete el Odontólogo, luego de sus labores diarias, y su posible repercusión en el daño acústico que se estudia.
- 1.3.3.8. Realización de encuestas similares a ésta: Esta variable pretendió evaluar el grado de conciencia que tienen hoy los Odontólogos, sobre la contaminación acústica laboral a que están sometidos diariamente.

CAPITULO V

2. RESULTADOS:2.1. Encuesta evaluadora del efecto del sonido en Odontólogos y grupo control:INDICADORES PARA EL ANALISIS:

2.1.1. TABLA N° 1:

	DENTISTAS	CONTROLES	SUB TOTAL
MUJERES	10	10	20
HOMBRES	22	22	44
SUB TOTAL	32	32	64

2.1.2. TABLA N° 2:

USO DE TURBINA:		
RODAMIENTO	19	61,3%
C. de AIRE	5	16,1%
AMBAS	7	22,6%
	31	

2.1.3. TABLA N° 3:

MARCAS DE TURBINAS

MARCAS	RODAMIENTO	C. de AIRE
CONCENTRIX	3	-
DENTSPLAY	8	-
STAR FUTURA II	5	-
KAVO	4	3
W - H	3	-
BIEN AIR	2	2
SIEMENS	1	1
CASTELLINI	2	2
ATLANTE	1	-
RITTER	1	-
CHAIN	1	-
WEBER	1	-
YOSHIDA	-	1
N. S. K.	-	1

2.1.4. HORAS \bar{X} SEMANALES DE TRABAJO CLINICO: 31.5 hrs.TIEMPO \bar{X} DE USO EFECTIVO DE TURBINA : 5 hrs./sem. (continuada).

2.1.5. TABLA N° 4:

RUIDO DE COMPRESOR		
SOMETIDO A RUIDO		
DE COMPRESOR	13	40,6%
NO SOMETIDO A RUIDO		
DE COMPRESOR	19	59,4%
TOTAL	32	

2.1.6. TABLA N° 5:

REMOVEDORES DE CALCULOS MECANICOS:		
DENTISTAS QUE		
LO USAN	13	40,6%
DENTISTAS QUE		
NO LO USAN	19	59,4%
TOTAL	32	

TABLA N° 6:

TIPOS DE SCALER UTILIZADO:		
ULTRASONICO	6	46,2%
SUBSONICO	7	53,8%
TOTAL	13	

TIEMPO \bar{X} DE UTILIZACION DEL SCALER: 2.5 Hrs./sem.

2.1.7. TABLA N° 7:

AUDICION SUBJETIVA		
AUDICION NORMAL	27	84,4%
AUDICION ANORMAL	5	15,6%
TOTAL	32	

2.1.8. TABLA N° 8:

TEST AUDIOMETRICOS ANTERIORES:		
SI	5	15,6%
NO	27	84,4%
TOTAL	32	

CAPITULO V

3. Discusión:

En el análisis de la variable "uso de turbina" se aprecia que el 98% de los Odontólogos encuestados contestaron que la utilizaban clínicamente. De ellos, la mayoría prefería turbinas a rodamiento y su promedio de trabajo clínico fue de 5 hrs./semana de uso continuo y efectivo.

En cuanto al ruido del compresor, su resultado fue que un 59% de los encuestados trabaja en un ambiente libre del ruido del compresor, lo que constituye un factor atenuante de la contaminación acústica odontológica. Lo mismo ocurre con el uso de removedores de cálculos mecánicos, donde un 59% de los Odontólogos no los utilizaban.

De acuerdo a los resultados encontrados, no existe duda alguna que el trauma acústico constituye un problema real dentro de la profesión odontológica. Sin embargo, casi la totalidad de los odontólogos encuestados contestaron que no presentaban alteraciones auditivas (84,4%), pese a que al efectuar el examen audiométrico, se pudo constatar que un 94% de ellos presentaba algún grado de hipoacusia. Conocido es que el daño es lento, progresivo y sin que el portador lo perciba en sus etapas iniciales. Esto último debería representar una alarma para la comunidad odontológica, en el sentido de dejar constancia de la necesidad de efectuarse un examen audiométrico periódico y tomar las medidas preventivas del caso, aún ante la ausencia de síntomas subjetivos de pérdida auditiva. Sin embargo, los Odontólogos revelaron no estar en conciencia de lo anterior, lo cual se puede observar al constatar que la gran mayoría de ellos (84%), nunca se había realizado anteriormente un test audiométrico. La desaprehensión es notable.

En la presente investigación se pudo también establecer la poca preocupación que existe en la Profesión respecto al problema de la contaminación acústica, comprobando al determinar que la totalidad de los encuestados, nunca habían sido interrogados con anterioridad respecto al tema en cuestión.

A cada uno de los Odontólogos estudiados se les comparó con un control sano, cuya diferencia era que no estaba ex-

2.1.9. TABLA N° 9:

HORAS DE DESCANSO:

RUIDOSA	16	50%
SILENCIOSA	16	50%
	32	

2.1.10. TABLA N° 10:

ENCUESTA SIMILAR ANTERIOR:

SI	0	0%
NO	32	100%
	32	

2.2. EXAMENES AUDIOMETRICOS

2.2.1. TABLA N° 11:

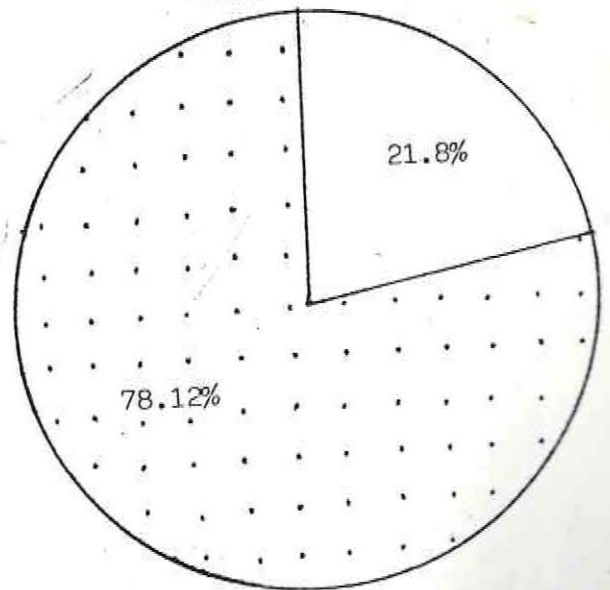
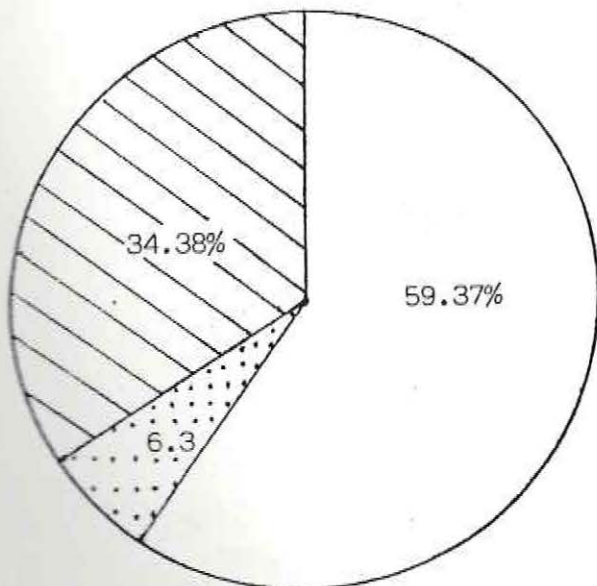
Resultados de Trauma Acústico encontrado en los audiogramas entre 1.000 y 8.000 Hz., en relación a dB.

ODONTOLOGOS CONTROLES

	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	TOTAL
CURVAS NORMALES	2	0	2 6,2%	19	9	25 78,1%	27
HIPOACUSIA LEVE	11	8	19 59,4%	6	1	7 21,9%	26
HIPOACUSIA MODERADA	9	2	11 34,4%	0	0	0 -	11
			32 100%			32 100%	64

ODONTOLOGOS

CONTROLES



■ Normales.

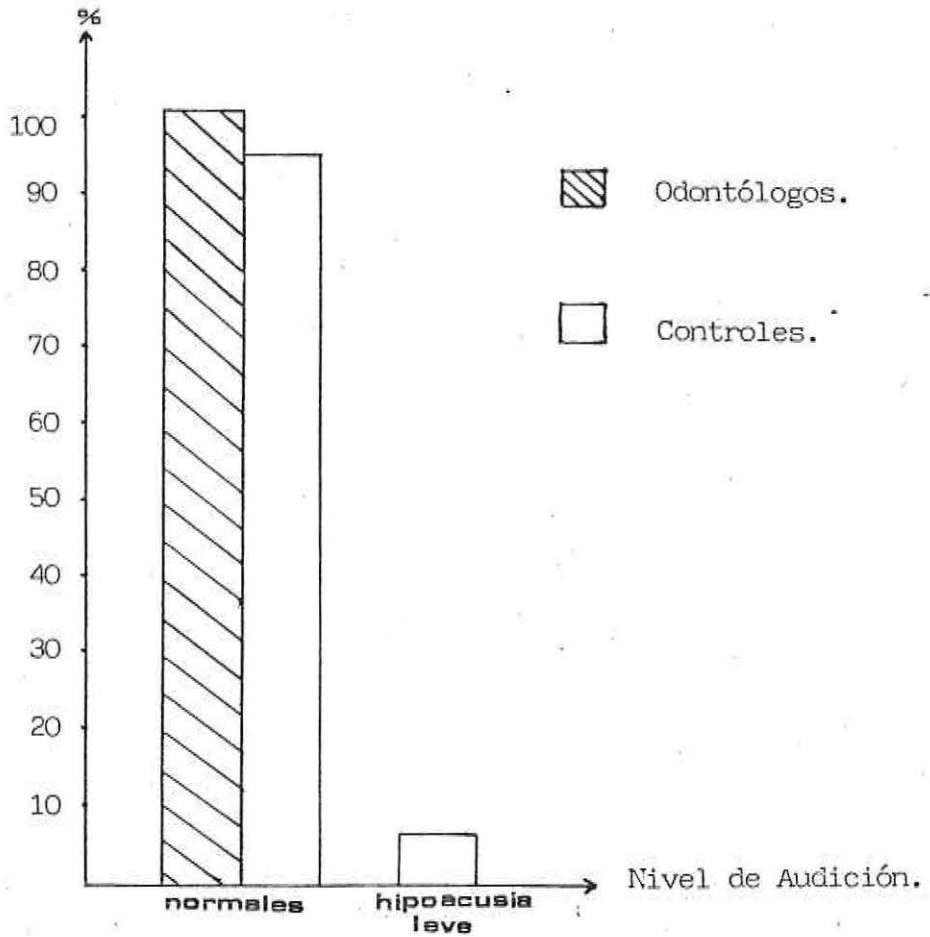
□ H. Leve.

▨ H. Moderada.

2.2.2. TABLA N° 12

Resultados de Trauma Acústico encontrados en los audiogramas a los 1.000 Hz.

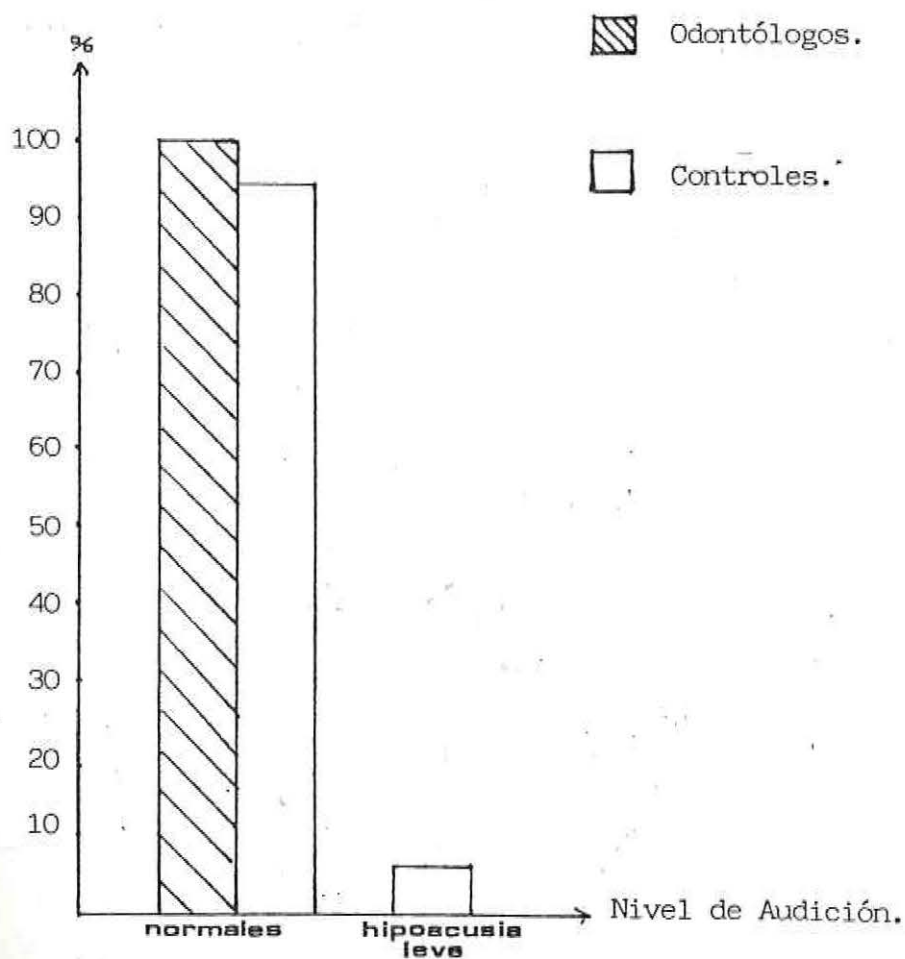
	ODONTÓLOGOS				CONTROLES				TOTAL
			SUBTOTAL				SUBTOTAL		
CURVAS NORMALES	22	10	32	100%	20	10	30	93,75%	62
HIPOACUSIA LEVE	0	0	0	-	2	0	2	6,25%	2
HIPOACUSIA MODERADA	0	0	0	-	0	0	0	-	0
			32	100%			32	100%	64



2.2.3. TABLA Nº 13:

Resultados de Trauma Acústico encontrados en los audiogramas, en los 2.000 Hz.:

	ODONTOLOGOS						CONTROLES		TOTAL
	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	%	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	%	
CURVAS NORMALES	22	10	32	100%	20	10	30	93,75%	62
HIPOACUSIA LEVE	0	0	0	-	2	0	2	6,25%	2
HIPOACUSIA MODERADA	0	0	0	-	0	0	0	-	0
			32	100%			32	100%	64

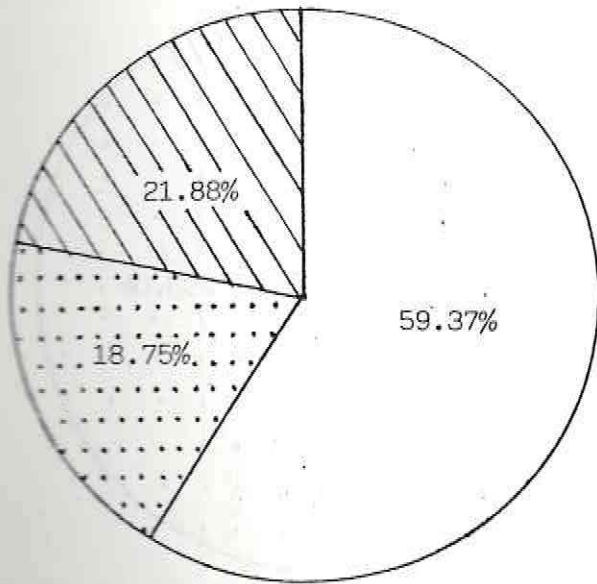


2.2.4. TABLA N° 14:

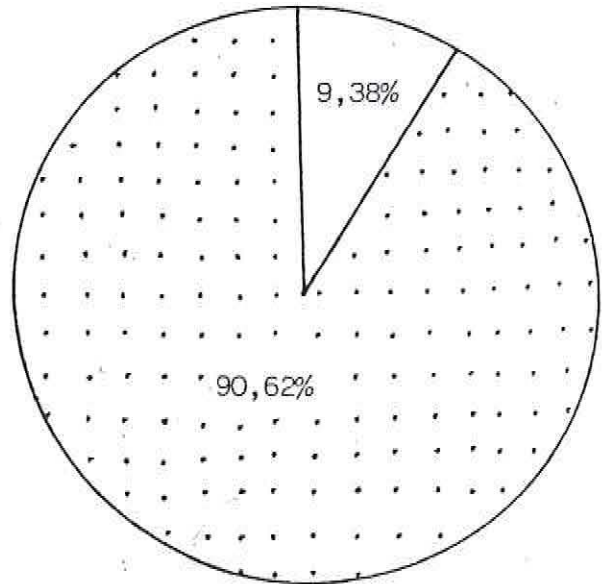
Resultados de Trama Acústico encontrados en los audiogramas en los 3.000 Hz.:

	ODONTOLOGOS			CONTROLES			TOTAL
	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	
CURVAS NORMALES	4	2	6 18,7%	20	9	29 90,6%	35
HIPOACUSIA LEVE	12	7	19 59,4%	2	1	3 9,4%	22
HIPOACUSIA MODERADA	6	1	7 21,9%	0	0	0 -	7
			32 100%			32 100%	64

ODONTOLOGOS




CONTROLES



 Normales

 H. Leve

 H. Moderada

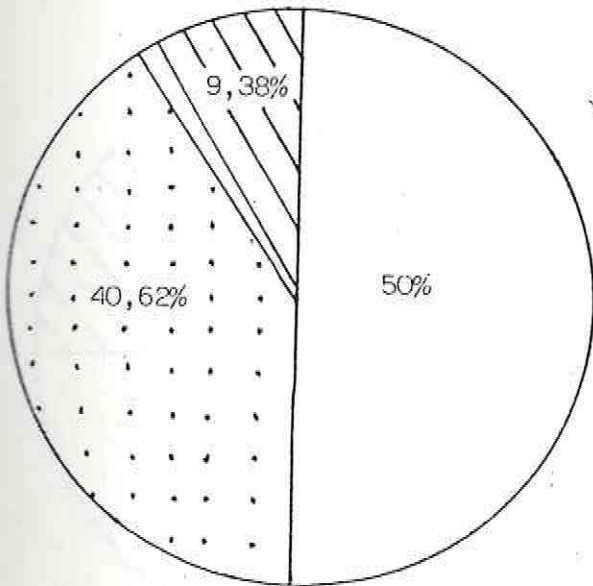
2.2.5. TABLA N° 15:

Resultados de Trauma Acústico encontrados en los audiogramas en los 4.000 Hz.:

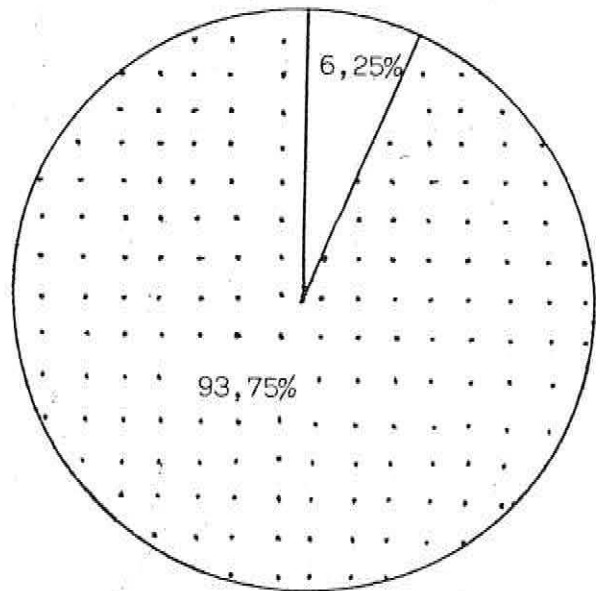
ODONTOLOGOS CONTROLES


	MASC.	FEM.	SUBTOTAL		MASC.	FEM.	SUBTOTAL	TOTAL	
CURVAS NORMALES	5	8	13	40,6%	20	10	30	93,75%	43
HIPOACUSIA LEVE	15	1	16	50%	2	0	2	6,25%	18
HIPOACUSIA MODERADA	2	1	3	9,4%	0	0	0	-	3
			32	100%			32	100%	64


ODONTOLOGOS




CONTROLES



 Normales

 H. Leve

 H. Moderada

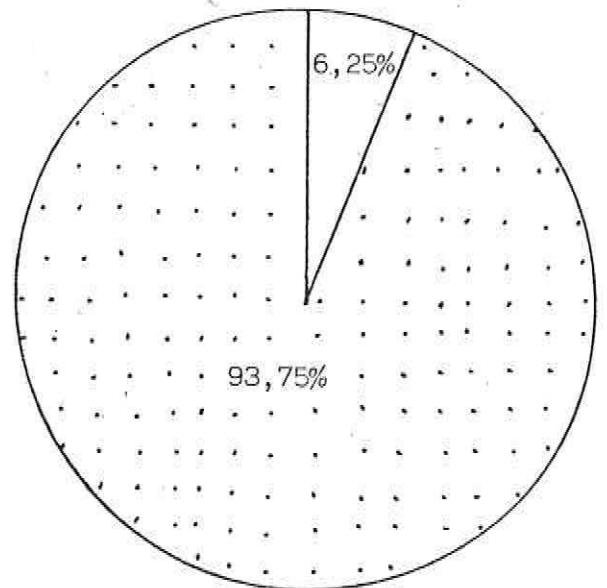
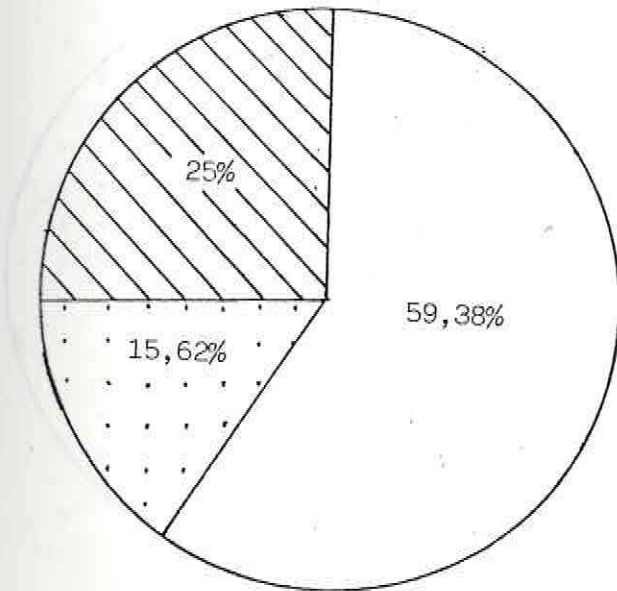
2.2.6. TABLA N° 16:

Resultados de Trauma Acústico encontrados en los audiogramas en los 6.000 Hz.:

	ODONTOLOGOS			CONTROLES			TOTAL
	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	MASC.	FEM.	SUBTOTAL	
CURVAS NORMALES	4	1	5 15,6%	20	10	30 93,75%	35
HIPOACUSIA LEVE	12	7	19 59,4%	2	0	2 6,25%	21
HIPOACUSIA MODERADA	6	2	8 25%	0	0	0 -	8
			32 100%			32 100%	64

ODONTOLOGOS

CONTROLES



■ Normales

▨ H. Leve

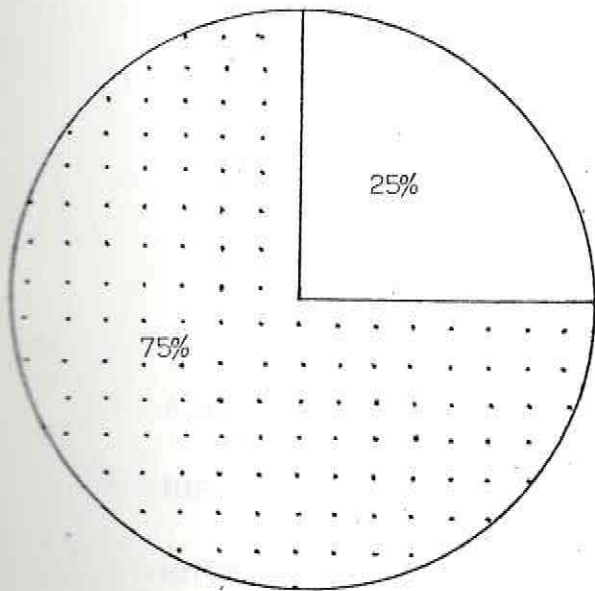
▩ H. Moderada

2.2.7. TABLA Nº 17:

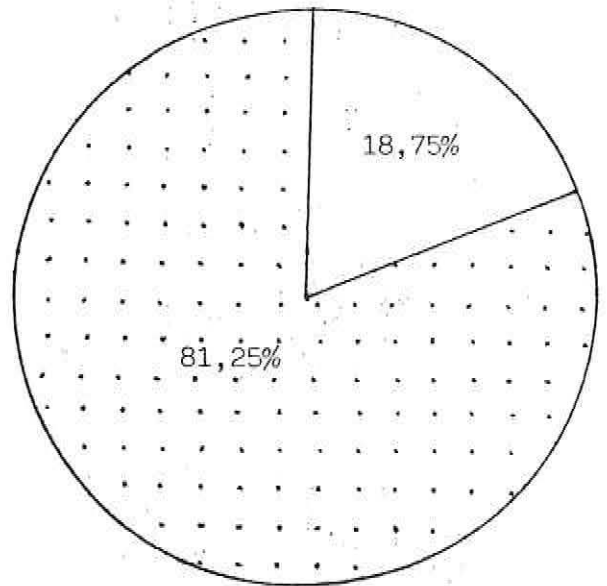
Resultados de Trauma Acústico encontrados en los audiogramas en los 8.000 Hz.:


ODONTOLOGOS CONTROLES									
	MASC.	FEM.	SUBTOTAL		MASC.	FEM.	SUBTOTAL		TOTAL
CURVAS NORMALES	16	8	24	75%	16	10	26	81,2%	50
HIPOACUSIA LEVE	6	2	8	25%	6	0	6	18,8%	14
HIPOACUSIA MODERADA	0	0	0	-	0	0	0	-	0
			32	100%			32	100%	64


ODONTOLOGOS




CONTROLES



 Normales

 H. Leve

 H. Moderada

2.2.8. TABLA N° 18:

Tipo de Turbina vs. Tipo de curva audiométrica

	T. Rodamiento		T. Colchón de Aire		AMBAS	SUBTOTAL
NORMAL	2	10,5%	0	-	0	2
HIPOACUSIA LEVE	11	57,9%	4	80%	5	20
HIPOACUSIA MODERADA	6	31,6%	1	20%	2	9
	19		5		7	31 *

* Hubo un Odontólogo que no utilizaba turbina, por lo cual no se le consideró en la presente Tabla.

2.2.9. TABLA N° 19:

Uso de compresor vs. Trauma Acústico:

ODONTOLOGOS SOMETIDOS AL RUIDO DE COMPRESOR vs. ODONTOLOGOS NO SOMETIDOS AL RUIDO DE COMPRESOR

	ODONTOLOGOS SOMETIDOS AL RUIDO DE COMPRESOR		ODONTOLOGOS NO SOMETIDOS AL RUIDO DE COMPRESOR		
NORMAL	0	-	2	11%	2
HIPOACUSIA LEVE	11	79%	9	50%	20
HIPOACUSIA MODERADA	3	21%	7	39%	10
	14	100%	18	100%	32

2.2.10. TABLA N° 20:

Uso de scaler vs. Trauma Acústico:

	U S O		N O U S O		TOTAL
NORMAL	0	0	2	11%	2
HIPOACUSIA LEVE	10	77%	9	47%	19
HIPOACUSIA MODERADA	3	23%	8	42%	11
	13	100%	19	100%	32

puesto diariamente a ruidos potencialmente productores de trauma acústico, tanto en su actividad laboral como en su vida de hogar.

En general, la gran mayoría de los Odontólogos (93,8%) presentó algún grado de hipoacusia, en tanto que en el grupo control esta cifra fue considerablemente menor (21,9%).

El problema de trauma acústico odontológico se centró, en las frecuencias entre los 3.000 y 6.000 Hz., lo que corresponde, según lo encontrado en el capítulo anterior, a las frecuencias del sonido emitido precisamente por las turbinas de uso dental y scaler principalmente.

A los 3.000 Hz., el 90,6% de los controles presentaron una audición normal, mientras que en el grupo en estudio, Odontólogos, el 81,3% presentó hipoacusia leve o moderada.

A los 4.000 Hz., ocurrió algo similar, encontrando en el grupo control un 93,75% con resultado normal y entre los Odontólogos sólo un 40,6%.

Se pudo observar algo parecido a los 6.000 Hz., donde un 84,4% de los Odontólogos presentó trauma acústico leve o moderado, en tanto que sólo se observó daño en un 6,25% de los controles, lo que es muy demostrativo.

En cambio en los 8.000 Hz., no se obtuvo una gran diferencia en los resultados entre el grupo control y en estudio, encontrando un 81,2% y 75% de audición normal respectivamente.

Al analizar el trauma acústico en relación al ambiente de descanso, no se encontró una diferencia destacable.

El análisis del trauma acústico presente en los Odontólogos en relación al tipo de turbina utilizada, se pudo apreciar que los dos tipos en estudio produjeron en mayor porcentaje una hipoacusia leve o moderada. Sin embargo, no existe diferencia entre los resultados encontrados entre ambos tipos de turbina.

No se puede concluir respecto a cual tipo de turbina produce mayor o menor daño acústico, ya que el número de profesionales que utilizaban turbina colchón de aire fue muy pequeño en relación a los que utilizaban las de rodamiento.

En cuanto al uso del compresor, se pudo observar que en el grupo no sometido a su ruido se obtuvo un 11% de Odontólogos

con audición normal y un 89% con algún grado de hipoacusia. Entre los profesionales que no estaban sometidos al ruido del compresor no se encontraron, sin embargo, curvas normales, presentando la totalidad de ellos una pérdida auditiva. Estos resultados sugieren que el ruido del compresor sería un factor agravante en la producción del trauma acústico odontológico, que habría que eliminar.

Al efectuar el estudio de los encuestados que usaban scaler subsónico o ultrasónico, se concluyó, basándose en los datos obtenidos, que su uso alternado con turbina mantiene la misma regularidad de los resultados encontrados en el cuadro general de la Tab. N° 11 .

Hay que destacar, que en la encuesta realizada se presentó el caso de 2 profesionales que acusaron trauma acústico leve o moderado, sin haber utilizado turbina dental en su práctica clínica. Uno de ellos, dedicado a la Periodoncia utiliza el scaler subsónico con frecuencia. El otro es Docente de la Facultad de Odontología y ha trabajado durante 20 años con un promedio de veinte horas semanales en el ambiente contaminado de una clínica-docente asistencial. Esto último nos hace pensar que el trauma acústico no es efecto sólo del uso personal de turbina dental, sino que pueden producirlo otros ruidos profesionales ambientales, o bien, el permanecer en un ambiente contaminado.

Luego de lo expresado, es un hecho que existe en el medio odontológico el problema del trauma acústico profesional, por lo que se deberían tomar adecuadas medidas para prevenirlo

Se recomienda, como principio fundamental, la profilaxis (13), que consta de:

1. Uso de tapones y fonos protectores.
2. Diseño adecuado de la clínica odontológica y uso en ella de materiales absorbentes de ruidos.
3. Evitar el uso excesivo en tiempo y frecuencia de instrumental contaminante acústico.
4. Evitar la sobre estimulación acústica luego de las horas de trabajo clínico.

RESUMEN

El oído humano y sus vías nerviosas son susceptibles de ser lesionadas por el ruido. Dependiendo de las características, frecuencia e intensidad, que el ruido posea, será el daño que éste produzca.

Se origina luego de años de exposición, una hipoacusia irreversible inducida por ruido: El trauma acústico. En nuestra profesión el causante de esta patología, es el ruido odontológico clínico, el cual aunque no alcance niveles críticos (55 a 70 dB.(A)) (25), por los años de insidiosa estimulación, es capaz de llegar a lesionar irreversiblemente el oído del profesional.

Dicha hipoacusia, es por cierto, un problema cada vez más frecuente, especialmente en las generaciones actuales de Odontólogos y estudiantes, ya que debemos sumar a lo mencionado, el que estamos inmersos en una sociedad generadora de ruido contaminante, que sufre de una socioacusia. Socioacusia, un término nuevo que identifica las consecuencias sociales de la contaminación por ruido, indicando la omnipresencia del problema en cuestión.

A N E X O.

Con el objeto de complementar la investigación, se incluye la siguiente información, obtenida de

, algunos de cuyos resultados coinciden con los aquí pesquisados. Al disponer de mayores recursos allá, pudieron establecer valores que a continuación se detallan, para quienes a futuro los requieran.

1. Trituradores mecánicos:

a) Dentomat eléctrico: Muestra un nivel constante desde los 60 dB(A), los cuales se prolongan hasta una frecuencia de 8.000 Hz. El peak se obtuvo a los 69 ± 2 dB(A).

b) Dentomat electrónico: El espectrograma muestra desde los 250 Hz. una cima de 62 ± 2 dB(A).

2. Instrumentos Ultrasónicos:

a) Sonadent/Bandelini: La información recolectada da 88,75 dB(A) y un rango de frecuencia de hasta 16.000 Hz.

b) Cavitron 600/Dentsplay: Muestra al espectrograma una proximidad paralela entre las curvas de intensidad Low - Medium - High, de las cuales la máxima absoluta fue de 82 ± 3 dB(A) y 31,5 KHz. en la zona de ultrafrecuencia.

3. Succionadores o Eyectores:

a) Orosuc: Se produce un nivel sonoro de trabajo de 78,7 dB(A).

4. Turbinas dentales:

a) Kavo 652-A (rodamiento): 76,84 dB(A) - Nivel medio.
67 a 72 dB(A) - 2.000 a 4.000 Hz.
74,5 dB(A) - 8.000 Hz.
90 dB(A) - 16.000 Hz.

b) Kavo All Air (colchón de aire):
50,84 dB(A) - Nivel medio.
56 dB(A) - 4.000 Hz.
62 dB(A) - 8.000 Hz.
60 dB(A) - 16.000 Hz.

c) Kavo Super Torque 625 (rodamiento):
58,84 dB(A) hasta 60,14 dB(A)-Nivel medio.
64 dB(A) - 4.000 Hz.
60 dB(A) - 8.000 Hz.

BIBLIOGRAFIA:

- 1 - Analli L. Apuntes de Otorrinolaringología. Facultad de Medicina Occ., U. de Chile - 1974.
- 2 - Barrancos Mooney J., Operatoria Dental Técnica y Clínica, 3ª Edic., Edit. Panamericana Cap. 3, pags. 90 - 94, 1985.
- 3 - Brüel & Kjaer, La Medida del Sonido; 1ª Edic., Edit. Larsen & Son, pags. 2 - 7, 1979.
- 4 - Constanzo J., Teoría y Aplicaciones de la Electroacústica: Proyecto de Laboratorio; trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Civil Electrónico, U. F. Snta. María, Cap. I.2.4., I.5 I.6., 1976.
- 5 - Consejo Regional Valpso., Boletín Informativo Colegio de Dentistas año II N° 9, 1987.
- 6 - D.L.N. N° 78, Diario Oficial 21/10/83.
- 7 - Dixon Word W., Otorrinolaringología, Paparella and Shumbick 4ª Edic. Edit. Panamericana, tomo II, sección 5ª, Cap. 35, 1982.
- 8 - Ferrel G. Stremmler, Sist. de Comunicación, 1ª Edic., Edit. Fondo Educativo Interamericano, Cap. 2.16. pags. 47 - 48, 1985.
- 9 - Finke K. und Gööck R., Modernes Jungenlexicon in Farbe, 1ª Edic., Edit. Bertelmann Club GmbH., pag. 440, 1979.
- 10 - Ganong W., Fisiología Médica, 8ª Edic., Edit. El Manual Moderno S.A. Cap. 9, pags. 128 - 139, 1982.
- 11 - Gravendeel and Plomp., Micronoisetrauma Arch. Otolaryngol. 71:656-663, 1960.
- 12 - Grau J., Contaminación del Aire y Ruido, 1ª Edic., Edit. Oikos, Caps. 5.2, 5.3, 5.5, 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 1980.
- 13 - Goodhill, El Oído, 4ª Edic., Edit. Salvat, Cap. X.25 pags. 526-533, 1986.
- 14 - Hassal J.R. and Zaverik, Acoustic Noise Measurements, 4ª Edic., Edit. Larsen & Son., Cap. 2, pag. 31, 1979.
- 15 - Jeger J. and Jeger S., Medición de la Audición en Adultos, Paparella and Shumbick, Otorrinolaringología, 4ª Edic., Edit. Panamericana, Cap. 4, pag. 1203, 1982.
- 16 - Larousse. Diccionario Médico, 1ª Edic., Edit. Larousse, pags. 744-746, 1956.
- 17 - López N. Misrachi C., Evaluación del Producto del Curriculum de Formación del Odontólogo a través de las Promociones 1978 a 1983. Od. Chilena 35: 3-21, 1987.
- 18 - Marambio G., Desarrollo de un Método de Análisis Espectral y Diná-

- mico de Fuentes Sonoras, trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Civil Electrónico, U. F. Santa María, Cap. I.2., pags. 16-17, 1977.
- 19 - Passmore R. and Robson J.S., Tratado de Enseñanza Integrado de la Medicina, 1ª Edic., Edit. Científico Médica Tomo I, Caps. 24 - 31, 1971.
 - 20 - Testut L. Latarjet A., Compendio de Anatomía Descriptiva 22ª Edic. Edit. Salvat, Cap. 5, 1959.
 - 21 - Testut L. Jacob O., Anatomía Topográfica, 8ª Edic., Edit. Salvat, Cap. 3, pags. 325 - 378, 1977.
 - 22 - The Dental Advisor, The Quaterly for the Dental Profession, Vol.IV, Nº 1, handpieces 1 - 2, 1987.
 - 23 - The Dentist's Desk Reference: Material's, Instruments and Equipment 1ª Edic., Edit. A.D.A. Periodontal Instrument, pags. 288-291, 1981.
 - 24 - Von. Kramer R., The Dentist's Health: High-speed Rotary Equipment as a Risk Factor., J. pract. D. Quintessence, I vol. 16 May, 1985 pags. 367 - 368.
 - 25 - Von Mayer Maier M., Lärm als gefahrenquelle (auch) in zahnarztlichen Arbeitsbereich Dtsch. Zahnartzl. z. 36:156-160,291-298, 1981.
 - 26 - Votcen R., Die Erschopfung der Phonoreceptoren nach funktioneller Belastung., Arch. Ohren 172:489-512, 1958.

