



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA INDUCIDA POR  
EXPOSICIÓN AL RUIDO EN LA PRÁCTICA  
ODONTOLÓGICA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ERÉNDIRA JIMÉNEZ ORTEGA

TUTORA: Esp. ALBA ESTELA BASURTO CALVA

ASESORA: Dra. MIRELLA FEINGOLD STEINER



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“Todo en la vida es recuerdo,  
excepto el momento presente  
que pasa tan rápido  
que difícilmente lo puedes capturar”

Tennessee Williams

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la dicha de formarme integralmente en sus espacios.

A mi madre: Aída Ortega Santaella, por ser una mujer tan bondadosa, capaz, responsable, divertida y trabajadora. Gracias por la educación que nos brindaste, por siempre estar para nosotras, por tu fortaleza y valentía ante la vida.

A mi padre: Francisco Jiménez Zárate, por lo bueno que ha sido conmigo desde pequeña, por sus experiencias en la vida recorrida y enseñanzas, por siempre apoyarnos.

A mis hermanas: Laura, Lya, Aidé y Leyla, por todas las vivencias y el aprendizaje que me han brindado a través de sus andares por la vida.

A mis amigas de la Facultad: Dani, Dina, Eli, Linda, Sai y Vero. Estoy convencida de que fui amiga en la universidad de las niñas más inteligentes, divertidas y lindas. Con cada una de ustedes pude reír y llorar, gracias por eso. A Almita, por todo el apoyo y solidaridad, porque nos hemos superado desde el primer día en que nos conocimos.

A Mino, por motivarme, por ayudarme siempre y contagiarme de su serenidad, por todas las buenas cosas que me enseñas.

Al Programa Universitario de Estudios de la Diversidad Cultural y la Interculturalidad (PUIC) y al Sistema de Becas para Estudiantes de Pueblos Indígenas y Afrodescendientes (SBEI). A mis tutores Darío y Daniela, por las muestras de comprensión y apoyo, muchas gracias.

A los excelentes maestros que tuve, que no solo transmiten sus conocimientos, sino que también inspiran.

A la Especialista Alba Estela Basurto Calva, por su dedicación, conocimiento y compromiso en este trabajo.

A la Doctora Mirella Feingold Steiner, por sus aportaciones, por tan valioso tiempo dedicado a este trabajo.

Al M.C. Luis Iván Maldonado Corte, por su revisión y observaciones.

A todos mis pacientes, por su confianza, paciencia y muestras de agradecimiento.

A todas las personas que han aportado a mi vida experiencias, con las que he pasado buenos momentos, que han sido parte de mi crecimiento personal.

# ÍNDICE

<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo I. Audición .....</b>	<b>8</b>
1.1 Anatomía del oído .....	8
1.1.1 Oído externo .....	9
1.1.2 Oído medio .....	12
1.1.3 Oído interno .....	13
1.2 Fisiología de la audición .....	15
1.2.1 Vía auditiva .....	17
1.3 Sonido .....	19
1.3.1 Intensidad .....	20
1.3.1.1 Decibel .....	20
1.3.2 Tono.....	21
1.3.3 Timbre y tiempo .....	22
1.3.4 Ruido.....	23
1.4 Alteraciones de la audición.....	24
<b>Capítulo II. Criterios de nivel de riesgo estándar al ruido .....</b>	<b>25</b>
2.1 Organización Mundial de la Salud .....	26
2.2 Administración de Seguridad y Salud Ocupacional .....	26
2.3 Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional .....	27
2.4 Norma Oficial Mexicana .....	28
<b>Capítulo III. El ruido como factor de riesgo para la pérdida de la audición en la práctica odontológica.....</b>	<b>29</b>
3.1 Efectos en la salud por la exposición al ruido.....	29
3.1.1 Efectos no auditivos del ruido.....	32

3.2 Nivel de ruido producido en la práctica odontológica .....	34
3.3 Ruido ambiental .....	38
3.4 Riesgo personal .....	40
<b>Capítulo IV. Prevención ante la exposición al ruido .....</b>	<b>42</b>
4.1 Medidas preventivas generales .....	42
4.2 Medidas preventivas en la práctica odontológica .....	44
<b>Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>49</b>

## Introducción

La pérdida de audición por exposición al ruido se entiende como la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, de forma parcial o total, crónica, irreversible y de tipo neurosensorial; que se inicia gradualmente por niveles de ruido perjudiciales en el ambiente laboral.

La importancia de documentar este riesgo laboral del cirujano dentista se debe a que este no está exento del ruido ocupacional debido al uso de piezas de mano de alta velocidad, ultrasonidos dentales, eyectores, entre otros, no sólo en la práctica clínica privada, sino desde el comienzo de su formación profesional como estudiante, al estar expuesto a niveles de ruido en laboratorios y clínicas, aunado al ruido ambiental y el riesgo personal.

Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo describir el riesgo de pérdida de audición inducida por exposición al ruido en la práctica odontológica, el interés principal en realizar este trabajo reside en que la pérdida de la audición tiene efectos negativos en la calidad de vida de las personas y puede dar lugar a problemas en la comunicación desde que se presenta.

En primera instancia se revisarán conceptos de anatomía del oído, para poder comprender la fisiología de la audición, también se revisarán conceptos derivados del sonido y del ruido. Después se abordarán los criterios que han establecido los organismos reconocidos a nivel mundial en materia de salud para conocer los límites de exposición al ruido ocupacional, así como los factores de riesgo para la pérdida de la audición en la práctica odontológica.

Finalmente, ya que la pérdida de la audición es prevenible, resulta imprescindible conocer las medidas de prevención que podemos llevar a cabo en la práctica odontológica.

# **Objetivos**

## **General**

Describir el riesgo de pérdida auditiva asociada a la exposición al ruido laboral durante la práctica odontológica del cirujano dentista.

## **Específicos**

Conocer la anatomía del oído y describir la fisiología de la audición.

Diferenciar el sonido del ruido.

Distinguir el nivel de ruido y el tiempo de exposición al que puede someterse una persona.

Identificar el riesgo que existe al estar expuesto al ruido laboral en el consultorio dental.

Reconocer las medidas para prevenir la pérdida de audición en la práctica odontológica.



## **Capítulo I. Audición**

Mediante los órganos de los sentidos recibimos información de nuestro entorno, sirven para protegernos de este y también nos permiten disfrutarlo. Con la audición obtenemos información de sonidos procedentes del exterior y junto con la fonación podemos establecer comunicación oral e intercambiar información con los demás y con el medio que nos rodea.<sup>1</sup>

### **1.1 Anatomía del oído**

El oído como órgano sensorial es fundamental en la audición y el equilibrio. Es el órgano receptor de las ondas sonoras, transmitidas a los centros nerviosos, está contenido en el hueso temporal y se le divide en tres partes con funciones importantes y específicas: el oído externo, el oído medio y el oído interno.<sup>2,3</sup>

Oído externo: formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo; recibe los sonidos y los orienta hacia la membrana timpánica, y a su vez amortigua los cambios de temperatura y humedad.

Oído medio: constituido por la cavidad timpánica, la tuba auditiva y celdas mastoideas; transmiten las vibraciones de la membrana timpánica hacia el oído interno.

Oído interno: consta de dos partes, el laberinto anterior o cóclea, que contiene el órgano de Corti donde se sitúan los receptores nerviosos para la audición, y el laberinto posterior, que contiene el órgano del equilibrio.<sup>4</sup> (Figura 1)

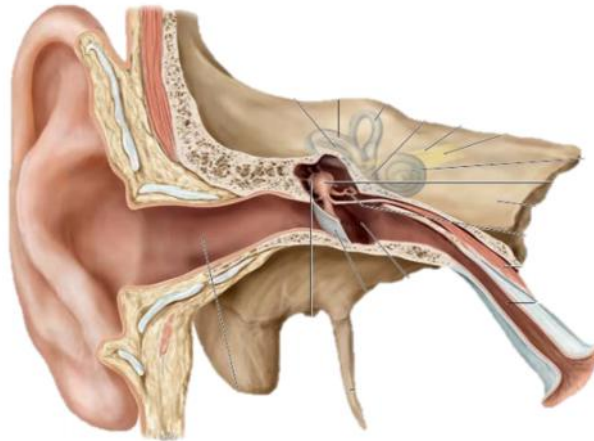


Figura 1. Esquema general del oído. <sup>5</sup>

### 1.1.1 Oído externo

#### Pabellón auricular

Es la parte externa visible del oído y una estructura flexible formada por cartílago elástico que está cubierto por piel, con glándulas sebáceas que sirven de protección al oído. Está fijado a la cabeza por ligamentos y músculos. <sup>5,6</sup>

El armazón del pabellón tiene tres componentes: el complejo hélix-lóbulo, el complejo antihélix-antitrago y el complejo conchal. El hélix es el borde posterosuperior del oído y se curva ligeramente hacia el interior del meato auditivo externo, dando al oído su geometría cóncava. El antihélix es una eminencia convexa situada anteriormente al hélix. Entre el hélix y el antihélix hay una concavidad poco profunda, la fosa escafoidea. El meato auditivo externo marca el inicio del conducto auditivo externo. El tragus es una proyección cartilaginosa anterior al meato auditivo externo y a la concha. Inferior al tragus se encuentra el lóbulo de la oreja, que carece de cartílago y tiene tejido conectivo laxo. Una pequeña proyección del tragus, llamada tubérculo de Darwin, está presente en una fracción de la población. <sup>3,6</sup>

El pabellón auricular contribuye a la localización de la procedencia del sonido, es una estructura prácticamente inmóvil y se orienta hacia el sonido mediante movimientos de la cabeza. Los oídos se encuentran simétricamente a cada lado de la cabeza, lo que permite la localización del sonido binaural en el cerebro con respecto a la dirección y la distancia. La separación de los dos oídos hace que el sonido llegue a ambos oídos con una diferencia temporal y de fase, lo cual sirve para localizar el sonido en el plano horizontal. Los pliegues del pabellón y la concha sirven para localizar el sonido en el plano vertical.<sup>6,7</sup>

Szymanski A et al.,<sup>6</sup> indican que la orientación anterior y la estructura compleja del pabellón auricular ayudan a distinguir aún más si el sonido se origina en el frente (0 a 90 grados) o en la parte posterior (90 a 180 grados) y en otros planos, al reflejar y dirigir ondas sobre la membrana timpánica, creando un patrón de ondulaciones que interpreta el cerebro para determinar los matices en la orientación aurosférica. Además, la estructura del pabellón puede haber evolucionado para mejorar la sensibilidad humana a los sonidos de una frecuencia particular, la frecuencia de la voz humana, que se especula que ha favorecido el desarrollo del habla.

#### Conducto auditivo externo

El conducto auditivo externo tiene su apertura en la parte anterior de la concha. Es un conducto de dos o tres centímetros que se extiende desde el pabellón auricular hasta la membrana timpánica, consiste en una porción cartilaginosa en el tercio externo y una porción ósea en sus dos tercios internos. Está recubierto por piel con epitelio escamoso queratinizado con glándulas anexas pilosebáceas y apocrinas ceruminosas que producen cerumen para obstaculizar o evitar la entrada de agentes extraños a través del meato auditivo externo.<sup>3,6</sup> (Figura 2)

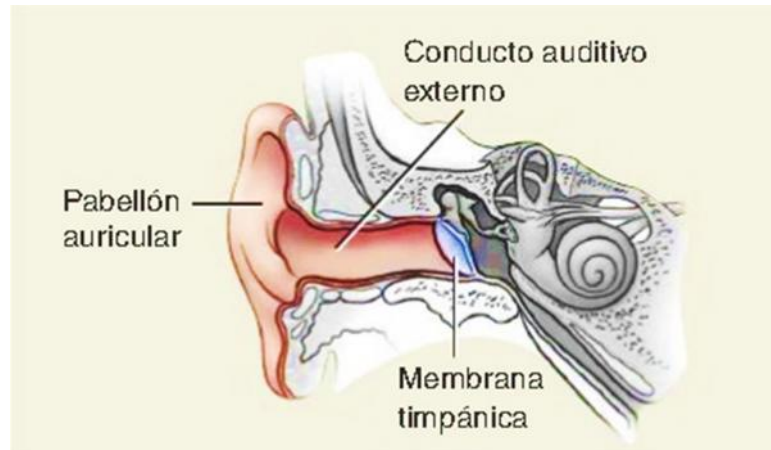


Figura 2. Oído externo.<sup>8</sup>

En el oído externo se pueden presentar diferentes malformaciones. Una malformación no es sólo un cambio en la apariencia, sino también una alteración en la función.<sup>9</sup> Los defectos del oído externo son comunes y ocurren en aproximadamente el 5% de la población total.<sup>10</sup> Las malformaciones más comunes consisten en déficits combinados del oído externo y del oído medio, llamados atresia auditiva congénita.<sup>11</sup> *Microtia* es un término usado para describir el subdesarrollo del pabellón auricular, mientras que *anotia* es un término usado para designar una ausencia del pabellón auricular.<sup>9</sup>

La malformación del oído externo más conocida es el síndrome de Treacher Collins (TCS). Este síndrome consiste en oídos desproporcionados bilateralmente que pueden presentarse rotados, y ocurren en el 77% de los pacientes con TCS. Junto con la malformación externa del oído, hay hipoplasia mandibular. Estudios<sup>10</sup> han demostrado que las malformaciones del oído consisten en aproximadamente 50% de disminución en el volumen del oído, aproximadamente 19% de disminución en la longitud del oído, y alrededor de 28% de disminución en el ancho del oído.

Estas anomalías externas conducen a problemas de comunicación. Si hay una malformación en el pabellón auricular, puede haber interferencias anatómicas que conducen a una disminución en la resonancia.<sup>12</sup>

### **1.1.2 Oído medio**

Es una cavidad irregular, tapizada por mucosa, se halla ocupada por aire y contiene una cadena de huesecillos del oído, regulable por la acción de dos pequeños músculos.<sup>4</sup>

#### **Cavidad timpánica**

La membrana timpánica es el límite lateral de la cavidad timpánica, es una membrana circular, delgada y transparente, de 1cm de diámetro. Está compuesta por tres capas: una media fibrosa, una cutánea y una mucosa.

En la cavidad timpánica se encuentra la cadena oscicular formada por el martillo, el yunque y el estribo; y sus músculos: el músculo tensor del tímpano o músculo mayo, inervado por un nervio proveniente del ganglio óptico perteneciente al trigémino (nervio craneal V), el músculo del estribo o músculo estapedio, inervado por el nervio facial (nervio craneal VII), y tendones asociados.<sup>3,4</sup>

#### **Tuba auditiva**

Es un conducto con una porción ósea y una cartilaginosa, que comunica la cavidad del tímpano con la nasofaringe, esta comunicación cumple dos funciones: compensar presiones en el interior de la cavidad del oído medio y drenar secreciones.<sup>3,4</sup>

## Celdas mastoideas

Cavidades aéreas situadas en el interior del proceso mastoideo del hueso temporal, variables en número y dimensión, la mayor de ellas es el antro mastoideo.<sup>13</sup> (Figura 3)

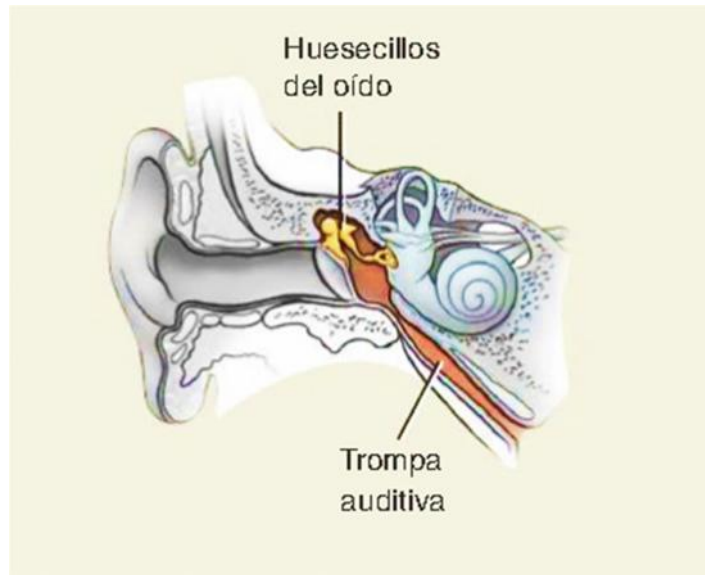


Figura 3. Oído medio.<sup>8</sup>

### 1.1.3 Oído interno

#### Laberinto anterior

La cóclea es un órgano tubular espiral de aproximadamente 35 milímetros de longitud, subdividido en la rama vestibular que contiene perilinfa, el conducto coclear o rama media con endolinfa y la rama timpánica con perilinfa. El conducto coclear contiene al órgano de Corti, formado por células especializadas como las células ciliadas internas y externas, que hacen sinapsis con neuronas del ganglio coclear, y las células de soporte, que proveen soporte metabólico y estructural al órgano de Corti. (Figura 4)

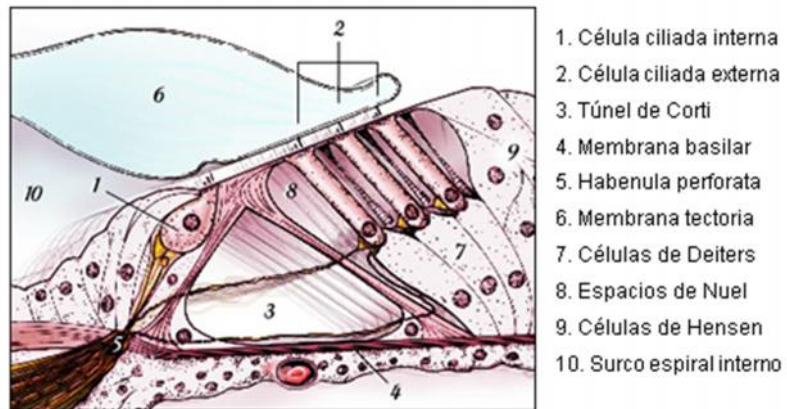


Figura 4. Sección esquemática del Órgano de Corti.<sup>14</sup>

### Laberinto posterior

Conformado por el vestíbulo, compuesto por el sáculo y el utrículo, y los tres conductos semicirculares.<sup>3</sup> (Figura 5)

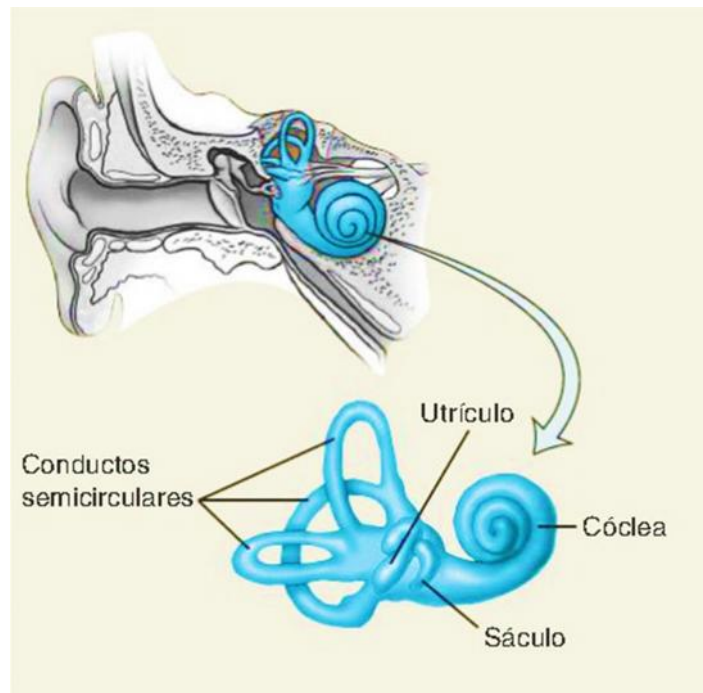


Figura 5. Componentes del oído interno.<sup>8</sup>

## 1.2 Fisiología de la audición

El fenómeno de la audición es el resultado de una serie de acontecimientos que Gómez A et al.,<sup>15</sup> resumen de la siguiente manera: la energía del sonido, originada como una vibración es transmitida a través de un medio elástico como el aire; la vibración incide sobre la membrana timpánica, que hace vibrar la cadena oscicular hasta la platina del estribo insertada en la ventana oval del oído interno; la vibración transmitida induce movimiento en el contenido líquido de la cóclea y éste a su vez causa un impulso nervioso que es conducido a través del nervio auditivo a la corteza auditiva.

Tórtora GJ et al.,<sup>8</sup> enumeran los siguientes procesos que se llevan a cabo en la audición:

1. El pabellón auricular dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo externo.
2. Las ondas sonoras chocan con la membrana timpánica, las variaciones de presión hacen que vibre hacia adelante y hacia atrás, esta vibración depende de la intensidad y frecuencia de las ondas sonoras; por lo tanto, vibra lentamente en respuesta a los sonidos de baja frecuencia (tono bajo), y rápidamente en respuesta a los sonidos de alta frecuencia (tono alto).
3. El área central de la membrana timpánica se conecta con el martillo, que también comienza a vibrar. Esta vibración se transmite hacia el yunque y luego al estribo.
4. La vibración del estribo tracciona la membrana oval hacia afuera y hacia adentro.
5. El movimiento de la ventana oval establece ondas de presión en la perilinfa de la cóclea.
6. Las ondas de presión se transmiten desde la rampa vestibular hacia la rampa timpánica, que se curva hacia el interior del oído medio.



7. A medida que las ondas de presión deforman las paredes de la rampa vestibular y de la rampa timpánica, también empujan a la membrana vestibular hacia adelante y hacia atrás, y crean ondas de presión en la endolinfa dentro del conducto coclear.
8. Las ondas de presión en la endolinfa generan vibraciones en la membrana basilar, estas vibraciones llevan a las células ciliadas del órgano espiral contra la membrana tectoria. La inclinación de las estereocilias en las células ciliadas da origen a potenciales receptores que conducen a la generación de impulsos nerviosos.
9. Las ondas sonoras de diversas frecuencias producen vibraciones de distinta intensidad en la membrana basilar. Cada segmento de la membrana está relacionado con un tono en particular.

La membrana es más estrecha y rígida en la base de la cóclea, los sonidos de alta frecuencia, los tonos altos, inducen vibraciones máximas en esta región. Hacia el vértice de la cóclea, cerca del helicotrema, la membrana basilar es más ancha y flexible y los sonidos de baja frecuencia, los tonos bajos, causan vibraciones máximas en esta región. El volumen de un sonido está determinado por la intensidad de las ondas sonoras. Las ondas de alta intensidad producen vibraciones más amplias de la membrana basilar, esto hace que más impulsos nerviosos alcancen el cerebro. Los sonidos más fuertes también pueden estimular a una mayor cantidad de células ciliadas. (Figura 6)

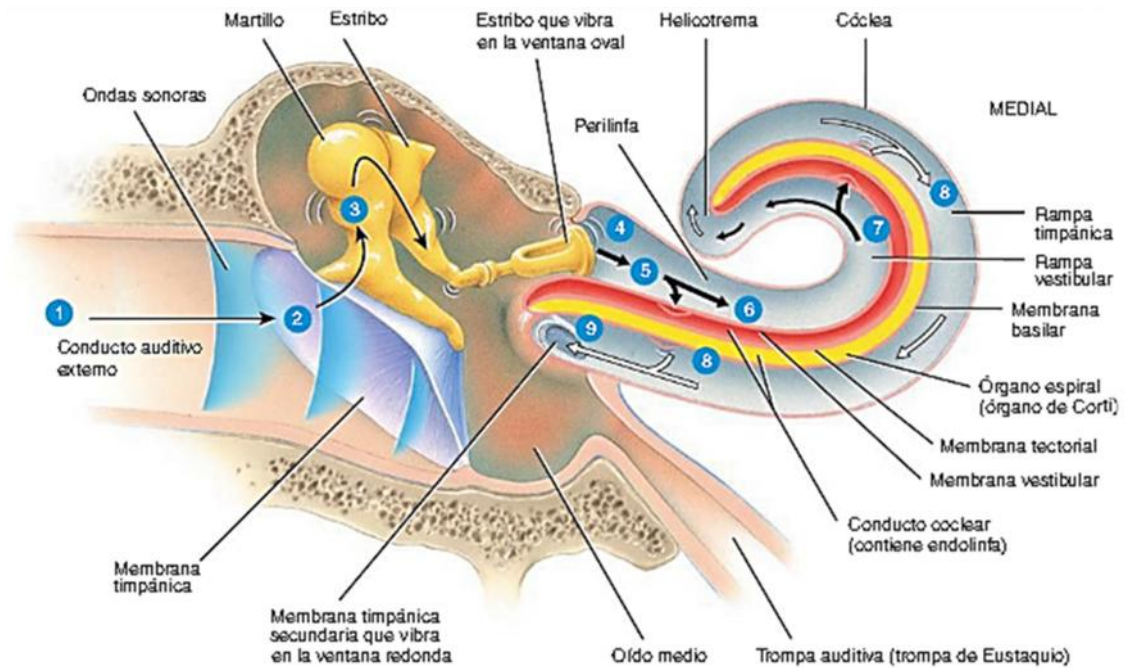


Figura 6. Eventos que ocurren durante la estimulación de receptores auditivos.<sup>8</sup>

### 1.2.1 Vía auditiva

El procesamiento de la información auditiva comienza con la codificación de frecuencia, amplitud y fase en el oído interno. La representación de estímulos auditivos complejos es sintetizada en centros neurales sucesivos que obtienen la información necesaria de los datos ya codificados por la cóclea.<sup>15</sup>

Los cuerpos neuronales de las neuronas sensitivas se localizan en los ganglios espirales. Los impulsos nerviosos viajan a través de los axones de estas neuronas, que forman el ramo coclear de cada nervio vestibulococlear. Estos axones hacen sinapsis con las neuronas en los núcleos cocleares en el bulbo raquídeo.

Algunos axones que salen del núcleo coclear se decusan en el bulbo raquídeo, ascienden en un tracto llamado menisco lateral del lado opuesto y terminan en el colículo inferior en el mesencéfalo. Otros axones terminan en el núcleo olivar superior en la protuberancia. Ligeras

diferencias en el tiempo de arribo de los impulsos provenientes de cada oído a los núcleos olivares, nos permiten localizar en el espacio la fuente del sonido.

Desde los núcleos cocleares y los olivares, los axones ascienden hacia el colículo inferior en el mesencéfalo y después hacia el cuerpo geniculado medial del tálamo. Las señales auditivas se proyectan hacia el área auditiva primaria del giro temporal superior de la corteza cerebral: las áreas de Brodmann 41 y 42, donde tiene lugar la percepción del sonido. Debido a que muchos axones se decusan en el puente, las áreas auditivas primarias derecha e izquierda reciben impulsos nerviosos de ambos oídos.<sup>8</sup> (Figura 7)

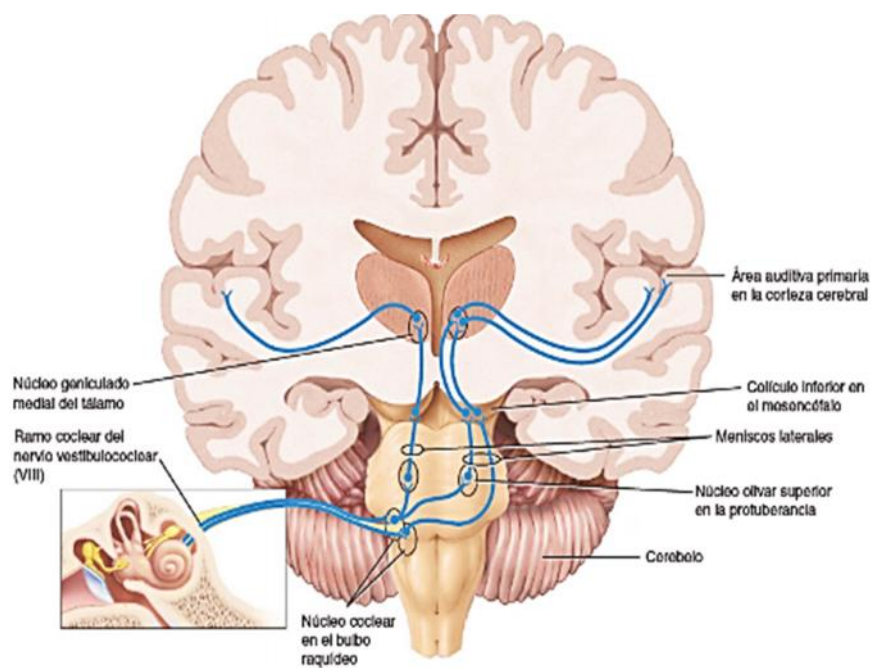


Figura 7. Vía auditiva<sup>8</sup>

### 1.3 Sonido

El sonido se define como un movimiento vibratorio que tiene lugar al ponerse en movimiento ciertos cuerpos elásticos; este es transmitido a través de cuerpos sólidos, líquidos y gases. La velocidad del sonido varía dependiendo del medio en que se propague: en el aire es de 340 metros por segundo (m/s), en el agua 1500 m/s. Desde el punto de vista físico, el sonido se caracteriza por la longitud de onda, la amplitud y su frecuencia. Las ondas sonoras son ondas con picos de presión alternantes de aire comprimido y valles en los cuales las moléculas de aire están más separadas. Se define como longitud a la distancia entre dos picos de la onda sonora, la amplitud como la altura de la onda y la frecuencia al número de picos de onda que atraviesan un punto determinado por segundo.<sup>15,16</sup> (Figura 8)

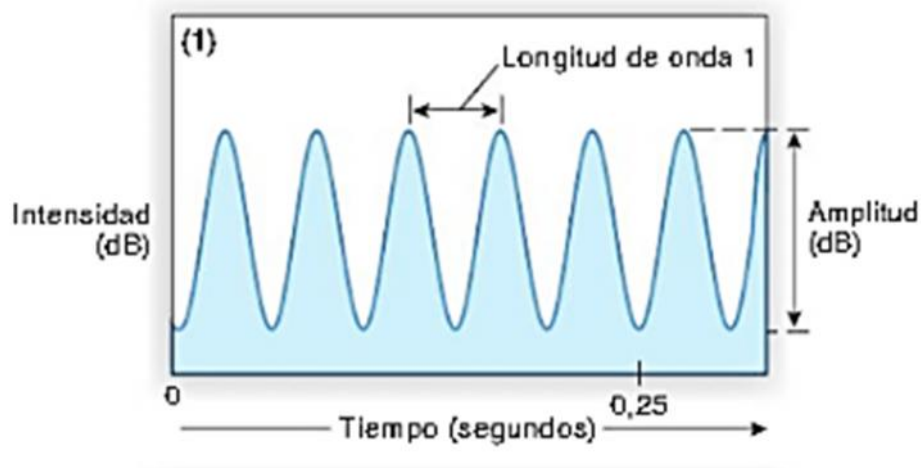


Figura 8. Características de la onda sonora.<sup>16</sup>

### **1.3.1 Intensidad**

La intensidad o volumen del sonido depende de la energía en la onda sonora: es proporcional al cuadrado de su frecuencia y al cuadrado de su amplitud. El oído humano es capaz de percibir un gran intervalo de intensidades de sonido; la diferencia entre un sonido apenas audible y un sonido que produce dolor puede ser de hasta 1014 veces en su amplitud, por ejemplo un concierto de rock metálico pesado produce niveles de esta intensidad, que representan un peligro inmediato de daño a la audición.<sup>15,16</sup>

#### **1.3.1.1 Decibel**

La intensidad de un sonido se mide en una escala logarítmica cuya unidad de medida es el decibel (dB). Un aumento de diez decibeles representa un incremento diez veces mayor en la intensidad del sonido; ello significa que una intensidad acústica de 10 decibeles corresponde a una energía diez veces mayor que una intensidad de cero decibeles, una intensidad de 20 dB representa una energía 100 veces mayor que la que corresponde a 0 decibeles y así sucesivamente. El sonido se mide también en decibeles ponderados A (dBA), que hacen referencia al sonido en función de lo que los oídos humanos realmente pueden oír, debido a que las personas no pueden escuchar todas las frecuencias o tonos de sonido.<sup>15,17,18</sup>

La escala de percepción en el hombre está entre 0 y 140 dB. El umbral auditivo, el punto en el cual un adulto joven promedio puede distinguir apenas entre un sonido y el silencio se define como 0 dB. Un sonido se vuelve molesto para el oído normal en torno a los 120 dB, y es doloroso por encima de los 140 dB.<sup>1,8</sup> (Figura 9)

RANGO SONORA	INTENSIDAD DEL SONIDO	NIVEL DE SONIDO EN dBA	F U E N T E
RANGO DE SEGURIDAD	1	0	Umbral de audición
	10	10	Pájaros trinando
	100	20	Murmullo hojas árboles
	1.000	30	Conversación en voz salas de concierto
	10.000	40	Zonas residenciales
	100.000	50	Conversación normal
	1.000.000	60	Conversación cocinas; lavanderías, oficina
	10.000.000	70	Piezas de mano modernas, maquinaria ligera
	100.000.000	80	Interior fábrica; tráfico rodado
			85
	1.000.000.000	90	Vehículo pesado; claxon
	10.000.000.000	100	Fabricación chapa,
ZONA CRÍTICA		100.000.000.000	110 Taladro rocas música rock
RANGO NOCIVO	1.000.000.000.000	120	Avión a hélice
	10.000.000.000.000	130	Máquina remachadora
	100.000.000.000.000	140	umbral del dolor Motor a reacción

Figura 9. Escala de percepción del sonido.<sup>1</sup>

### 1.3.2 Tono

El tono es la cualidad del sonido mediante la cual se le asigna un lugar en la escala musical, permitiendo distinguir entre los tonos graves y los agudos. La frecuencia se refiere al número de repeticiones cíclicas por segundo; entre mayor número de veces oscila la onda por segundo, tiene una frecuencia mayor; entre mayor sea la frecuencia, más agudo será el tono que advertimos.<sup>15</sup>

La frecuencia del sonido determina el tono que percibimos y se mide en Hertz (Hz). Un Hz equivale a una frecuencia de uno por segundo. El oído es capaz de detectar frecuencias desde los 20 Hz hasta cerca de 20000 Hz. Los sonidos que se encuentran por debajo o por encima de ellos se denominan infrasonidos o ultrasonidos respectivamente. <sup>1,15</sup>

Los sonidos que el oído humano puede oír con más precisión son aquellos que provienen de fuentes que vibran con frecuencias de 500 a 5000 Hz. Los sonidos del habla contienen fundamentalmente frecuencias comprendidas entre los 100 y 3000 Hz con intensidades de 50 a 60 dB. <sup>1,8</sup>

### **1.3.3 Timbre y tiempo**

#### Timbre

El timbre es una propiedad que permite identificar al generador de un sonido, se debe a que la frecuencia fundamental del sonido va acompañado de otras frecuencias que son múltiplos de la misma, denominados armónicos y son característicos de cada fuente sonora.

#### Tiempo

Los aspectos temporales del sonido son: duración, tiempos de ascenso y descenso, ritmo de repetición y secuencias del estímulo. Cada uno de estos interactúa con la frecuencia y la intensidad para generar sensaciones sonoras únicas y complejas. <sup>15</sup>

### 1.3.4 Ruido

Cuando el sonido resulta desagradable y no comunica nada útil, se denomina ruido. Esto es algo subjetivo debido a que el sonido y el ruido son distintos, principalmente desde el punto de vista psicoacústico, es decir, adquieren una connotación u otra cuando son juzgados por un individuo. El ruido se puede definir como aquella dispersión sonora desagradable al oído y, por lo tanto, se califica como indeseable. El nivel de ruido tolerado por el oído humano es de 70 dB, y más allá de esta medida cualquier sonido es perjudicial para el sistema auditivo.

El ruido puede catalogarse según la forma de presentarse en:

Ruido encubridor: es aquel que impide percibir otros sonidos.

Ruido irritante: es el ruido que puede resultar molesto, de acuerdo con la tolerancia del individuo.

De acuerdo con la periodicidad, se clasifican en:

Ruido continuo: también llamado estacionario, es aquel que permanece constante en el tiempo y no presenta cambios repentinos durante su emisión.

Ruido intermitente: es aquel que se interrumpe o cesa y prosigue, o se repite. El nivel sonoro varía durante el tiempo.

Ruido de impacto: es causado por golpes simples de corta duración, cuyas variaciones en los niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalos mayores de uno por segundo.<sup>17</sup>



## 1.4 Alteraciones de la audición

Los umbrales auditivos de las personas pueden verse afectados por los siguientes cuatro fenómenos:

**Presbiacusia:** es la pérdida de la audición por el envejecimiento del oído. Debido a la disminución de la elasticidad en las estructuras encargadas de la transmisión del sonido, así como la degeneración del órgano de Corti, los ganglios y las fibras del nervio auditivo.

**Socioacusia:** originada por la exposición diaria a los ruidos habituales en la forma de vida actual.

**Nosoacusia:** relacionada con las condiciones patológicas que afectan por otras causas al aparato auditivo.

**Pérdida de audición inducida por ruido:** se relaciona con la exposición al ruido en los espacios de trabajo.<sup>17</sup>

Silverthon<sup>16</sup> indica que existen tres formas de hipoacusia: de conducción, central y neurosensorial.

En la hipoacusia de conducción, el sonido no se puede transmitir a través del oído externo o del oído medio, las causas abarcan desde un tapón de cerumen en el oído externo hasta líquido en el oído interno, como resultado de una infección, enfermedades o traumatismos que impiden la vibración de los huesecillos del oído.

En la hipoacusia central existe una lesión de las vías nerviosas entre el oído y la corteza cerebral como podría ocurrir en un accidente cerebrovascular. Este tipo de hipoacusia es relativamente infrecuente.

En la hipoacusia neurosensorial hay una lesión en el oído interno, como la pérdida de las células ciliadas como resultado de ruidos intensos, esta pérdida es irreversible. El 90% de las presbiacusias es neurosensorial.<sup>16</sup>

## **Capítulo II. Criterios de nivel de riesgo estándar al ruido**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en el año 2011, conceptualizaron la salud ocupacional como un proceso vital humano no solo limitado a la prevención y el control de los accidentes y las enfermedades ocupacionales, dentro y fuera de su labor, sino enfatizado en el reconocimiento y el control de los agentes de riesgo en su entorno biopsicosocial. La enfermedad profesional se define como el deterioro lento de la salud del trabajador, producido por una exposición continua a lo largo del tiempo a determinados contaminantes presentes en el ambiente de trabajo. Las patologías se caracterizan por ser de aparición repentina, crónicas y de evolución lenta, por lo cual las poblaciones afectadas son profesionales o trabajadores con años de servicio.

Dentro de las enfermedades se encuentra la hipoacusia como alteración irreversible de la audición a consecuencia de la exposición prolongada a ambientes sonoros de alta intensidad durante la actividad laboral.

El ruido está presente en todas las actividades humanas, cuando se evalúa su impacto en el bienestar del ser humano es clasificado como ruido ocupacional o ruido laboral, y ruido ambiental, que incluye el ruido en otros ámbitos. Los altos niveles de ruido ocupacional siguen siendo un problema en todas las regiones del mundo.<sup>17</sup>

Los criterios de nivel de riesgo estándar al ruido se basan en los que se aplican en la industria o en las fuerzas aéreas y resultan de la combinación del nivel de ruido medido en dB y del tiempo de exposición máximo permitido al que se puede exponer una persona al día.<sup>1</sup>

## **2.1 Organización Mundial de la Salud**

De acuerdo con la OMS el 10% de la población mundial está expuesta a niveles de ruido que podrían causar hipoacusia. La hipoacusia inducida por exposición al ruido en el lugar de trabajo constituye un problema de salud, alrededor de 1300 millones de personas la padecen.<sup>17</sup>

La OMS recomienda que el nivel máximo permisible de exposición al ruido en el lugar de trabajo sea de 85 dB durante un máximo de 8 horas al día.

La detección temprana de la pérdida auditiva es crucial para su rehabilitación efectiva. Con el fin de garantizar la detección de esta, todas las personas deben comprobar su audición de vez en cuando, especialmente aquellos que están en un mayor riesgo de pérdida auditiva como las personas que trabajan en lugares ruidosos.

Con el fin de facilitar los chequeos auditivos, la OMS ha desarrollado una aplicación de software móvil y basada en la web para la detección de la audición. La aplicación *hearWHO* se basa en la tecnología validada. Esta aplicación permite acceder a un evaluador de audición para comprobar su estado auditivo y supervisarlo a lo largo del tiempo. La aplicación mantiene un registro personalizado de los resultados de los usuarios acerca de su estado auditivo a lo largo del tiempo.<sup>19</sup>

## **2.2 Administración de Seguridad y Salud Ocupacional**

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América en 1972 recomendó medidas de protección a los trabajadores expuestos durante 8 horas a 85 dB o más. El estándar va ajustando el tiempo de exposición cada 5 dB.<sup>1</sup>

El límite de exposición permisible de la OSHA para el ruido en una jornada de 8 horas es de 90 dB. (Figura 10)

Duration per day, hours	Sound level dBA slow response
8.....	90
6.....	92
4.....	95
3.....	97
2.....	100
1 1/2 .....	102
1.....	105
1/2 .....	110
1/4 or less.....	115

Figura 10. Límites permisibles para el ruido según la OSHA.<sup>20</sup>

### 2.3 Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) recomienda un parámetro diferente, más riguroso, el límite de exposición para una jornada laboral de 6 horas para la prevención de la pérdida auditiva es de 85db. (Figura 11)

El NIOSH desarrolló una aplicación para medir el nivel de sonido realizada por ingenieros acústicos y expertos en pérdida auditiva: *NIOSH Sound Level Meter*. La aplicación móvil es una herramienta que se usa para cuantificar los niveles de sonido en el lugar de trabajo y brindar parámetros de exposición al ruido, con el propósito de ayudar a reducir la pérdida auditiva inducida por el ruido ocupacional.<sup>21</sup>

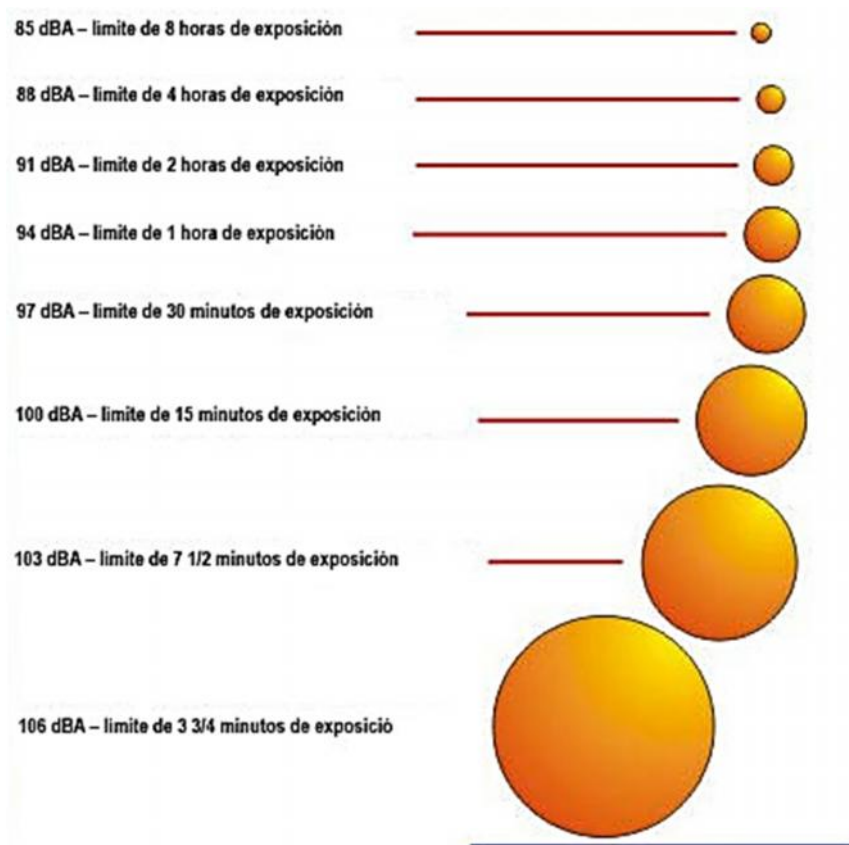


Figura 11. Comparaciones de intensidad con los niveles permisibles de tiempo de exposición de NIOSH.<sup>21</sup>

## 2.4 Norma Oficial Mexicana

En México la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 “Condiciones de seguridad e higiene donde se genera ruido”, considera como límite máximo permisible de exposición de 90 dB durante 8hrs.<sup>22</sup>

## **Capítulo III. El ruido como factor de riesgo para la pérdida de la audición en la práctica odontológica**

### **3.1 Efectos en la salud por la exposición al ruido**

#### **Pérdida de la audición inducida por la exposición al ruido**

Si una persona se expone a ruidos no muy intensos durante largos periodos de tiempo, las consecuencias se notarán a largo plazo, en una disminución progresiva de la capacidad auditiva. Los daños se producen en el oído interno, donde se deterioran las terminaciones nerviosas de la cóclea, la cual pierde su capacidad de generar estímulos nerviosos. La exposición al ruido provocará la enfermedad profesional denominada hipoacusia.

El deterioro de la audición se presenta con síntomas como la dificultad de percibir sonidos cotidianos, como el timbre de la puerta y del teléfono, la necesidad de aumentar el volumen de la televisión o la radio, irritación e incluso dificultades para sostener una conversación.<sup>17</sup>

La fatiga auditiva es un síntoma temprano de la pérdida de la audición por exposición al ruido, la audición se puede recuperar después de que las personas dejan el lugar donde están expuestos al ruido.

La pérdida de la audición por exposición al ruido es permanente debido a la muerte de las células ciliadas que perciben el sonido.<sup>23</sup>

#### **Causas de la pérdida de la audición inducida por ruido**

Investigaciones recientes han revelado que existen una serie de mecanismos que contribuyen a la pérdida de la audición inducida por ruido como el daño mecánico, el daño metabólico y los factores genéticos.

### Daño mecánico

Se cree que el daño mecánico de la cóclea es el principal cambio patológico de la pérdida de audición inducida por ruido. La energía del ruido se transmite al oído interno y hace que la perilinfa y endolinfa fluctúen fuertemente, lo que separa los cilios de las células ciliadas internas y externas, y dificulta que las células ciliadas reciban una estimulación de vibración efectiva. La vibración de la linfa también puede separar las células ciliadas de la membrana basilar, lo que resulta en la interrupción de las sinapsis de cinta. Como resultado, las sinapsis residuales no pueden mantener una función óptima y la capacidad de codificación de las células ciliadas se vuelve defectuosa. Si el ruido actúa continuamente en el oído interno, entonces la destrucción de estas células ciliadas internas (responsables de percibir la vibración) así como las células ciliadas externas (responsables de amplificar el sonido) puede causar pérdida auditiva sensorineural.<sup>23</sup>

### Daño metabólico

Existen muchos tipos de daño metabólico después de la exposición al ruido, entre los cuales se encuentran los radicales libres, el exceso de iones de calcio y factores inflamatorios inmunes que pueden afectar el metabolismo normal de las células ciliadas y causar problemas de audición.

### Daño por estrés oxidativo

La exposición al ruido puede causar la contracción de los vasos sanguíneos de la cóclea y provocar trastornos en el metabolismo energético de la célula que genera radicales libres, estos pueden dañar las membranas biológicas, el ADN, causar mutación genética e incrementar la expresión de genes apoptóticos, que conllevan a la apoptosis celular.<sup>24</sup>

### Sobrecarga de Ca<sup>2+</sup>

La exposición al ruido puede hacer que se abran muchos canales de Ca<sup>2+</sup> lo que conlleva a una afluencia de Ca<sup>2+</sup> a las células ciliadas, el exceso de Ca<sup>2+</sup> es perjudicial para las células ciliadas porque puede desencadenar vías apoptóticas y activar la calpaína, una enzima que degrada las proteínas citoesqueléticas e hidroliza proteínas importantes.

### Daño inmunológico e inflamatorio

Se han reportado pruebas<sup>25</sup> que concluyen que la pérdida de las células ciliadas sensoriales en el órgano de Corti y las neuronas del ganglio espiral de la cóclea, debido al ruido excesivo, se ve agravada por la inflamación de la cóclea; la acción directa de las células inmunitarias y sus citocinas, conduce a un daño irreparable de estos tipos de células.

### Factores genéticos

Actualmente, se han encontrado más de 200 genes relacionados con la pérdida auditiva, pero solamente unos pocos están asociados con la pérdida auditiva inducida por ruido. Descubrir genes relacionados con la susceptibilidad a la pérdida auditiva inducida por ruido en humanos es difícil, porque es casi imposible estudiar a un grupo de sujetos que hayan estado expuestos a las mismas condiciones de ruido.



### **3.1.1 Efectos no auditivos del ruido**

#### **Molestia**

La molestia por ruido se debe a que este puede interferir en las actividades diarias, los sentimientos, pensamientos, el sueño o el descanso y puede acompañarse de respuestas negativas como ira, disgusto, agotamiento y síntomas relacionados con el estrés. El grado de molestia es subjetivo pues depende de características personales como la sensibilidad relacionada con la edad y el ruido.<sup>26</sup>

#### **Efectos cardiovasculares**

Dentro de estos efectos se encuentra la vasoconstricción y niveles más altos en los valores de presión arterial, al elevarse esta se incrementa la incidencia de trastornos como la hipertensión arterial, el pulso acelerado, el aumento del ritmo cardíaco, la arteriosclerosis, la vasoconstricción periférica de los vasos sanguíneos. En personas expuestas de manera aguda a niveles altos de ruido hay vasodilatación de los vasos sanguíneos.<sup>17,27</sup>

#### **Efectos respiratorios**

Existe un aumento de la frecuencia respiratoria que vuelve a la normalidad cuando cesa la exposición al ruido.

#### **Efectos digestivos**

Las funciones digestivas se hacen lentas, aumentan la acidez y las úlceras gastroduodenales y se produce una mayor motilidad intestinal.

#### **Efectos visuales**

Alteración de la capacidad visual del individuo, dilatación pupilar, modificación del campo visual.

### Efectos endócrinos

Se modifica el funcionamiento normal de diversas glándulas, como la hipófisis, la tiroides, las suprarrenales, etc., y se producen variaciones en la concentración de las hormonas en la sangre.

### Efectos sobre el sistema nervioso

Alteraciones como trastornos del sueño, perturbación de los ciclos del sueño, cansancio, irritabilidad, inapetencia sexual, disminución del grado de atención y aumento del tiempo de reacción, lo que genera errores que pueden causar accidentes laborales.<sup>17</sup>

### Efectos sobre la conducta

Se incluyen cefaleas, cansancio corporal, cansancio mental, fatiga, estrés, sueño, cambios en el comportamiento social y cambios de humor.

### Efectos sobre la memoria

Rendimiento limitado de la memoria en aquellas tareas que requieren de ella. Se han identificado bajo condiciones de experimentación dos tipos de déficit de memoria: recuerdo del contenido del tema y recuerdo de detalles incidentales, que se ven afectados negativamente por el ruido.

### Efectos sobre el rendimiento

Cuando una tarea implica señales auditivas de cualquier tipo, un ruido de gran intensidad que enmascare su percepción o interfiera en ella dificultará la realización de la tarea. El ruido puede actuar como elemento de distracción, disminuye la motivación y aumenta los errores y accidentes.<sup>17,28</sup>

### **3.2 Nivel de ruido producido en la práctica odontológica**

En la odontología se utiliza instrumental con capacidad para generar ruidos de distinta intensidad. El profesional de odontología es susceptible a los problemas de audición ya que está en contacto directo con factores de riesgo como: el ruido producido por la pieza de alta velocidad, los succionadores, la lámpara de fotocurado, el compresor, el aire acondicionado entre otros relacionados con su entorno laboral.<sup>2,17</sup>

Los cirujanos dentistas se ven inmersos de forma rutinaria en ambientes ruidosos desde su formación universitaria, ya que las actividades de enseñanza-aprendizaje en una facultad de odontología se caracterizan por altos niveles de ruido en relación con otras áreas de enseñanza, debido al ruido exagerado producido por el múltiple uso de equipos dentales (micromotores, piezas de mano dentales) al mismo tiempo.<sup>29,30</sup>

Se han realizado varios estudios que han medido o estimado niveles de ruido en los consultorios dentales que no exceden los niveles de ruido permitidos por la OSHA y otros han encontrado lo contrario, indicando que los niveles pueden alcanzar y alcanzan niveles peligrosos.<sup>31</sup>

Zubick et al.,<sup>32</sup> en 1980, realizaron evaluaciones audiométricas a 137 dentistas y 80 médicos. Cada dentista participante llenó una ficha con preguntas relacionadas a edad, mano dominante, antecedentes de enfermedades óticas, otras exposiciones al ruido, especialidad dental, año de graduación de la universidad y cantidad de tiempo de uso diario de la pieza de mano, entre otras. El estudio reveló que el oído izquierdo de los dentistas diestros mostraba un menor daño debido a la mayor distancia con la fuente de sonido. El patrón era similar entre los dentistas especialistas y los dentistas generales. Los hallazgos sugirieron que puede haber una relación de causa-efecto entre la pérdida auditiva (en el

rango de alta frecuencia) y el uso de la pieza de mano, en comparación a los médicos que mostraron tener un mejor umbral auditivo.

Reitemeier y Fritsche,<sup>31</sup> en 1990, realizaron un estudio sobre los efectos a largo plazo del ruido en dentistas. Las altas frecuencias de los diversos equipos se reflejaron en una reducción de la audición de alta frecuencia en los dentistas. Las diferencias se hicieron más significativas con el aumento de los años de servicio, así como en comparación con la edad del grupo control.

Souza en 1998, sustentó que la posición de la pieza de alta dentro de la boca puede generar mayor o menor sonido siendo el área más susceptible la zona anterior de la cavidad oral, no obstante aborda la posición del odontólogo con respecto al paciente pues entre más cerca este de él, más posibilidad tendrá la onda sonora de recorrer menor distancia al oído del operador.<sup>2</sup>

H.z.Bali<sup>34</sup> en 2007, llevó a cabo una investigación para evaluar el efecto del sonido producido en una clínica odontológica en la audición de los dentistas de una escuela. 32 odontólogos fueron analizados y se encontraron variaciones estadísticamente significativas en el rango de 6-4 kHz en el oído izquierdo y de 6 kHz en el oído derecho. Una comparación de los umbrales de audición de hombres y mujeres mostró una diferencia significativa de 3 kHz en el oído izquierdo, en el que los hombres tenían mayor pérdida auditiva.

Pujana et al.<sup>35</sup>, en 2007, efectuaron un estudio de medición de los ruidos generados en el ejercicio de la odontología con el objetivo de identificarlos y mensurarlos. La medición se realizó en cuatro clínicas de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala. El sonómetro fue ubicado a la misma altura y distancia en la zona más céntrica de la fuente de origen de los ruidos generados. Los resultados mostraron que una gran cantidad de los ruidos monitoreados sobrepasaban los límites tolerados por el oído humano. Los registros más altos se obtuvieron por el uso de las recortadoras de modelos de yeso, las piezas de mano y algunos

vibradores para modelos de yeso, con lecturas mayores a los 90 dB. Se llegó, además, a la conclusión de que el ruido generado en el ejercicio de la odontología, en especial en las clínicas, sobrepasaban los valores recomendables para evitar la hipoacusia inducida por ruido.

Ferrando et al.,<sup>36</sup> en 2012, desarrollaron una investigación con el objetivo de determinar la exposición a ruidos por el ejercicio profesional en docentes odontólogos de una universidad privada de Asunción (Paraguay) durante 2010. Participaron de forma voluntaria un total de 70 odontólogos, de edades entre 30 y 87 años. Los resultados mostraron que en su mayoría los profesionales encuestados ejercían su profesión de forma autónoma, por lo que tendrían menores posibilidades de padecer problemas auditivos debido a que estaban menos horas expuestos a ruidos, en comparación con quienes ejercían la profesión en los ámbitos privado y público. Con respecto a la percepción auditiva, el 90% respondió que escuchaba bien, mientras que el 1,4% dijo que usaba algún tipo de protector auditivo durante la práctica profesional. Llegaron a la conclusión de que los profesionales estaban expuestos a diferentes tipos de ruidos que con el tiempo podrían ocasionar pérdida auditiva, estrés, fatiga, pérdida de la capacidad de reacción y dificultades en la comunicación.

Existen estudios que afirman que debido al avance tecnológico para reducir el ruido producido por las piezas dentales de mano en las últimas décadas, la fuente de sonido más fuerte en la práctica odontológica para dentistas y asistentes dentales es el dispositivo de succión.<sup>37</sup>

En un estudio realizado durante el año 2015 determinaron el nivel de ruido producido durante los procedimientos clínicos odontológicos en las Áreas de Operatoria dental, Prótesis fija, Endodoncia y Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Centro Médico Naval y Hospital Nacional Hipólito Unanue, en Perú. Se tomó una muestra por conveniencia de 80 registros

sonoros de procedimientos clínicos odontológicos en estas áreas, usando un sonómetro digital, el cual fue colocado a nivel del oído y a una distancia de 45 cm del procedimiento clínico odontológico. Se encontró que el mayor promedio de nivel de ruido a la altura del oído fue en operatoria dental con 83,13 dB y el menor fue en endodoncia con 65,57 dB. A 45 centímetros, el mayor promedio fue en prótesis fija con 76,99 dB y el menor fue en Endodoncia con 61,62 dB. Concluyeron que los procedimientos clínicos odontológicos de operatoria dental y prótesis fija son más propensos a generar niveles de ruido altos, siendo estas áreas de mayor riesgo ocupacional. <sup>38</sup>

Henao et al., <sup>39</sup> en 2018, identificaron el riesgo relativo de presentar hipoacusia leve en estudiantes de odontología debido al ruido propio de las prácticas odontológicas en su formación práctica. El promedio del ruido medido durante el estudio fue de 91.3 dB, reportaron un riesgo 2.97 veces mayor respecto a los estudiantes de otro programa académico. También evidenciaron que el 100% de la población estudiada no usa ningún tipo de protección acústica mientras realiza la práctica clínica.

Alves et al., <sup>40</sup> en 2019, estudiaron el nivel de ruido producido por las piezas de mano de alta velocidad utilizadas en odontología y concluyeron que el nivel de intensidad producida por las piezas de mano está cerca del límite permisible cuando se evalúan de forma aislada.

Saliba et al., <sup>41</sup> en 2019, reportaron en un estudio sobre trastornos auditivos en estudiantes de odontología que de un total de 81 estudiantes incluidos en el estudio, 83.9% negaron recibir alguna orientación sobre la pérdida auditiva inducida por ruido, 77.7% afirmaron conocer la función de los protectores auriculares, pero 96,3% negó su uso.

Amine et al., <sup>42</sup> en 2021, concluyeron que se requiere la implementación de medidas de prevención contra el ruido, a partir del estudio donde midieron el nivel de ruido en una clínica universitaria de prótesis fija, donde registraron un valor promedio de 69.35 dB, con picos que superan el nivel recomendado por estándares internacionales.

### 3.3 Ruido ambiental

Investigadores han sugerido que las exposiciones recreativas al sonido (por ejemplo, a través de actividades como asistir a conciertos, escuchar música, participar en pasatiempos ruidosos y eventos recreativos etc.) tienen el potencial de aumentar el riesgo de pérdida auditiva en personas fuera del lugar de trabajo, especialmente en los adolescentes y adultos jóvenes, debido al uso frecuente de reproductores de música personales, sumado a una fuerte exposición al ruido en clubes nocturnos; discotecas, pubs, bares, cines, eventos deportivos, gimnasios, el tráfico; las construcciones y otras fuentes de ruido propias de las grandes urbes. La exposición al ruido durante la juventud contribuye a la pérdida de audición relacionada con la edad.<sup>43,44,45</sup>

La OMS<sup>45</sup> calcula que 1100 millones de jóvenes de todo el mundo podrían estar en riesgo de sufrir pérdida de audición debido a prácticas auditivas perjudiciales. La exposición a sonidos fuertes, independientemente de su duración, provoca cansancio en las células sensoriales auditivas, lo que da lugar a una pérdida temporal de audición o acúfenos (sensación de zumbido en los oídos). La audición mejora a medida que las células sensoriales se recuperan. Cuando se trata de sonidos muy fuertes o la exposición se produce con regularidad o de forma prolongada, las células sensoriales y otras estructuras pueden verse dañadas de forma permanente, lo que ocasiona una pérdida irreversible de audición. Los sonidos de alta frecuencia (agudos) se ven afectados en primer lugar, por lo que esa pérdida podría no ser perceptible de forma inmediata.

De los adolescentes y jóvenes de entre 12 y 35 años de ingresos medianos y altos, 50% están expuestos a niveles de ruido perjudiciales a consecuencia del uso de dispositivos de audio personales y teléfonos inteligentes, cuyas ventas han aumentado. Con la popularización de la

tecnología, el mayor acceso a estos dispositivos y el aumento de su uso para escuchar música a gran volumen y por periodos prolongados, se prevé que esta prevalencia siga aumentando, dado que el número de personas que escuchan música con auriculares se incrementó en un 75% entre 1990 y 2005 en los Estados Unidos.<sup>45</sup>

El volumen de salida de los dispositivos de audio personales puede variar entre los 75 dB y los 136 dB. El volumen máximo depende de las normativas y legislaciones de cada país. En general, los usuarios de estos dispositivos suelen fijar su volumen entre los 75 dB y los 105 dB, a menudo exceden los 89 dB; escuchar sonidos a niveles superiores de este durante más de 5 horas a la semana, puede causar daño auditivo permanente.<sup>44,45</sup>

Alrededor del 40% de los jóvenes están expuestos a niveles de ruido potencialmente nocivos en clubes, discotecas y bares. Los niveles medios de ruido en estos lugares pueden oscilar entre los 104 dB y 112 dB, y en los conciertos pueden ser aún mayores. En 15 minutos de música a 100 dB, los asistentes pueden exponerse a niveles de ruido similares a los que absorbe un trabajador industrial en una jornada de 8 horas trabajando en un entorno sonoro de 85 dB.

Los niveles de ruido en las instalaciones deportivas oscilan entre los 80 dB y los 117 dB. Los niveles medios de exposición al ruido durante la Copa del Mundo de Fútbol de 2010 alcanzaron los 100,5 dB. Incluso una exposición breve a los elevados niveles de ruido que suele haber en estos lugares de ocio puede ser perjudicial, la exposición frecuente produce pérdida de audición con el tiempo.<sup>45</sup>



### 3.4 Riesgo personal

Algunas personas pueden ser más propensas que otras a la pérdida de audición provocada por el ruido. Daniel en 2007 <sup>46</sup> dividió estos factores de riesgo en modificables y no modificables.

#### Factores de riesgo no modificables

Incluyen la edad, predisposición genética, género y raza. De estos, la edad es el factor más significativo, el riesgo de desarrollar pérdida de la audición inducida por ruido, incrementa con el paso de los años. Entre los individuos alrededor de los 65 y 75 años, aproximadamente el 23% sufren pérdida parcial o total de la audición. Esta cifra se incrementa alrededor de 40% en los individuos de más de 75 años. Sin embargo, la mayoría de los adultos jóvenes han experimentado acúfenos y problemas de audición después de la exposición a música alta. <sup>46,47</sup>

Estudios han demostrado que hay diferencias significativas en la susceptibilidad al daño inducido por ruido entre individuos, entre el oído izquierdo y el oído derecho, y en diferentes momentos del día de una misma persona, indicando la posibilidad de variabilidad genética para la respuesta a la exposición al ruido. <sup>47</sup>

Dogu et al., <sup>48</sup> en 2003 sugirieron que puede haber una correlación entre el grupo sanguíneo y la hipoacusia inducida por el ruido, reportaron que la pérdida de audición inducida por el ruido era significativamente más frecuente entre los sujetos de su estudio con grupo sanguíneo O, quienes pueden ser más propensos. Chen et al., <sup>49</sup> realizaron un estudio en el año 2018 donde obtuvieron resultados que apoyan la hipótesis de que los individuos del grupo sanguíneo O pueden tener un mayor riesgo de daño coclear por exposición al ruido.

En otro estudio sugieren una asociación positiva entre la pérdida de la audición y la estatura pequeña, debido a mecanismos relacionados con el retraso del crecimiento, así como cambios durante el desarrollo de la cóclea, que pueden causar hipoacusia neurosensorial en la edad adulta.<sup>50</sup>

#### Factores de riesgo modificables

La presencia de enfermedades crónicas como la diabetes y cardiopatías, la exposición al humo del tabaco, falta de ejercicio físico, ingesta baja de alimentos ricos en vitaminas y minerales antioxidantes en la dieta y deficiente salud oral, aumentan el riesgo de sufrir pérdida de audición inducida por el ruido.<sup>46</sup>

Fumar ha mostrado efectos adversos en la audición, es posible que distintas sustancias ototóxicas en la composición química del humo del cigarro en combinación con la exposición al ruido puede afectar sinérgicamente y producir daño en la audición.<sup>51</sup>

Con respecto a la deficiente salud oral, se ha establecido una relación entre personas que tienen pérdidas dentarias, los autores sugieren que la pérdida dentaria causa deficiencias auditivas debido a la falta de actividad muscular del paladar y estructuras asociadas.<sup>52</sup>

Entre los individuos con diabetes, niveles de glucosa alta en la sangre pueden causar que los vasos sanguíneos en el oído interno se estrechen, lo que interrumpe la transmisión normal del sonido y conduce a un mayor riesgo de pérdida auditiva a una edad más temprana, al igual que las personas que tiene problemas cardiovasculares, debido a la disminución de la circulación y estrechamiento de los vasos sanguíneos del oído interno.<sup>53,54,55</sup>

## **Capítulo IV. Prevención ante la exposición al ruido**

En el mundo, 1500 millones de personas viven con algún grado de pérdida de audición y para 2050 está previsto que habrá 2500 millones de personas con algún grado de pérdida de audición, alrededor de 1 de cada 4 personas.<sup>56</sup>

El Director General de la OMS, el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, señaló en el comunicado de prensa más reciente a propósito del día mundial de la audición, el 3 de marzo de 2021:

“Nuestra capacidad de audición es un bien muypreciado y, si no se tratan, las pérdidas auditivas pueden acarrear consecuencias devastadoras en la capacidad de las personas para comunicarse, estudiar y ganarse la vida. Además, también pueden afectar a su salud mental y a la posibilidad de que mantengan relaciones.”<sup>57</sup>

La prevención es la estrategia más eficaz para evitar la pérdida auditiva inducida por exposición al ruido<sup>45</sup>

### **4.1 Medidas preventivas generales**

La importancia de la prevención y la educación auditiva juega un papel muy importante, se puede aumentar la conciencia de los efectos perjudiciales de la discapacidad auditiva, así como la motivación de las personas para preservar su audición y educarlas sobre la protección auditiva. Las personas que comprenden el valor de la audición harán el esfuerzo de preservarla tanto dentro como fuera del trabajo.<sup>44,58</sup>

El Instituto Nacional de Sordera y Desórdenes Comunicativos de Estados Unidos nos comparte las siguientes recomendaciones para reducir el riesgo de pérdida auditiva inducida por el ruido en los niños y los adultos:<sup>59</sup>

-Conocer cuáles son los ruidos que pueden causar daño (aquellos que están por encima o a 85 dB), identifique las fuentes de sonidos fuertes.

-Tratar de reducir la exposición, evitar o limitar la exposición a sonidos excesivamente fuertes, utilizar dispositivos de protección auditiva cuando no sea posible para evitar la exposición a sonidos fuertes o reducirlos a un nivel seguro.

-Adoptar comportamientos para proteger la audición, como bajar el volumen de la música.

-Hacer que la familia, amigos y colegas estén conscientes de los peligros del ruido y proteger los oídos de los niños, quienes son muy jóvenes para protegerse a sí mismos.

-Buscar una evaluación auditiva por parte de un profesional calificado como los otorrinolaringólogos, audiólogos o neuroaudiólogos, especialmente si existe una preocupación por una posible pérdida auditiva.

Dejar de fumar, realizar cambios en la dieta, buenos hábitos de ejercicio y de higiene bucal son factores de estilo de vida que pueden reducir el riesgo de desarrollar esta condición.<sup>46</sup>

Las aplicaciones de teléfonos inteligentes se pueden utilizar para medir niveles de sonido, proporcionando un medio rápido y conveniente de identificar niveles de sonido inseguros para determinar cuándo se justificaría el uso de equipos para limitar el ruido. Aunque pruebas han demostrado que las aplicaciones con mejor rendimiento alcanzan una precisión dentro de un rango de 2dB de los niveles de ruido reales (Sound Level Analyzer-lite, SoundMeter), las limitaciones de rendimiento incluyen la antigüedad del teléfono, calibración del usuario de la aplicación y diferentes modelos de teléfono.<sup>44</sup>

## 4.2 Medidas preventivas en la práctica odontológica

Debido que la hipoacusia inducida por ruido se puede prevenir y que los principales factores involucrados en el desarrollo de la misma son: la distancia del receptor con el foco de emisión, el nivel del ruido emitido, del tiempo de exposición al mismo y la susceptibilidad individual, Casado<sup>1</sup> divide las medidas preventivas en tres niveles:

A nivel personal

Dispositivos de protección auditiva

Existen productos de protección auditiva disponibles comercialmente que preservan la capacidad de comunicarse con pacientes y compañeros de trabajo. Atenúan en 16 dB las frecuencias ordinarias y en 10 dB los ultrasonidos, transformándolas en frecuencias seguras. Deben de quedar perfectamente ajustados para que cumplan su misión.<sup>1,60</sup>

No todos los protectores de oídos ofrecen la misma protección y ninguno bloquea todos los sonidos, tienen diferente nivel de reducción de ruido (NRR) para saber cuánta protección pueden brindar cuando se colocan y se usan correctamente.

Los tapones de oídos encajan directamente en el conducto auditivo, tienen opciones desechables y reutilizables, existen diferentes tipos: (Figura 12 y 13)

Tapones de espuma

Suelen ser de espuma suave, una vez insertados en el oído se expanden para llenar cómodamente el conducto auditivo, están diseñados para un solo uso, pero pueden lavarse con agua tibia y jabón suave, secarse y reutilizarse.

### Los tapones auditivos semiaurales

Son un tipo de tapones de oídos que tienen una banda rígida que proporciona una fuerza suave para sellarlos en el conducto auditivo.

### Tapones de oídos premoldeados

Están hechos de plástico, goma o silicona. Un tipo de tapones de oídos premoldeados son los de atenuación uniforme o de alta fidelidad. Tienen el mismo efecto que bajar el volumen de un equipo de música: la intensidad del sonido disminuye de manera uniforme en los diferentes tonos.

### Orejeras

Las orejeras con protección auditiva son almohadillas de plástico acolchadas, conectadas por una diadema flexible, reducen el ruido al cubrir completamente ambos oídos.<sup>61</sup>



Figura 12. Tapones de espuma, premoldeados y semiaurales.<sup>61</sup>



Figura 13. Tapones de silicona.<sup>62</sup>

Un informe del Instituto de Ciencias de la Asociación Dental Americana (ADA) evaluó el rendimiento de los dispositivos de control de sonido activos y pasivos frente a características como la capacidad de comunicarse con otros mientras se usa el dispositivo, la comodidad y la facilidad de inserción.<sup>63</sup> (Figura 14)

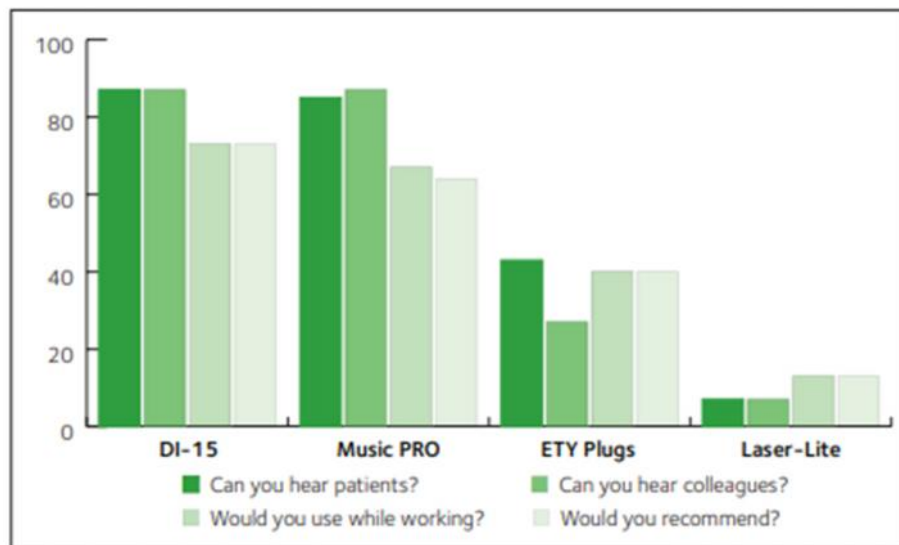


Figura 14. Percepción de la comunicación y preferencias personales de los dispositivos de protección auditiva<sup>63</sup>

Se deben distribuir los tratamientos en la consulta, intercalando actividades que requieran el uso de la pieza de mano con otras que no lo precisen.

Realizar controles audiométricos periódicos si se presentan síntomas de fatiga auditiva temporal.<sup>1</sup>

#### Sobre la fuente de ruido

Realizar un correcto mantenimiento del equipo para evitar la producción de ruidos innecesarios.

Al seleccionar equipo dental, considerar su nivel de ruido como un factor en la decisión de la compra.<sup>64</sup>

Insonorizar o aislar los compresores.

Hacer un correcto diseño de la consulta, empleando materiales que absorban ruidos y distribuyendo adecuadamente el equipamiento de unidades productoras de ruido.

Elección de las actividades de descanso

Intercalar periodos de descanso tras la jornada laboral y antes de exponerse a actividades con altos niveles de ruido, como los conciertos de música, uso de motos acuáticas, etcétera.<sup>1</sup>



## Conclusiones

La audición es uno de los sentidos más importantes, resultado de una serie de mecanismos complejos que se llevan a cabo en el órgano sensorial del oído; con el cual podemos intercambiar información con el mundo exterior a través de los sonidos. La pérdida de la audición es permanente e irreversible, la prevención es la estrategia más eficaz para evitarla.

La comunidad odontológica es susceptible a presentar daños auditivos debido a que está inmersa en ambientes potencialmente dañinos desde su formación académica en clínicas y laboratorios.

La exposición al ruido no sólo genera daños en el aparato auditivo, también interfiere en las actividades diarias generando efectos sobre la conducta y el rendimiento, como molestia, síntomas relacionados con el estrés, efectos digestivos, cardiovasculares, visuales, endócrinos, nerviosos, entre otros.

En la práctica odontológica se tiene que educar en las medidas de prevención y crear conciencia sobre el daño potencial del ruido que se genera.

Las medidas de prevención engloban cambios en el ejercicio profesional del Cirujano Dentista: se debe controlar el tiempo de exposición al ruido, la distancia con el foco de emisión, el uso de dispositivos de protección auditiva, ya que muchos profesionales no los utilizan de forma rutinaria, además de limitar la exposición a sonidos intensos.

Al ser personas en riesgo de pérdida de audición, deben controlar su audición periódicamente, con visitas a especialistas (otorrinolaringólogos, audiólogos, neuroaudiólogos) al menos una vez al año.

## Referencias bibliográficas

1. Casado I, Carrillo P, Descalzo F. Riesgos derivados de la exposición al ruido en el consultorio dental. Gaceta Dental. 2009;(23):1-14. Disponible en: <https://gacetadental.com/2009/04/riesgos-derivados-de-la-exposicin-al-ruido-en-el-consultorio-dental-31043/>
2. Rivera YL, Concha SC. Pérdida auditiva inducida por ruido evaluada en odontólogos docentes de las clínicas odontológicas de la Universidad Santo Tomas. Revista Ustasalud Odontología. 2007; 6:96-103. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/229699749.pdf>
3. Prado HM. Anatomía del Oído. En: Prado HM, Arrieta JR, Prado A: coordinadores. Práctica de la otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. México: Médica Panamericana;2012. Pag. 836-841. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9786079356835?token=55855dac-1a89-43f1-aeb5-3e761e4654c5#%7B%22Pagina%22:%22Portada%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%7D>
4. García JA, Hurlé JM. Órganos de los sentidos. En: García JA, Hurlé JM. Anatomía Humana, 2a ed. Madrid, España: Médica Panamericana; 2020. Pag. 731-760.
5. Gilroy AM. PROMETHEUS. Anatomía Manual para el estudiante. 2a ed. México: Médica Panamericana; 2020. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9788491103646?token=6daacedd-6494-4912-b27b-e6732795fb44#%7B%22Pagina%22:%22Portada%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%7D>
6. Szymanski A, Geiger Z. Anatomy, Head and Neck, Ear. [Updated 2020 Jul 27]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL):

- StatPearls Publishing; 2021 Enero-. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470359/>
7. Sánchez E ,Pérez J. Gil-Carcedo E. Oído. Libro virtual de formación en ORL ,SEORL PCF;2012). Disponible en: <https://seorl.net/PDF/Otologia/003%20-%20FISIOLOG%C3%8DA%20%20AUDITIVA.pdf>
  8. Tórtora GJ, Derrickson B. Sentidos especiales. En:Tórtora GJ, Derrickson B:autores. Principios de Anatomía y Fisiología. México, D.F.: Médica Panamericana;2018. Pag. 635-678. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9786078546121?token=02b6eac0-332a-4191-8512-22a2b297ced3#%7B%22Pagina%22:%22Portada%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%7D>
  9. Georgakopoulos B, Zafar Gondal A. Embryology, Ear Congenital Malformations. [Updated 2020 Jul 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545256>
  10. Ma X, Xie F, Zhang C, Xu J, Lu J, Teng L. Correlation Between Mandible and External Ear in Patients with Treacher-Collins Syndrome. J Craniofac Surg. 2019 Jun;30(4):975-979 Disponible en: [https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/Abstract/2019/06000/Correlation\\_Between\\_Mandible\\_and\\_External\\_Ear\\_in.7.aspx](https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/Abstract/2019/06000/Correlation_Between_Mandible_and_External_Ear_in.7.aspx)
  11. Kösling S, Omenzetter M, Bartel-Friedrich S. Congenital malformations of the external and middle ear. Eur J Radiol. 2009 Feb;69(2):269-79 Disponible en: [https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X\(07\)00537-2/fulltext](https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X(07)00537-2/fulltext)
  12. Silva AP, Blasca WQ, Lauris JR, Oliveira JR. Correlation between the characteristics of resonance and aging of the external ear. Cotas. 2014 Mar-Apr;26(2):112-6 Disponible en:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2317-17822014000200112&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822014000200112&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

13. Latarjet M, Liard R. Anatomía Humana. 5 th. Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2019. 1720. Vol 1. Oído Medio [Internet]. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9789500695916?token=8effb13a-2c6b-45bc-b443-834f7798d850#%7B%22Pagina%22:%22Tapa%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%22%7D>
14. Órgano de Corti: generalidades | Cochlea [Internet]. Disponible en: <http://www.cochlea.eu/es/coclea/organo-de-corti>
15. Gómez A, Prado A. Fisiología de la audición. En: Prado HM, Arrieta JR, Prado A: coordinadores. Práctica de la otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. México: Médica Panamericana; 2012. Pag. 836-841. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9786079356835?token=55855dac-1a89-43f1-aeb5-3e761e4654c5#%7B%22Pagina%22:%22Portada%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%22%7D>
16. Silverthorn DU, Fisiología 8Ed. Médica Panamericana. Fisiología Humana. Un enfoque integrado. 2019. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.pbidi.unam.mx:2443/VisorEbookV2/Ebook/9786078546237?token=21da58c6-7fef-44ff-bffa-f7ca63de70fb#%7B%22Pagina%22:%22Cover%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%22%7D>
17. Santos Y, Novoa AM. Actualización acerca del riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido en el personal odontológico. Rev. Asoc. Odontol. Argent. 2020; Vol. 108:2: 80-87. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/10/1121640/atualizacion-acerca-del-reisgo-de-perdida-auditiva-inducida.pdf>

18. It's a Noisy Planet. Protect Their Hearing [Internet]. National Institutes of Health: Hearing in Children Activities. Disponible en : <https://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/kids-preteens/noise-induced-hearing-loss>.
19. Organización Mundial de la Salud (OMS) Disponible en: <https://www.who.int/health-topics/hearing-loss/hearwho>
20. 1910.95 - Occupational noise exposure. | Occupational Safety and Health Administration [Internet]. Disponible en: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95>
21. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/ruidoApp.html>
22. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene donde se genera ruido. Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-011.pdf>
23. Ding T, Yan A, Liu K. What is noise-induced hearing loss? Vol. 80, British Journal of Hospital Medicine. MA Healthcare Ltd; 2019. p. 525–9. Disponible en: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/epub/10.12968/hmed.2019.80.9.525>
24. Kurabi A, Keithley EM, Housley GD, Ryan AF, Wong AC. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hear Res.* 2017;349:129-137. doi:10.1016/j.heares.2016.11.013 Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0378595516303070?token=E770CB195FB3305DA74B1B0975BE5A8D99227C6E94BE53535BC22EEA01EC3CF4FD85958B815884061E8FEB944250AB89>
25. Wood MB, Zuo J. The contribution of immune infiltrates to ototoxicity and cochlear hair cell loss. *Front Cell Neurosci.* 12 de abril de 2017 ; 11: 106. Disponible en : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2017.00106/full>

26. Stansfeld S, Clark C. Mental health effects of noise. En: Encyclopedia of Environmental Health. Elsevier; 2019. p. 287–94. <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/B9780124095489118147>
27. Babisch W. Cardiovascular Effects of Noise. En: Encyclopedia of Environmental Health. Elsevier Inc.; 2011. p. 532–42. Disponible en : <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/B9780444522726002440>
28. Goines L, Hagler L. Noise Pollution: A Modern Plague. South Med J [Internet]. 2007;100(3):287–94. Disponible en: <https://sma.org/southern-medical-journal/article/noise-pollution-a-modern-plague/>
29. Fuentes L E, Rubio M C, Cardemil M F. Pérdida auditiva inducida por ruido en estudiantes de la carrera de odontología. Rev Otorrinolaringol y cirugía cabeza y cuello [Internet]. 2013;73(3):249–56. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-48162013000300007](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162013000300007)
30. Qsaibati L, Ibrahim O. Noise level of dental equipment used in dental college of Damascus University. Dent Res J. 2014; 11(6): 624–30. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4275629/>
31. Myers J, John A, Kimball S, Fruits T. Prevalence of tinnitus and noise-induced hearing loss in dentists. Noise Heal [Internet]. el 1 de noviembre de 2016 [citado el 24 de abril de 2021];18(85):347–54. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5227015/?report=reader#!po=8.33333>

32. Zubick HH, Tolentino AT, Boffa J. Hearing loss and the high speed dental handpiece. *Am J Public Health* 1980;70:633-5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1619451/?page=1>
33. Reitemeier B, Fritsche F. Untersuchungen zur Langzeitwirkung von Lärm bei Zahnärzten [The long-term effects of noise on dentists]. *Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1990;78:735-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2150465/>
34. Bali N, Acharya S, Anup N. An assessment of the effect of sound produced in a dental clinic on the hearing of dentists. *Oral Health Prev Dent* 2007;5:187-91. Disponible en: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/841552>
35. Pujana A, Toriz M, Silva G, Bonastre M, Monroy M, Llamosas E. Medición del ruido generado en el ejercicio de la odontología. *Rev Odont Actual* 2007;5:24-28 Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Odontologiaactual/2007-08/vol5/no56/4.pdf>
36. Ferrando K, Chirife T, Jacquett N. Exposición a ruidos por el ejercicio profesional en docentes odontólogos. *Rev Odont Latinoam* 2012; 2. Disponible en: <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/77/148>
37. Brusis T, Hilger R, Niggeloh R, Huedepohl J, Thiesen KW. Besteht beim Zahnarzt oder beim Zahntechniker die Gefahr einer lärmbedingten Gehörschädigung? *Laryngorhinootologie* [Internet]. 2008; 87(5):335–40. Disponible en: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2007-995328>
38. Enrique F, Castro L, María A, Soriano D, Carlos J, Arcos WP, et al. Nivel de ruido de los procedimientos clínicos odontológicos. *Rev Estomatol Herediana* 2017; 27(1):13-20. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v27n1/a03v27n1.pdf>
39. Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: Review and recommendations. *J Acoust Soc*

- Am [Internet]. 2019;146(5):3911–21. Disponible en: <https://asa.scitation.org/doi/full/10.1121/1.5132287>
40. Imam L, Hannan SA. Noise-induced hearing loss: a modern epidemic? Br J Hosp Med (Lond ) [Internet]. 2017 [Consultado 9 abril 2021]; 78(5):286-290. Disponible en: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/abs/10.12968/hmed.2017.78.5.286>
39. Organización Mundial de la Salud (OMS) [https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS\\_Brochure\\_Spanish\\_lowres\\_for\\_web.pdf](https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf)
42. Daniel, E. Noise and Hearing Loss: A Review. Journal of School Health. 2007; 77(5), 225–231. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1746-1561.2007.00197.x>
43. Chung JH, Des Roches CM, Meunier J, Eavey RD. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. Pediatrics. 2005 Apr;115(4):861-7. Disponible en: <https://pediatrics.aappublications.org/content/115/4/861.long>
44. Harun Dođru, Mustafa Tüz & Kemal Uygur (2003) Correlation Between Blood Group and Noise-induced Hearing Loss, Acta Oto-Laryngologica, 123:8, 941-942, Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00016480310000746?needAccess=true>
45. Chen WW, Chow KT, McPherson B. ABO Blood Group and Cochlear Status: Otoacoustic Emission Markers. Ear Hear [Internet]. mayo de 2018;39(3):555–62. Disponible en: <https://journals.lww.com/00003446-201805000-00017>
46. Barrenäs ML, Bratthall Å, Dahlgren J. The association between short stature and sensorineural hearing loss. Hear Res. el 1 de julio de 2005;205(1–2):123–30. Disponible en:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037859550500095X>

47. Ferrite S, Sasntana V. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med.* 2005;55(1):48-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi002>
48. Lawrence HP, Garcia RI, Essick GK, et al. A longitudinal study of the association between tooth loss and age-related hearing loss. *Spec Care Dentist.* 2001;21:129. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1754-4505.2001.tb00242.x?sid=nlm%3Apubmed>
49. Díaz de León-Morales LV, Jáuregui-Renaud K, Garay-Sevilla ME, Hernández-Prado J, Malacara-Hernández JM. Auditory impairment in patients with type 2 diabetes mellitus. *Arch Med Res.* 2005 Sep-Oct;36(5):507-10.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0188440905001165?via%3Dihub>
50. Kakarlapudi V, Sawyer R, Staecker H. The effect of diabetes on sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol.* 2003 May;24(3):382-6.  
[https://journals.lww.com/otology-neurotology/Abstract/2003/05000/The\\_Effect\\_of\\_Diabetes\\_on\\_Sensorineural\\_Hearing.6.aspx](https://journals.lww.com/otology-neurotology/Abstract/2003/05000/The_Effect_of_Diabetes_on_Sensorineural_Hearing.6.aspx)
51. Torre P 3rd, Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R, Nondahl DM. The association between cardiovascular disease and cochlear function in older adults. *J Speech Lang Hear Res.* 2005 Apr;48(2):473-81.  
<https://pubs.asha.org/doi/full/10.1044/1092-4388%282005/032%29>
52. Organización Mundial de la Salud (OMS)  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
53. Organización Mundial de la Salud (OMS)  
<https://www.who.int/es/news/item/02-03-2021-who-1-in-4-people-projected-to-have-hearing-problems-by-2050>

54. Royster JD. Preventing Noise-Induced Hearing Loss. *N C Med J*. 2017 Mar-Apr;78(2):113-117. doi: 10.18043/ncm.78.2.113. <https://www.ncmedicaljournal.com/content/78/2/113>
55. Sliwinska-Kowalska M, Davis A. Noise-induced hearing loss. *Noise Heal*. 2012;14(61):274–80. Disponible en: <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/NoiseInducedHearingLoss.pdf>
56. Spomer J, Estrich CG, Halpin D, Lipman RD, Araujo MWB. Clinician Perceptions of 4 Hearing Protection Devices. *JDR Clin Trans Res*. 2017 Oct;2(4):363-369. Disponible en: [https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2380084417715599?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2380084417715599?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed) &
57. Henao DB, Alzate Sánchez A. Niveles auditivos de una cohorte de estudiantes de odontología expuestos a ruido ambiental durante la formación práctica \*. *Entramado [Internet]*. 2018;14(1):284–90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27102>
58. Alves AH, Cristiskis O, Gonçalves De Lima<sup>2</sup> M, Maria C, Couto<sup>2</sup> Q, Gonçalves C, et al. Nível de Ruído de Peças de Mão de Alta Velocidade Usadas em Odontologia como Fator de Risco Auditivo Noise Level of High-Speed Handpieces Used in Dentistry as Hearing Hazard Factor. 2019;23:15–22. Disponible en: <https://doi.org/10.22478/ufpb.2317-6032.2019v23n1.35690>
59. Saliba TA, Peña-Téllez ME, Garbin AJ, Garbin CA. Auditory alterations and student knowledge and perception on noise at a dental teaching clinic. *Rev Salud Publica [Internet]*. 2019;21(1):84–8. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rsap.V21n1.75108>
60. Amine M, Aljalil Z, Redwane A, Delfag I, Lahby I, Bennani A. Assessment of Noise Levels of Equipment Used in the Practical

Dental Teaching Activities. 2021; Disponible en:  
<https://doi.org/10.1155/2021/6642560>

61. How Do You Protect Your Hearing? | Noisy Planet [Internet].

Disponible en: <https://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/kids-preteens/how-do-you-protect-your-hearing>

62. Disponible en :

[https://www.amazon.com/dp/B0752WTWNC/ref=cm\\_sw\\_r\\_wa\\_awd\\_b\\_imm\\_WHDYZKVVYAMVHW1KH36NX](https://www.amazon.com/dp/B0752WTWNC/ref=cm_sw_r_wa_awd_b_imm_WHDYZKVVYAMVHW1KH36NX)

63. American Dental Association. Disponible en:

[https://www.ada.org/~media/ADA/Publications/PPR/Abstracts/2016\\_10\\_PPR\\_Clinicians\\_Perspective\\_on\\_Hearing\\_Protection\\_Abstract.pdf?la=e](https://www.ada.org/~/media/ADA/Publications/PPR/Abstracts/2016_10_PPR_Clinicians_Perspective_on_Hearing_Protection_Abstract.pdf?la=e)

64. Safety/Ergo Tips: Hearing Loss | American Dental Association |

Center for Professional Success [Internet]. Disponible en:  
<https://success.ada.org/en/wellness/safety-tips-to-avoid-hearing-loss>