



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD

---

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
ESPECIALIDAD EN:  
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“DAÑO INDUCIDO POR RUIDO EN USUARIOS DE REPRODUCTORES DE  
MÚSICA PORTÁTIL”**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
**COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA**

**P R E S E N T A:**

**DRA. ALINÉ MAGALY SÁNCHEZ MARTÍNEZ.**

PROFESOR TITULAR: DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESORES:

DRA. ILEANA DEL SOCORRO GUTIERREZ FARFÁN.

DR. SAÚL RENAN LEÓN HERNÁNDEZ.



MEXICO, D.F

AGOSTO DE 2007.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por enseñarme a apreciar cada momento de mi vida, por guiarme y darme todo su amor.*

*A mis papas, gracias por todo el amor y el apoyo, por enseñarme a luchar siempre. LOS AMO.*

*A mi hermano, a Mony y a mi sobrino. Paco te admiro por tu nobleza, gracias por tantos recuerdos felices de nuestra infancia. Te quiero mucho.*

*Benjamín, por compartir momentos tan importantes de mi vida. Te amo.*

*Jorge y Adriana gracias por hacerme extrañar un poco menos mi casa todo este tiempo.*

*A mis tías, Armida, Nelly, Vicky, Coto, Midus, y Jareny, las quiero mucho.*

*Mis amigas Juliet, Ale, Sonix, Noemí, María, Jazmín, Dani, Lulú, Lety, Katy por brindarme su cariño durante estos 3 años, las quiero mucho.*

*Laura gracias por tu ayuda y amistad, aprendí mucho de ti.*

*A mis maestros y asesores Dra. Ileana y al Dr. Saúl, por la enseñanza y el apoyo brindado para poder alcanzar una meta más en mi carrera. Muchas gracias.*

## ÍNDICE

I	Marco teórico.....	7
1	Introducción.....	7
2	Trauma acústico.....	7
2.1	Antecedentes históricos.....	7
2.2	Características generales del sonido.....	8
2.3	Trauma acústico.....	8
2.4	Patogenia.....	9
2.4.1	Características del ruido.....	10
2.4.2	Factores de riesgo.....	11
2.5	Clasificaciones del trauma acústico. ....	13
2.5.1	Clasificación histológica.....	13
2.5.2	Formas clínicas del trauma acústico.....	14
2.5.3	Formas audiométricas de trauma acústico .....	15
3	Audiometría de altas frecuencias y el daño inducido por ruido.....	16
4	Reproductores de música portátil.....	19
II	Planteamiento del problema.....	23
III	Justificación.....	24
IV	Hipótesis.....	26
V	Objetivo general.....	27
VI	Objetivos específicos.....	27
VII	Metodología y procedimientos.....	28
VIII	Universo de trabajo.....	29
IX	Variables.....	29
X	Criterios de inclusión.....	30
XI	Criterios de exclusión.....	30
XII	Métodos.....	31
XIII	Resultados.....	34
XIV	Discusión.....	45

XV	Conclusiones.....	47
XVI	Apéndices.....	48
XVII	Bibliografía.....	58

## **I. MARCO TEÓRICO.**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

Cada vez más médicos atienden a pacientes con síntomas de pérdida auditiva por exposición a ruido pero a edades más tempranas de lo esperado.

Con la aparición de nuevos estéreos portátiles los cuales tienen baterías de mayor duración, los jóvenes pasan más tiempo escuchándolos por lo que el número de niños y adultos jóvenes con pérdida auditiva está aumentando. (1,2)

Uno de cada 8 niños y adolescentes en edades de 6 a 19 años cursan con cierto nivel de pérdida auditiva y muchos estudios han demostrado que estas personas tienen una calidad de vida más pobre que la población general debido a que se les dificulta interactuar con otros individuos, se aíslan, se sienten excluidos llevándolos a un estado depresivo. (2)

No se han realizado estudios que reporten pérdida auditiva en usuarios de estos aparatos.

## **2. TRAUMA ACÚSTICO**

### **2.1 Antecedentes Históricos**

El ruido es una amenaza para el sistema ecológico pero tiene la ventaja de dejar de actuar en el mismo momento que cesa su emisión.

Las fuentes de emisión sonora se han ido incrementando con el paso del tiempo y la actividad del hombre

Se reconoce que desde las épocas más antiguas hay una relación directa entre ruidos intensos y daño auditivo, como la exposición cercana de rayos, el martillado de los artesanos, en el siglo 1 d.C. se describe que las personas que vivían cerca de las cataratas del Nilo eran totalmente sordas porque utilizaban el agua de las cataratas para desplazar las paletas que ponían en movimientos, bloques de piedra de los antiguos molinos y esto era la causa de la sordera. En el siglo 13 d.C. los árabes introdujeron el uso de pólvora en Europa. En el año de 1700 se relatan que con los años los obreros van perdiendo progresivamente la audición hasta quedar completamente sordos. (3)

### **2.2 Características generales del sonido.**

Médicamente consideramos al ruido como sonidos simples o complejos disarmónicos y muy intensos, generando intolerancia o dolor al oído, creando una sensación de displacer para el individuo.

El ruido se puede clasificar en tonos puros, sonidos de banda estrecha, de banda ancha, sonidos explosivos y sonidos de impacto.

El rango de frecuencias que el ser humano está capacitado para percibir va de 20 a 20000 Hz.

Aquellos sonidos cuya frecuencia es inferior a los 20Hz se denominan infrasonidos y cuando es superior a los 20kHz ultrasonidos, ninguno de estos son audibles para el humano pero igualmente pueden ocasionar alteraciones físicas o psíquicas. (3)

Tabla 1.

Según la intensidad sonora los ruidos se pueden clasificar en :

RUIDOS MUY INTENSOS	Más de 105 Db
RUIDOS INTENSOS	De 100 a 105 Db
RUIDOS MODERADOS	De 90 a 95 Db

### **2.3 Trauma acústico.**

El daño inducido por ruido tiene mayor prevalencia entre individuos en edades de 65 años en adelante y se espera que la incidencia aumente conforme la población envejece, es una causa mayor de sordera en los Estados Unidos. (1,2)

El NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) reporta que aproximadamente 28 millones de Americanos cursan con alguna discapacidad auditiva y por lo menos la mitad de estos están relacionados en parte a daño por exposición crónica a ruidos intensos. (2)

Se le define al trauma acústico como la pérdida brusca de la audición causada por una exposición a un ruido de alta intensidad que es la potencia en energía por segundo transmitida a través de un área de  $1\text{m}^2$ , orientada perpendicularmente a la dirección de la propagación de la onda.

Puede aparecer en forma aguda o crónica y esto dependerá del tiempo de exposición a un ruido intenso.

El trauma acústico agudo (TA), corresponde a una lesión causada por un ruido único de alta intensidad donde la pérdida auditiva es de tipo sensorineural o mixta, de forma uni o bilateral y es posible que se de una recuperación.

El trauma acústico crónico o también llamado daño auditivo inducido por ruido (DAIR) se asocia a la exposición prolongada a un ruido intenso, el daño auditivo es gradual de tipo sensorineural, nunca mixto, bilateral simétrico y recuperable solo en su inicio. (3)

## **2.4 Patogenia.**

La exposición prolongada a un ruido continuo, producirá microlesiones del órgano de Corti, siendo ésta la base de la hipótesis del micro-trauma, sin embargo el mecanismo por el cual se produce está destrucción de elementos celulares del oído interno aún no está absolutamente determinado. (3)

Existen 5 factores básicos relacionados al daño auditivo:

1. Intensidad del ruido.
2. Distribución de los componentes frecuenciales del ruido.
3. Duración de la exposición.
4. Tipo de ruido: continuo, intermitente o impulsivo.
5. Susceptibilidad personal.

### **2.4.1 Características del ruido.**

Los ruidos por debajo de los 80 dB por 8 horas de exposición no son peligrosos y pueden causar fatiga auditiva sin secuelas permanentes. Si el ruido sobrepasa los 80 dB el riesgo aumenta demasiado así como aumenta a mayor tiempo de exposición. (3)

El NIOSH define como peligroso a un sonido que excede los 85 dB escuchado durante 8 horas al día y que la exposición prolongada a ruido por arriba de los 85 dB pueden cambiar la estructura de las células ciliadas dando por resultado muchas veces hipoacusia irreversible. (2)

Los ruidos continuos son menos perturbadores que los intermitentes, por una adaptación del oído con una modificación de la impedancia.

Influirá también la distancia de la fuente sonora hacia el oído. (3)

Frecuencias entre 2 y 3 kHz ocasionan mayor deterioro y se sabe que el propósito del canal auditivo externo es aumentar hasta por 15 dB los sonidos entre los 2000 y 3000 kHz . (3- 4)

La exposición a ruido blanco, ruido de multifrecuencias encontrado en las industrias, usualmente produce daño en la vuelta apical de la cóclea, en las frecuencias de 3000 y 6000 khz. Ruido de banda corta causa daño en diferentes áreas dependiendo de la frecuencia del ruido, y el grado aumenta conforme aumenta la intensidad de la frecuencia de base. (5)

El Instituto Central para el sordo en la Universidad de Washington describe la siguiente clasificación según la intensidad del ruido y la duración necesaria para producir daño auditivo:

En el daño auditivo por exposiciones sonoras cortas y muy intensas, es de causa mecánica, el desplazamiento de la membrana basilar durante el ruido genera suficiente energía como para relacionarlo con la ruptura de cualquier parte del oído interno.

Por otra parte en el daño auditivo por horas o días de exposición sonora intervienen varios mecanismos, la histología del órgano de Corti puede ser desde normal en casos de recuperación total de los umbrales de audición hasta la falta absoluta de la arquitectura mística coclear. Las alteraciones son consecuencia de cambios del medio químico del oído interno por degeneración celular y liberación de contenidos citoplásmicos en los espacios extracelulares.

Por lo anterior la OSHA (Occupational and Health Administration) estableció la permisividad de niveles de ruido en función del tiempo de exposición. La energía de un sonido se duplica cada 3 dB, por ejemplo la energía recibida durante 8 horas a 90 dB es igual a recibir 4 horas a 93 dB. (3)

Tabla. 3

DURACION ( Horas / día )	SPL ( en escala dB, respuesta lenta )
8	90
6	92
4	95
2	100

1	105
30 minutos	110
15 minutos	115

#### **2.4.2 Factores de riesgo.**

Existen factores de riesgo no modificables para pérdida auditiva inducida por ruido, la edad, genética, sexo, raza, siendo el primero el más importante, a mayor edad mayor riesgo de adquirir daño auditivo, sin embargo se ha visto que cada vez más niños y adolescentes muestran datos de acúfeno, cambios temporales en los umbrales de audición y dificultades para escuchar. (2)

La mayoría de los reportes a cerca de la etiología del acúfeno demuestran que el daño inducido por ruido es su causa más frecuente. (6)

Se han realizado estudios que muestran como hay diferencias entre un mismo individuo, pueden tener mayor susceptibilidad en un oído que en el otro así como durante diferentes horas del día, por la gran variabilidad de la genética es que una persona puede responder diferente a la exposición a ruido. (2)

Se ha demostrado una diferencia entre oídos derecho e izquierdo en la vulnerabilidad al ruido en numerosos estudios, siendo el oído izquierdo el que presenta peor audición. (7)

Se cree que los niños más que las niñas, son más propensos a cursar con daño auditivo inducido por ruido debido a las actividades que realizan.

Por último la raza a la que pertenece un individuo se relaciona con el tipo de trabajo que desempeña aunque hay mejores marcadores o factores de riesgo propios de ésta que estarían más relacionados con daño auditivo como lo son el tener hipertensión arterial, diabetes y el ser fumadores. (2)

Susceptibilidad del individuo, es difícil medirla por lo cual se han listado un número de factores como son:

- Edad, a mayor edad, mayor riesgo.
- Predisposición familiar.
- Exposición previa a ruidos intensos.
- Influencias tóxicas, tabaco, aminoglucósidos, uso de medicamentos ototóxicos.
- Relación con la melanina intracocular. (3)

Ahora bien existen factores de riesgo modificables para daño auditivo inducido por ruido.

El uso de tapones protectores de ruido es algo muy controversial, en varios artículos se ha publicado que la mayoría de los jóvenes no utilizan protectores auditivos ya sea por la falta de conocimiento del daño auditivo o a pesar de ésta, individuos que ya han experimentado acúfeno y disminución momentánea de su audición posterior a haber asistido a conciertos o discoteques no creen que su audición pueda estar en peligro, no es lo mismo la idea de una pérdida momentánea a una permanente.

Se han reportado miles de casos donde el fumar está sinérgicamente relacionado a pérdida auditiva inducida por ruido.

Existe la teoría de que el hacer ejercicio disminuye el riesgo para daño auditivo inducido por ruido ya que provoca que el oído interno recibe mucha más sangre oxigenada lo que mejora la audición, además la dieta juega también un papel importante, se cree que el ruido puede dañar las células ciliadas del oído interno por la vía de los radicales libres y de compuestos de oxígeno inestables que atacan a células sanas del cuerpo. Y la vitamina A, C y E nos protegen contra estos agresores preservando así nuestra audición. Hay dos estudios que han demostrado los beneficios profilácticos del magnesio contra el daño inducido por ruido.

Actualmente se está investigando sobre las propiedades de las vitaminas B9 (folato) y B12 para tratamiento en las pérdidas auditivas. (2)

## **2.5 Clasificaciones de trauma acústico.**

### **2.5.1 Clasificación Histológica:**

Basada en el daño a nivel del órgano de Corti por la exposición a ruido y desarrollada por Novell y Davis y sus colaboradores . (3)

Nivel 1 y 2: Normal.

Nivel 3 y 4: Cambios reversibles, tumefacción moderada, picnosis de las células ciliadas, redistribución ciliar, vacuolas de las células de sostén, desplazamiento en la capa de células en la superficie basal de la membrana.

Nivel 5 y 6: Marcada tumefacción y desintegración, picnosis y cariorrexis de las células ciliadas externas, fracturas y fusión de los estereocilios y cilios, grandes vacuolas y separación de las células de sostén, alteración de las células ciliadas externas.

Nivel 7: Células ciliadas ausentes, células de Deiters separadas de la membrana basilar, no se observan células mesoteliales.

Nivel 8: Mayor número de células ciliadas externas, incluso internas ausentes, ruptura de la membrana de Reissner.

Nivel 9: Células ciliadas totalmente destruidas, órgano de Corti colapsado o ausente.

### **2.5.2 Formas clínicas del trauma acústico.**

- **Tipo I.** La evolución es progresiva, lenta, continua, con caídas que inician en frecuencias agudas.
- **Tipo II.** Cuando ya se ha detectado el daño, la evolución se detiene por mucho tiempo, con una hipoacusia moderada.
- **Tipo III.** Evolución brusca, rápida y profunda para tonos agudos por lo general unilateral. Secundaria a ruidos impulsivos.
- **Tipo IV.** Pérdida auditiva unilateral o bilateral asimétrica.

- **Tipo V.** El daño se localiza en frecuencias no típicas, como las frecuencias graves, tal vez por formas muy peculiares de reacción del oído frente a la agresión acústica. La alteración de los líquidos del oído interno pueden causar diferencias en la impedancia del oído interno que provocan pérdidas auditivas no clásicas.
- **Tipo VI.** Sucede cuando se está expuesto a ruidos de muy baja intensidad. Los síntomas que se expresan son hipoacusia o sensación de plenitud ótica y los exámenes audiométricos pueden ser normales sin embargo las emisiones otoacústicas son de gran utilidad con alteraciones visibles. (3)

### 2.5.3 Formas audiométricas del trauma acústico. (8)

**PRIMER GRADO.** Las alteraciones audiométricas indican sólo desplazamiento del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hz, sin que necesariamente se rebasen los límites de la audición normal.

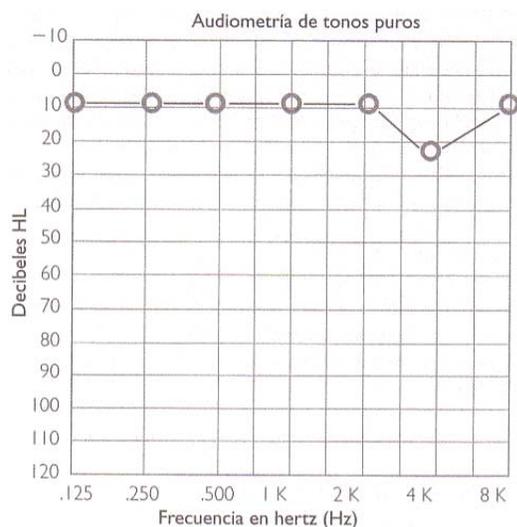


Figura 1. Trauma acústico de primer grado

**SEGUNDO GRADO.** Además del desplazamiento en la frecuencia de 4000 Hz se encuentra afectada otra frecuencia, por lo general 8000 Hz.

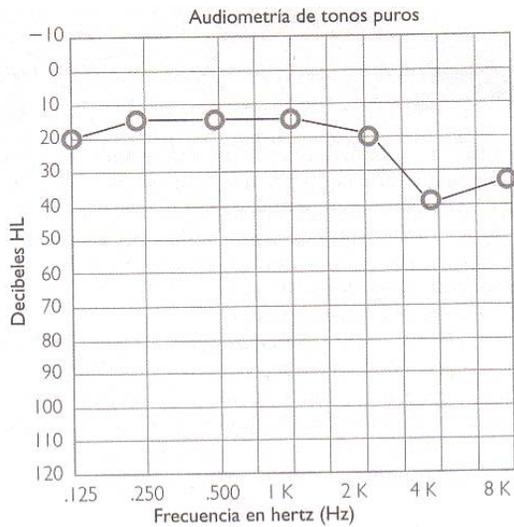


Figura 2. Trauma acústico de segundo grado

TERCER GRADO. Se afecta una tercera frecuencia, 2000 Hz, en ocasiones se llegan a afectar más de tres frecuencias.

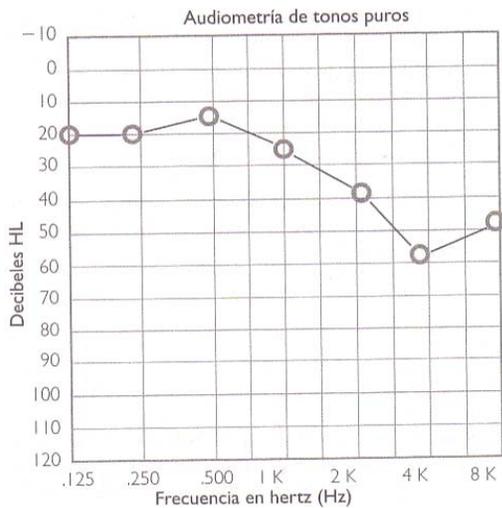


Figura 3. Trauma acústico de tercer grado.

### 3. AUDIOMETRÍA ALTAS FRECUENCIAS Y EL DAÑO INDUCIDO POR RUIDO.

La importancia del uso de la audiometría de altas frecuencias se ha investigado con mayor énfasis en las últimas décadas. Se ha reportado que podemos obtener umbrales confiables en frecuencias por arriba de 8 kHz. (9-10)

Se intenta que los audiómetros sean cada vez más sensibles para detectar los efectos que tiene el ruido sobre la audición tempranamente.

La audiometría convencional que valora frecuencias desde 125 a 8 KHz tienen estándares normales de menos de 25dB lo cual es considerado dentro de límites normales.

La audiometría de altas frecuencias evalúa frecuencias a partir de 10,000 a 20,000 Hz. Es útil para medir la función coclear, diagnosticar daño sensorial mucho antes que la audiometría convencional.

Es sensible para diferenciar entre grupo de individuos que en la audiometría convencional no muestra daño auditivo, esto comparando un grupo control , quienes no tienen síntomas de pérdida auditiva y un grupo testado con problemas para el reconocimiento de la palabra en ambientes ruidosos.

En un estudio realizado por Stelmachowicz y colaboradores estandarizaron valores para audiometría de altas frecuencias, con una muestra de 240 sujetos en edades entre 10 y 59 años. Se vio un aumento en umbrales conforme aumentaba la edad en las frecuencias entre 13 y 17 kHz. En otro estudio realizado en Brazil se encontró que las frecuencias más afectadas fueron las de 10, 12.5, 14 y 16 kHz, con un efecto crítico en 16 kHz por la edad principalmente a partir de los 30 años.

En el estudio realizado por Monteiro de Castro Silva y colaboradores se tomó como umbral en la frecuencia de 12.5 65 dB aumentando 5 dB ya que el máximo de salida es 60 dBNA para los sujetos que no tenían respuesta después de esta cifra y un umbral de 45 dB para la frecuencia de 16kHz.

El factor de sexo influyó mucho en las frecuencias entre 3 y 10 kHz no así en el resto de las frecuencias, las mujeres tuvieron umbrales menores que los hombres, la razón es por la mayor exposición que tienen los hombres al ruido, sin embargo no había relación entre el sexo y la edad entre estos grupos. (11)

Staloff y sus colaboradores concluyeron que el ruido afecta la audición en frecuencias altas (10, 12 y 14 kHz) tanto como a frecuencias convencionales y que las frecuencias altas también se deterioran con la edad y la exposición a ruido acelera éste deterioro. Corliss y cols, investigaron la incidencia de pérdida auditiva en altas frecuencias correlacionada a el tipo de ruido al que estaban expuestos estudiantes de preparatoria y concluyeron que la audiometría de altas frecuencias podría usarse en estudiantes en riesgo de cursar con trauma acústico. Otros autores como Northern , Fausti y cols, sugirieron en 2 estudios acerca de audiometría de altas frecuencias que este estudio puede ser un indicador temprano de daño inducido por ruido.

Morton y Reynolds reportaron que los efectos del ruido más la edad se suman en las altas frecuencias y que la audiometría de altas frecuencias puede detectar el daño inducido por ruido mucho antes que la audiometría convencional.

En el estudio realizado por Ahmed y cols, compararon los efectos de la edad en pacientes expuestos y los no expuestos a ruido ocupacional. Formaron grupos de pacientes por décadas de edades y exposición a ruido industrial, donde encontraron diferencias significativas en las altas frecuencias especialmente en 14 kHz en las edades entre los 20 y los 40 años donde los umbrales eran mucho más altos en pacientes expuestos a ruido ocupacional, y a mayor edad no se observó esta diferencia.

Por debajo de las frecuencias de 14 kHz se observó que el efecto de la edad dominó el efecto del ruido ya que los umbrales de audición se acercaban mucho en estas frecuencias tanto en los pacientes expuestos como los no expuestos a ruido ocupacional.

Compararon también pacientes expuestos a ruido de armas con y sin uso de protección auditiva y encontraron diferencias significativas cuando se comparó la frecuencia de 4 kHz de la audiometría convencional y la audiometría de altas frecuencias por lo tanto podemos decir que la audiometría de altas frecuencias es una herramienta muy útil para detectar trauma acústico.

Concluyen que el aumento en los umbrales de audición están altamente relacionados con la frecuencia probada y la edad del paciente al contrario de lo que pasa en la audiometría convencional y sus resultados concuerdan con otros estudios. (12)

Wang y cols dicen que la falta de respuesta a máximas intensidades y los cambios en umbrales en las altas frecuencias (10 – 20 Khz ) pueden ser usados como indicadores para el diagnóstico de daño inducido por ruido tempranamente y para la evaluación del pacientes susceptibles para daño auditivo por ruido. (13)

La degeneración auditiva incluye ambos oídos simétricamente, las primeras frecuencias en afectarse por arriba de 2000 Hz, y se ha visto que se presenta más tempranamente en los hombres que en las mujeres.

Hay algunos factores ambientales que influyen en el grado de pérdida auditiva en altas frecuencias, como la dieta, el contacto con agentes químicos, medicamentos y exposición a ruido. (11)

Por lo tanto la audiometría de altas frecuencias es una técnica confiable para evaluar el daño inducido por ruido ya que la variabilidad intra-sujeto es menor que entre-sujetos lo que sugiere que podría ser mucho más útil para evaluar la pérdida auditiva en el tiempo para casos individuales. (12)

#### **4. REPRODUCTORES DE MÚSICA PORTÁTIL.**

En poco más de cinco años los pequeños reproductores de música portátil han revolucionado el mundo de la música. Son unos de los productos de electrónica de consumo más populares entre los jóvenes, dentro de los reproductores de música digital el iPod en particular, se ha convertido en el reproductor de MP3 y MP4 más vendido en el mundo desde su salida al mercado el 23 de octubre de 2001. (14)

Los usuarios de reproductores de música portátil pueden exponerse al mismo nivel de ruido como lo haría un trabajador industrial en 8 horas al día a ruidos de 85 dB

pero ellos lo hacen en un periodo de 15 minutos escuchando música a 100 dB. Por lo general estos usuarios escuchan entre los 75 a 105 dB y la gran diferencia entre los trabajadores y los jóvenes es que por decisión propia éstos últimos exponen su audición. (2)

Cuando hablamos de daño inducido por ruido musical son las frecuencias de 3000 y 6000 Hz las que se dañan primero. (15)

Hay gran controversia en el tipo de audífono que se utiliza, por lo que el mercado se ha esmerado en diseñar nuevos audífonos que reduzcan el ruido de fondo y así podamos escuchar mejor la música sin tener que aumentar el volumen.

Además existen otras fuentes de sonido que pueden agravar la pérdida de audición como el asistir a conciertos, divertirse con juguetes ruidosos y asistir a lugares cerrados con niveles de ruido excesivos.

Se han identificado diversos patrones psicológicos en jóvenes usuarios de estos aparatos como la ansiedad y se demostró que quienes incrementaban más el volumen sin importar el tipo de música escuchada en su mayoría eran hombres. (2)

Sin embargo hay diferencias físicas significativas entre el ruido industrial y el ruido generado por la música por lo cual se han diseñado tablas comparativas para mostrar el nivel de salida de los reproductores de música portátiles y el tiempo de exposición para alcanzar los 85 dB normados por la NIOSH.

Tabla. 4 Estudio realizado en modelo KEMAR no publicado de ipod nano.

Control Máximo de Volumen %	Rango de salida en Decibeles	Tiempo máximo de exposición para alcanzar los 85 dB.
25 %	65	Indefinido
30%	68	Indefinido
40%	73	Indefinido
50%	81	Indefinido
60%	87	4.5 horas
70%	92	1.6 horas

80%	98	23 minutos
90%	106	4 minutos
100%	111	1 minuto

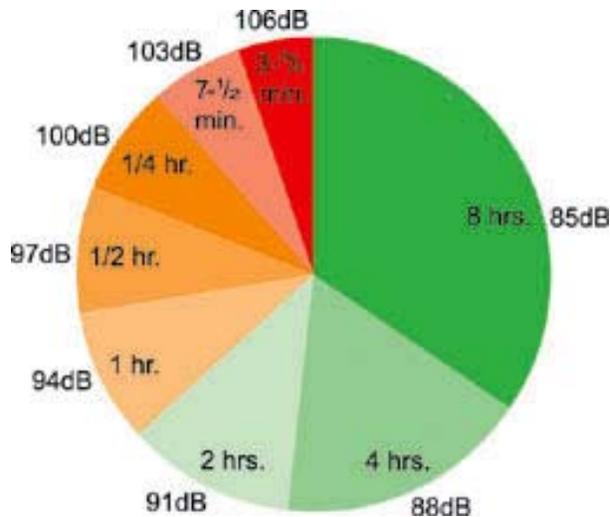


Figura 4.  
ASHA: Rangos de salida en aparatos reproductores de mp3. (16)

Por lo anterior Fligor y Cox1 recomiendan no utilizar reproductores de música portátiles por no más de 60 minutos a un rango de volumen del 60 %. (4)

No hay gran diferencia entre el tipo de música que se escucha y el daño auditivo, pero si en el tipo de audífonos que utilizamos. En general los audífonos intra-canal (dentro del canal auditivo externo) dan una salida de 5.5 dB más que los que los supra- aurales (se usan sobre el pabellón auricular) sin embargo hay diferencias entre las diversas marcas comerciales por lo que se han realizado estudios utilizando los criterios de riesgo-daño según la NIOSH que se muestran en la siguiente tabla.

Tiempo máximo de uso diario

Tabla. 5

Control de volumen %	Intra- aural	Intracanal.	Supra-Aural	De inserción. (Ipod )
10-50 %	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite
60%	Sin límite	14 horas	Sin límite	18 horas
70%	6 horas	3.4 horas	20 horas	4.6 horas
80%	1.5 horas	50 minutos	4.9 horas	1.2 horas

90%	22 minutos	12 minutos	1.2 horas	18 minutos
100%	5 minutos	3 minutos	18 minutos	5 minutos

Dentro del tipo Intra-aural se incluyen audífonos (intraurales y los intracanal de ipod), Aisladores (intracanal - marca Etymotic ERGi y Shure E4c, supra- aurales (marca Koss ). (17-18)

En el estudio publicado por Park JS y Sakong, evaluaron a 68 adolescentes entre los 13 y 18 años, con audiometría convencional encontrando elevación de los umbrales de audición en personas que escuchaban música por más de 4 horas al día con reproductores portátiles, en comparación con los que lo hacía por menos de 3 horas al día. (19)

Tenemos que hacer conciente a toda la población en especial a los jóvenes de el riesgo que se toma al escuchar música a intensidades elevadas y por tiempos prolongados ya que está reportado que podrían estar perdiendo su audición 30 años antes de lo esperado a causa de el uso inapropiado de estos aparatos. (20-21)

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Causa daño auditivo el utilizar reproductores de música portátil?

### III. JUSTIFICACION.

El National Institute of Occupational Safety and Health reporta que aproximadamente 28 millones de Americanos cursan con alguna discapacidad auditiva y por lo menos la mitad de estos están relacionados en parte a daño por exposición crónica a ruidos intensos.

Uno de cada 8 niños y adolescentes en edades de 6 a 19 años cursan con cierto nivel de pérdida auditiva y muchos estudios han demostrado que estas personas tienen una calidad de vida mas pobre que la población general debido a que se les dificulta interactuar con otros individuos, se aíslan, se sienten excluidos llevándolos a un estado depresivo.

En poco más de cinco años los pequeños reproductores de música portátil han revolucionado el mundo de la música entre los jóvenes, el iPod , se ha convertido en el reproductor de MP3 y MP4 más vendido en el mundo.

Estos nuevos estéreos portátiles tienen baterías de mayor duración, por lo tanto los jóvenes pasan más tiempo escuchándolos por lo que el número de niños y adultos jóvenes con pérdida auditiva está aumentando.

Nadie está completamente seguro de que tanta pérdida auditiva puede atribuirse a el uso de estos aparatos, lo que si es seguro es que el daño auditivo inducido por ruido es una causa mayor de sordera en los Estados Unidos

El ruido es una amenaza para el sistema ecológico pero tiene la ventaja de dejar de actuar en el mismo momento que cesa su emisión.

El trauma acústico crónico o también llamado daño inducido por ruido se asocia a la exposición prolongada a un ruido intenso, se define como peligroso a un sonido que excede los 85 dB escuchado durante 8 horas al día y que la exposición prolongada a ruido por arriba de los 85 dB pueden cambiar la estructura de las células ciliadas dando por resultado muchas veces hipoacusia irreversible. Los usuarios de reproductores de música portátil pueden exponerse al mismo nivel de ruido como lo haría un trabajador industrial en 8 horas al día a ruidos de 85 dB pero ellos lo hacen en un periodo de 15 minutos escuchando música a 100 dB.

Por lo general estos usuarios escuchan entre los 75 a 105 dB y la gran diferencia entre los trabajadores y los jóvenes es que por decisión propia éstos últimos exponen su audición.

Por lo anterior es necesario realizar estudios como lo son la audiometría tonal y de altas frecuencias, que nos revelen datos de daño auditivo aún antes de que presentar síntomas para poder dar un tratamiento oportuno y prevenir una mayor pérdida de audición.

#### **IV. HIPÓTESIS.**

Existe daño inducido por ruido en usuarios de reproductores de música portátil.

#### **V. OBJETIVO GENERAL.**

Diagnosticar daño auditivo inducido por ruido en usuarios de reproductores de música portátil.

#### **VI. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

1. Verificar si la exposición continua a música a altas intensidades en usuarios de reproductores de música portátil causa daño auditivo a través de cuestionarios.
2. Comparar las características de audiometría tonal entre usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil.
3. Comparar las características de la audiometría de altas frecuencias entre usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil.
4. Verificar si en realidad existe un mayor riesgo de daño auditivo inducido por ruido al utilizar diferentes tipos de audífonos.
5. Verificar si existe mayor susceptibilidad a daño auditivo en sexo masculino o en el femenino.

6. Especificar el nivel (dB) al que los usuarios escuchan música a través de reproductores de música portátil y durante cuanto tiempo se exponen diariamente.
7. A partir de los resultados obtenidos recomendar programas educativos de prevención para éste tipo de pacientes.

## **V. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS.**

### **Material.**

Se realizó un estudio transversal de casos y no casos.

### **Equipo.**

Audiómetro modelo madson Orbiter 922 con audífonos para audiometría convencional y audífonos para altas frecuencias.

### **Recursos Materiales.**

Computadora marca COMPAQ modelo V2000

Programa estadístico SPSS versión 12 para Windows.

Programa Word para Windows

Programa Excel para Windows

Impresora HP 6540

Cartucho de tinta a color para impresora

Otoscopio Welch Allyn

Hoja de recolección de datos

Abate lenguas

Cucharilla

Plumas roja y azul

Carpeta tamaño carta

Hoja de registro de estudios audiométricos

Hojas blancas

Reproductor de música portátil

Recursos humanos:

Residente del 3er grado de la especialidad de Comunicación, Audiología y Foniatría.

Médico Adscrito del servicio de Audiología.

Médico asesor metodológico.

## **VI. UNIVERSO DE TRABAJO.**

Voluntarios usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil.

## **VII. VARIABLES.**

Independiente: Sexo, edad, escolaridad, tipo de escuela, tiempo de exposición a ruido de reproductores de música portátiles.

Dependiente: Alteración en audiometría de altas frecuencias.

## **X. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Pacientes usuarios de reproductores de música portátil.

1. Pacientes no usuarios de reproductores de música portátil.
2. Ambos sexos.
3. Edades de 6 a 25 años.

## **XI. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Patología de oído medio o interno.
2. Malformación de oído externo.
3. Síndrome genético relacionado a hipoacusia.
4. Diagnostico previo de trauma acústico agudo o daño inducido por ruido.
5. Cirugía de oído.

6. Antecedentes de enfermedades metabólicas, vasculares o autoinmunes.
7. Presencia de perforación timpánica.

## **XII. MÉTODO.**

1. Se invitó a estudiantes de diversas escuelas a participar en este protocolo de investigación con previa instrucción a los padres a cerca de daño inducido por ruido y como el uso de reproductores de música portátil pueden contribuir al mismo.
2. Selección de pacientes que cumplan con los criterios de inclusión.
3. Se les programó una cita para asistir a la realización de los estudios audiológicos en el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) previa autorización del consentimiento informado, se realizó una historia clínica con interrogatorio dirigido y exploración física con énfasis en la otorrinolaringológica, usando otoscopio Welch Allyn, para comprobar permeabilidad del conducto auditivo externo y ausencia de infecciones tanto de oído externo como de oído medio, para posteriormente realizar los siguientes estudios audiométricos en una cámara sonoamortiguada:
  - A). Audiometría convencional (125 – 8000 kHz), explorando por octavas e incluyendo las frecuencias de 3000 y 6000 kHz.
  - B). Logaudiometría.
  - C). Audiometría de altas frecuencias (10, 12.5, 14,16,18,20 kHz).
  - D).Impedanciometría: - Timpanometría de 226 Hz para descartar patología de oído medio que pudieran afectar nuestros resultados. - Reflejos estapediales ipsilaterales para detección temprana de reclutamiento.
4. Se creó un cuestionario de 27 reactivos en el que se valuaba la exposición a ruido o música intensa en diferentes circunstancias, tiempo de exposición, frecuencia e intensidad, especialmente para uso de reproductores de música portátil, tipo de audífono utilizado, sintomatología audiovestibular (sensibilidad para ruido intensos, hipoacusia, algiacusia, fallas en la

discriminación fonémica en diferentes situaciones, mareo, vértigo, previo o posterior al uso de estos aparatos y antecedentes personales y familiares para patología auditiva.

5. Todos los resultados fueron vaciados en una base de datos y analizados metodológicamente. Se realizó un estudio descriptivo donde se evaluaron promedios, porcentajes, proporciones. Las pruebas de hipótesis incluyeron T de student para muestras independientes; chi cuadrada y estadístico de Mantel- Haenszel, análisis de riesgo (Odds Ratio) con intervalo de confianza del 95%. Modelo general lineal y para observar la confiabilidad del cuestionario se aplicó la prueba alfa de Cronbach. En todos los casos las diferencias se consideraron significativas cuando  $p \leq 0.05$ .
6. Para analizar los resultados de estudios audiométricos se tomaron como base los siguientes datos:

Vía aérea (VA):

Normal

Anormal: Descenso del umbral que cae en  $<20$  dB pero con morfología de trauma acústico.

Trauma acústico grado 1 (umbrales  $>20$  dB)

Trauma acústico grado 2

Trauma acústico grado 3

Vía ósea (VO):

Normal

Sensorial

Conductiva

Mixta

Logaudiometría:

Normal

Conductiva

Sensorial

Timpanometría:

Curva tipo A de Jerger

Curva tipo Ad de Jerger

Curva tipo C de Jerger

Reflejos estapediales:

Normales

Reclutamiento

Ausentes

7. Audiometría de altas frecuencias:

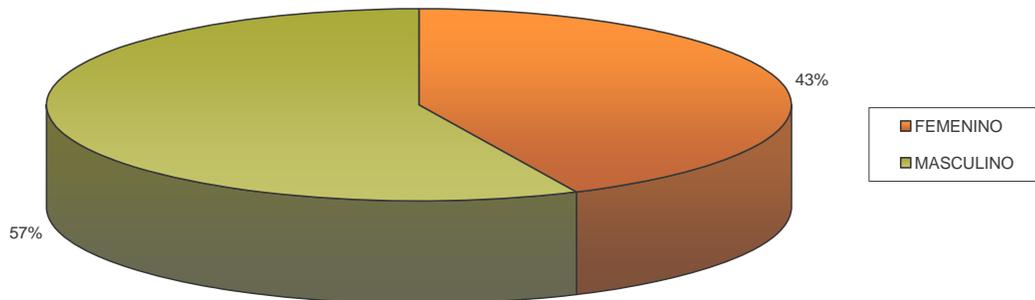
Se analizaron los resultados obtenidos entre usuarios y no usuarios.

### XIII. RESULTADOS.

Se analizó una muestra de 65 sujetos con una edad promedio de 12.6 (DS 4.2) en el intervalo de 6 a 25 años.

El sexo se ejemplifica en la gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución de sexo en pacientes usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil.



Un 26.1 % con escolaridad de secundaria a preparatoria y el 73.9 % de primaria. Un poco menos de la mitad (44.4%) cursaba en escuelas particulares y el 55.6 % en oficiales.

El 70.7% fueron usuarios de reproductores de música portátil (MP3) y el 29.3% restante no usuarios. La edad promedio fue significativamente diferente entre estos grupos con  $14.3 \pm 3.5$  años de los usuarios y  $8.5 \pm 2.5$  años de los no usuarios ( $p= 0.0001$ ). En relación con lo anterior, los alumnos que cursaban secundaria a preparatoria tuvieron una probabilidad 10 veces mayor de ser usuarios que los niños de primaria ( $p= 0.001$ ). El uso de reproductores de música portátil no se diferenció por tipo de escuela (Análisis de riesgo - OR = 1.1 IC 95% 0.36 – 3.98,  $p= 0.51$ ). Las mujeres tuvieron mayor probabilidad de ser usuarios que los hombres (OR = 2.8 IC 95% 0.86 – 9.05,  $p = 0.06$ ).

Al valorar el estudio audiométrico de la vía aérea del oído izquierdo (VAOI) se excluyeron 3 pacientes quienes presentaron umbrales mayor a 20 dB en una sola frecuencia grave o aguda no relacionada con las frecuencias susceptibles a daño inducido por ruido o con patología de oído medio.

El 51.6% de los sujetos tuvieron algún grado de anormalidad en vía aérea del oído izquierdo. El riesgo de alguna anormalidad auditiva de la vía aérea del oído derecho fue similar en usuarios y no usuarios de los reproductores de música portátil (OR= 1.0 IC 95% 0.33- 3.43, p=0.57); pero en el oído izquierdo los usuarios tuvieron un riesgo 4.7 veces mayor de alguna anormalidad auditiva que los no usuarios (IC 95% 1.4-15.9, p= 0.008).

**Gráfica 2. VAOI entre usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil**



Las mujeres usuarias tuvieron un riesgo 10.6 veces mayor de anormalidad en VAOI que las mujeres no usuarias de reproductores de música portátil (IC 95% de 10.9-115.6, p= 0.04); en cambio, los varones usuarios sólo tuvieron el riesgo de anormalidad en VAOI 2.7 veces más que los varones no usuarios (IC 95% 0.65 – 11.6, p=0.14). De acuerdo a la tabla 1, el estadístico de Mantel – Haenszel reporta

una diferencia significativa en los riesgos de anomalía auditiva izquierda entre hombres y mujeres (MH = 4.2, p = 0.038 ).

**Tabla 1. VAOI en usuarios y no usuarios de reproductores de música portátil por sexo.**

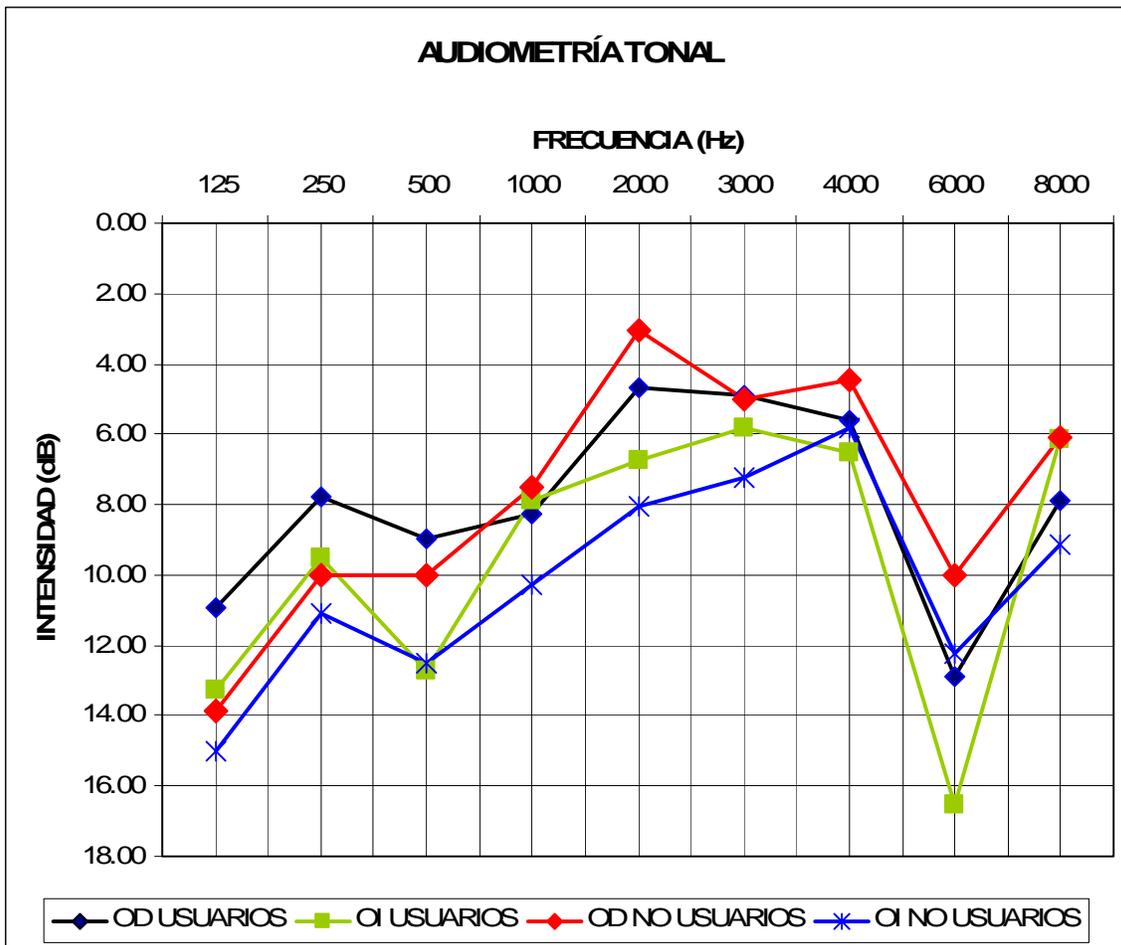
Sexo/Usuario	VAOI		Total
	Anormal	Normal	
Femenino			
SI	16 (94.1 %)	6 (60.0 %)	22
NO	1 (5.9 %)	4 (40.0 %)	5
Masculino			
SI	11 (73.3 %)	10 (50.0 %)	21
NO	4 (26.7 %)	10 (50.0 %)	14

En la audiometría convencional en la frecuencia de 125 Hz en el oído derecho hubo una diferencia importante entre usuarios y no usuarios con 11.09 más menos 5.1 y 13.9 más menos 5.6 dB, respectivamente (p= 0.05)

A 6000 Hz del oído derecho la diferencia entre usuarios y no usuarios estuvo un poco por arriba del límite de significancia (p= 0.08 ) con 13.0 más menos 8.6 y 10.0 más menos 5.2 dB.

Considerando los promedios en dB para cada frecuencia en usuarios, no usuarios para oído derecho e izquierdo respectivamente en audiometría tonal por vía aérea obtuvimos los resultados que se muestran en la gráfica 3.

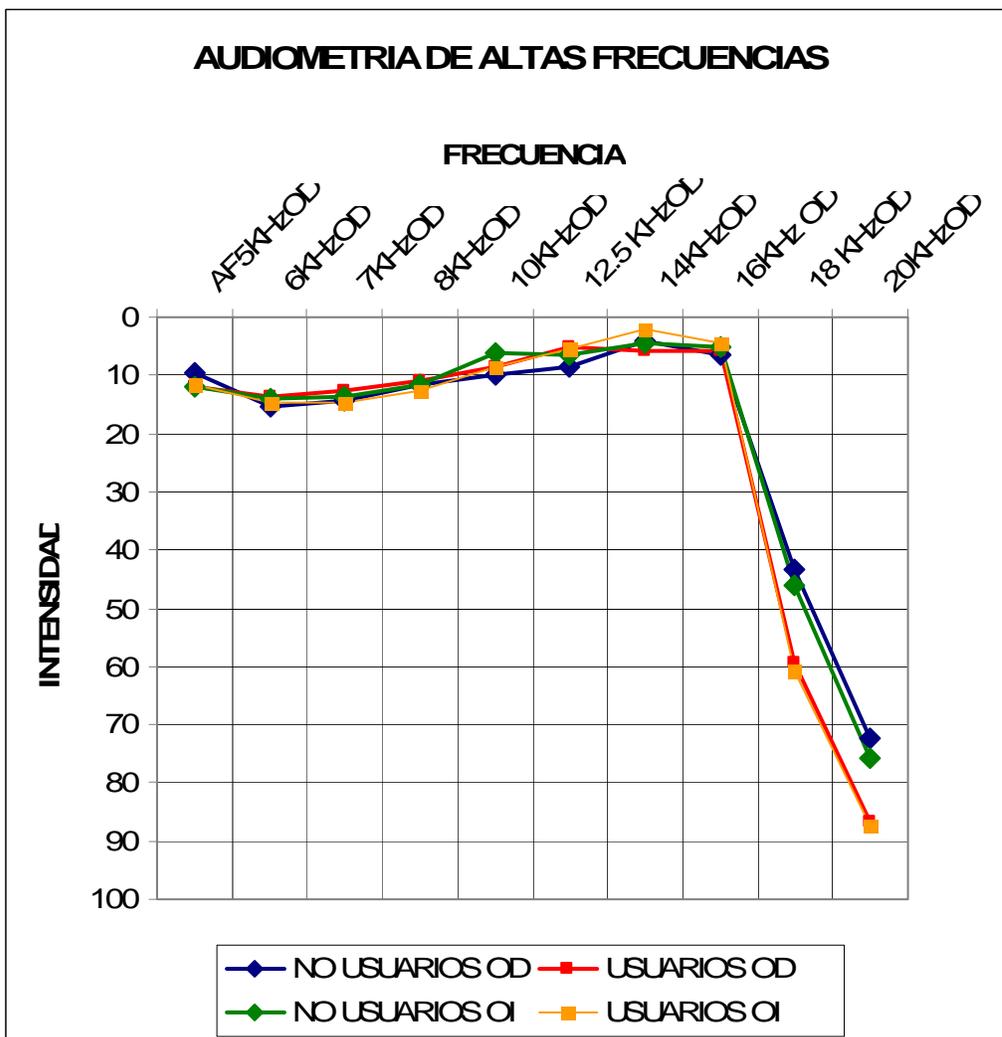
Gráfica 3.



En el oído izquierdo a 6000 Hz, la diferencia en los dB entre usuarios y no usuarios fueron muy significativas: 17.6 más menos 9.9dB para los usuarios y 12.1 más menos 7.1 dB para los no usuarios ( $p= 0.03$ ).

Se sacaron los promedios en dB para cada frecuencia entre usuarios y no usuarios para oído derecho e izquierdo respectivamente en audiometría de altas frecuencias por vía aérea (gráfica 4).

Gráfica 4.



En altas frecuencias no hubo diferencias claramente significativas entre usuarios y no usuarios (Tablas 2 y 3); pero a 18 y 20 KHz en ambos oídos hubo tendencia a diferentes niveles de dB (gráfico 5). A 18 KHz en ambos oídos ( $p = 0.06$ ), a 20 KHz oído derecho ( $p = 0.13$ ) y oído izquierdo ( $p = 0.18$ ). En estos casos señalados la potencia estadística del estudio varió desde 67 % para las diferencias a 18 KHz y del 60 al 62 % para las diferencias a 20 KHz.

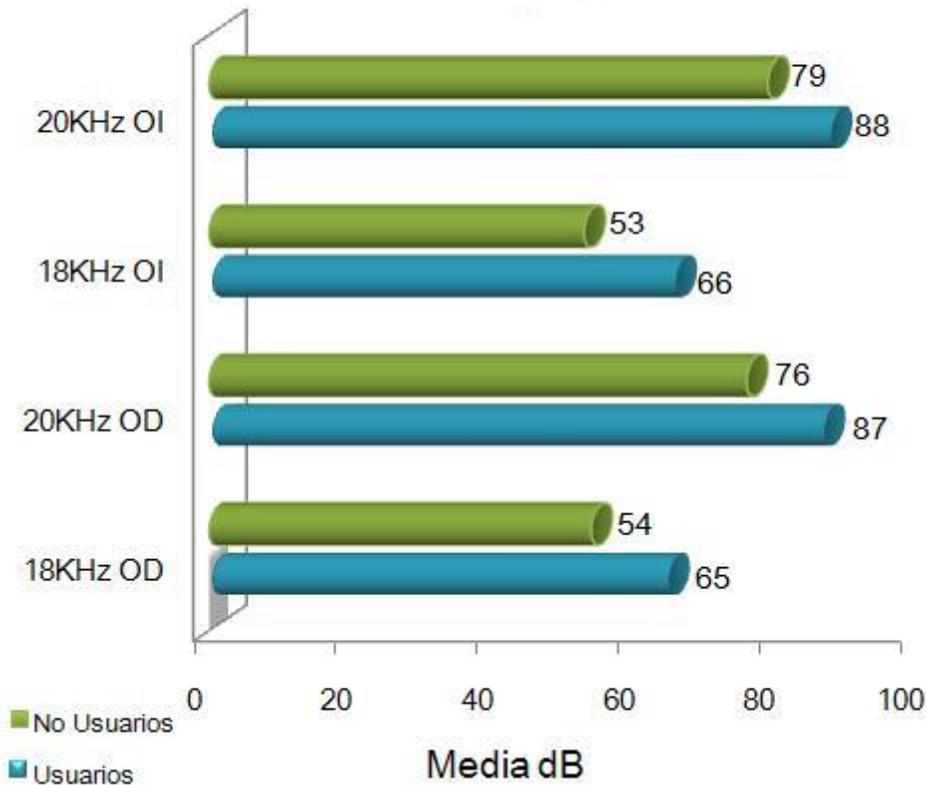
Tabla 2. Estadísticos de grupo. Oído derecho.

	USUARIO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
10KHzOD	SI	44	8.64	7.88	1.19
	NO	19	10.00	6.01	1.38
12.5 KHzOD	SI	44	5.34	10.25	1.55
	NO	19	8.42	6.68	1.53
14KHzOD	SI	24	5.83	13.41	2.74
	NO	15	4.33	7.99	2.06
16KHz OD	SI	44	6.36	14.44	2.18
	NO	19	7.11	9.18	2.11
18 KHzOD	SI	22	60.91	19.31	4.12
	NO	12	46.25	25.06	7.23
20KHzOD	SI	18	87.22	11.27	2.66
	NO	7	75.71	26.52	10.03

Tabla 3. Estadísticos de grupo. Oído izquierdo.

	USUARIO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. De la media
10KHzOI	SI	44	8.41	7.83	1.18
	NO	19	6.58	6.68	1.53
12.5 KHzOI	SI	44	5.57	7.49	1.13
	NO	19	6.58	5.01	1.15
14KHzOI	SI	23	2.39	6.01	1.25
	NO	15	4.67	6.67	1.72
16KHz OI	SI	44	4.77	11.36	1.71
	NO	19	6.32	8.14	1.87
18 KHzOI	SI	22	62.27	19.13	4.08
	NO	12	47.92	23.59	6.81
20KHzOI	SI	18	87.78	9.43	2.22
	NO	7	78.57	24.95	9.43

Gráfica 5. Niveles de dB entre usuarios, no usuarios de reproductores de música portátil para las frecuencias de 18 y 20KHz



Al explorar los resultados del cuestionario, cuya alfa de Cronbach fue de 0.71 (Intervalo de confianza (IC) del 95% 0.60 – 0.80,  $p= 0.00001$ ), hubo algunas preguntas que discriminaron bien entre usuarios y no usuarios de MP3, así como entre sujetos con y sin daño auditivo en vía aérea del oído izquierdo.

La exposición a ruido o música intensa estuvo fuertemente asociada a el uso de reproductores de música portátil, ya que el total de usuarios declaró haber estado expuesto desde alguna ocasión a siempre en el 100% de los casos, contra 78% de los no usuarios ( $p=0.003$ ).

Pero la exposición anterior estuvo a su vez asociada a la edad de los sujetos, mayor en los expuestos ocasional-siempre y a la vez usuarios de MP3 (14.6 años)

y menor en los no expuestos o solo expuestos ocasionalmente que a la vez eran no usuarios de MP3 (7.5 años ).

Por otra parte (tabla 4), los expuestos al ruido o a música intensa tuvieron 3.4 veces más riesgo de anormalidad auditiva del oído izquierdo que los no expuestos nunca (IC 95% 0.33- 35.0, p= 0.28).

**Tabla 4. VAOI en expuestos y no expuestos a ruido o a música intensa.**

Expuestos	VAOI		Total
	Anormal	Normal	
Ocasional/siempre	31	27	58
Nunca	1	3	4
Total	32	30	62

Hubo aquí un claro efecto de confusión de variables ya que el uso de reproductor de música portátil y la exposición a ruido o a música intensa viajan juntas entonces cual es la responsable de las anormalidades auditivas de vía aérea del oído izquierdo? Véase que por separado el riesgo de anormalidad de VAOI por ser usuario de MP3 es mayor (OR = 4.7 ) que el riesgo separado por la exposición al ruido (OR = 3.4 ), para controlar la confusión se aplico el estadístico para análisis estratificado de Mantel- Haenszel que estableció una diferencia significativa en los estratos (MH = 4.3 – p= 0.036 ), de manera que es mucho más probable que el daño en VAOI se deba a el uso de reproductor de música portátil que a la exposición al ruido ambiental.

La edad también estuvo confundida con el uso de MP3 y la exposición a ruido o música intensa (Tabla 5), pero al análisis de varianza univariado indicó que le promedio de edad solo fue significativamente diferente entre ser o no usuario de reproductores de música portátil pero no entre exposición o no a ruido y anormalidad o normalidad de la vía aérea del oído izquierdo.

**Tabla 5. Promedio de edad por VAOI\*Uso MP3 y Exposición a ruido.**

VAOI	Usa MP3	Exposición a ruido intenso	Edad		Número
			Promedio	DS	
Anormal	SI	Ocasional/siempre	13.6	3.7	27
	NO	Ocasional/siempre	10.5	3.7	4
		Nunca	8.0	0.0	1
Normal	SI	Ocasional/siempre	14.9	2.8	16
	NO	Ocasional/siempre	8.5	2.0	11
		Nunca	6.3	0.5	3

VAOI  $p = 0.73$

Usa MP3  $p = 0.0001$

Exposición a ruido  $p = 0.26$

La asistencia a conciertos fue claramente un factor de riesgo asociado a l uso de MP3 con una mayor proporción de anormalidad en VAOI (tabla 5) , que hubo una diferencia de 25 % más de casos de anormalidad auditiva en los usuarios que asisten a conciertos respecto a los que no ( 100.0 – 75.0 % ) y que la diferencia entre anormalidad contra normalidad en los usuarios que asisten a conciertos ( 75.0 – 52.6 % = 22.4 % ) es menor que la que hubo en los usuarios que no asisten ( 100. 0 – 54.5 % = 44.5 %)

En el primer estrato (si asisten a conciertos) el riesgo de anormalidad en VAOI de los usuarios de MP3 es muy significativo (  $p= 0.014$ ), aunque su magnitud no es evaluable por el 0 correspondiente a los que asisten a conciertos pero no usan MP3 .

En cambio, en el segundo estrato ( no asisten a conciertos ) el riesgo de anormalidad en VAOI en los usuarios de MP3 es solo de 2.7 ( $p=0.13$ ) sin ser significativo respecto a los no usuarios. El estadístico de MH establece una clara

diferencia del riesgo entre uno y otro estrato (  $MH = 5.5$  ,  $p= 0.019$ ); siendo obviamente mayor para los que asisten a conciertos y usan MP3.

Tabla 6. Análisis estratificado asistencia a conciertos con uso de MP3 y anormalidad de VAOI.

Asiste a Conciertos	Usa MP3	VAOI	
		Anormal	Normal
SI	SI	12 (100 %)	6 (54.5 %)
	NO	0 (0.00 %)	5 (45.5 %)
NO	SI	15 (75.0 %)	10 (52.6 %)
	NO	5 (25.0 %)	9 (47.4 %)

Parece claro que la edad es de nuevo un factor de confusión, por el análisis de varianza univariante (tabla 7) vuelve a remarcar que la edad solo es diferente entre usuarios o no de MP3 ( $p= 0.0001$ ), pero no lo es entre asistentes o no a conciertos ( $p= 0.35$  ) y tampoco entre anormalidad o normalidad de la vía aérea del oído izquierdo ( $p= 0.71$ ) y que además ninguno de los factores anteriores interaccionan entre sí para la edad.

Tabla 7. Promedio de edad por asistencia a conciertos, uso de MP3 y anormalidad de VAOI.

Asiste a Conciertos	Usa MP3	VAOI	
		Anormal	Normal
SI	SI	14.0	16.6
	NO	-	8.2
NO	SI	13.4	13.9
	NO	10.0	8.7

Los usuarios de MP3 (n=46) la marca más usada es Apple iPod con una tasa del 69.5 %, los audífonos más usuales los intraaurales en el 76.0%, 45.6 % los usa hace menos de 6 meses, 17.4% al menos hace un año y 37.0 % hace más de un año. La gran mayoría (78.2 %) los usa entre 1-2 horas al día, principalmente en casa y en la calle. Marca, tipo de audífono, tiempo de uso horas de uso e intensidad no fueron diferentes entre los que tuvieron anormalidad y normalidad de VAOI, en todos los casos  $p > 0.05$ . La dificultad para escuchar plática fue significativamente diferente ( $p = 0.04$ ) entre usuarios anormales y normales, con mayor proporción de dificultad para las anormales VAOI (OR = 7.5, IC 95% de 0.85 – 66.1 ) sin embargo , considerando el conjunto de usuarios de MP3 la dificultad no fue significativamente diferente ( $p = 0.43$  ).

Por último, los acúfenos se refirieron en mucha mayor proporción entre los usuarios que lo no usuarios de MP3 con 39.1 % en los primeros vs sólo 10.5 % para los segundos ( $p = 0.020$ ); al mismo tiempo, en los usuarios que tuvieron anormalidad en VAOI el 29.6 % de ellos manifestaron acúfenos y dentro de los no usuarios ninguno manifestó el síntoma ( $p = 0.21$ ), en contraste, los que resultaron con VAOI normal pero que han sido usuarios de MP3 el 56.2 % refirieron acúfenos contra sólo el 14.2 % de los no usuarios ( $p = 0.02$ ) con un riesgo 7.7 veces mayor (IC 95 % 1.2 – 46.3) de referir acúfenos los usuarios de MP3 aún con VAOI normal.

#### **XIV. DISCUSIÓN.**

La pérdida auditiva en pacientes jóvenes está fuertemente influenciada por el tipo de actividades que estos realizan. En nuestro estudio encontramos que usuarios de reproductores de música portátil al realizarles estudios audiométricos como la audiometría tonal por vía aérea presentaron algún grado de anormalidad para el oído izquierdo no así para el derecho ya que el riesgo fue igual, tanto para usuarios como para no usuarios, está descrito que el oído izquierdo tiene mayor vulnerabilidad al ruido, sin embargo a la fecha la causa sigue siendo incierta. (7)

Las mujeres usuarias tuvieron un riesgo mayor de anormalidad en vía aérea del oído izquierdo que las no usuarias, a diferencia de los varones usuarios contra los no usuarios fue mucho menor. Se cree que el sexo femenino está menos expuesto a ruido ya que realiza actividades distintas a los varones (2,3), por el contrario en nuestro estudio observamos que las mujeres tuvieron mayor probabilidad que los hombres de ser usuarios de reproductores de música portátil.

Al evaluar de forma individual las diferentes frecuencias, se encontró que existe gran diferencia entre los umbrales auditivos para la frecuencia de 6000 Hz en el oído izquierdo entre usuarios y no usuarios, siendo esta una de las frecuencias que se ven afectadas tempranamente por ruido musical. (15)

Respecto a la audiometría de altas frecuencias se menciona en diversos artículos que las frecuencias de 10, 12.5, 14 y 16000 kHz son las que se ven más afectadas por el ruido y hacen un mayor énfasis en 14000 kHz. En nuestro estudio tanto en usuarios como no usuarios en las frecuencias de 18 y 20 kHz en oído derecho e izquierdo se encontraron diferentes respuestas (dB), sin embargo es probable que la muestra sea insuficiente para aseverar que los resultados tengan o no significancia. (9,11,12,13)

Al realizar la logaudiometría, la cual se obtiene por el promedio de frecuencias del habla en usuarios como en no usuarios, ésta fue normal, sin fallas a la discriminación, ya que las alteraciones audiométricas encontradas no fueron en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 kHz.

En el análisis del cuestionario, algunas preguntas se encontró correlación entre usuarios y no usuarios y entre sujetos con y sin daño auditivo en el oído izquierdo. Los sujetos usuarios de algún tipo de reproductor de música portátil también habían estado expuestos a ruido o música intensa (asistencia a conciertos) .en algún momento esto a su vez asociado a la edad de los sujetos. Por medio del análisis estadístico se pudo comprobar que es mucho más probable que el daño de la vía aérea del oído izquierdo se debiera al uso del MP3 que a la exposición al

ruido intenso. Lo que concuerda con los reportes de que existen otras fuentes de sonido que agravan el cuadro de alteración a la audición. (2)

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación con el tipo de audífono y la frecuencia con que se utilizaba el aparato reproductor por el contrario de lo que se menciona en diversos estudios donde se comprueba que hay una elevación de umbrales auditivos en personas que escuchan música por más tiempo y que el tipo de audífono es importante ya que aumenta el nivel de sonoridad en aproximadamente 5.5 dB a 9 dB. (17,19)

## **XV. CONCLUSIONES**

Podemos concluir de nuestro estudio que existe daño auditivo inducido por ruido en sus diferentes grados en usuarios de reproductores de música portátil.

A través de un cuestionario evaluamos el tiempo de exposición y niveles en dB a los que escuchaban la música, la gran mayoría los usaba entre 1 a 2 horas al día y por lo menos desde hacía un año, sin embargo la intensidad a la que escuchaban estos reproductores portátiles no tuvo repercusión en la audiometría tonal para el oído izquierdo por vía aérea entre normales y anormales.

Encontramos que existen diferencias importantes entre usuarios y no usuarios para la frecuencia de 6000 Hz en audiometría convencional para el oído izquierdo con anomalías en la vía aérea de usuarios de reproductores de música portátil. Así como para las frecuencias de 18000 y 20000 kHz en la audiometría de altas frecuencias para los usuarios.

No pudimos comprobar si existe mayor riesgo auditivo inducido por ruido al utilizar audífonos supraurales, intracanal o de inserción entre nuestros usuarios de reproductores de música portátil, sin embargo cabe mencionar que casi todos los sujetos utilizaban audífonos intraurales por lo tanto no fue factible comparar de manera significativa entre estos.

A diferencia de lo que se ha reportado en múltiples estudios en el nuestro encontramos mayor afección en el sexo femenino de la vía aérea del oído izquierdo, reportándose que eran ellas las más propensas a utilizar reproductores de música portátil, podríamos decir que en los sujetos de nuestro estudio las mujeres practicaban esta actividad.

No podemos evitar que la población siga este tipo de aparatos pero sí es nuestro deber el informarles sobre los riesgos y consecuencias de no darles un uso adecuado, por lo tanto debemos realizar campañas educativas especialmente en la población pediátrica y los adolescentes para prevenir el daño auditivo inducido por ruido.

**XVI. APÉNDICES.**

Apéndice 1.

---

*HISTORIA CLÍNICA*

*FICHA DE IDENTIFICACIÓN:*

*NOMBRE:* \_\_\_\_\_

*EDAD:* \_\_\_\_\_ *SEXO:* \_\_\_\_\_

*OCUPACIÓN:* \_\_\_\_\_

*DIRECCIÓN:* \_\_\_\_\_

*TELÉFONO:* \_\_\_\_\_

ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES:

PÉRDIDA DE AUDICIÓN \_\_\_\_\_

DIABETES \_\_\_\_\_

HIPERTENSION \_\_\_\_\_

CANCER \_\_\_\_\_

MALFORMACIONES CONGENITAS \_\_\_\_\_

PROBLEMAS DE LENGUAJE \_\_\_\_\_

PERINATALES DE IMPORTANCIA:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DESARROLLO PSICOMOTOR Y DE LENGUAJE: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PERSONALES NO PATOLOGICOS:

USO DE MEDICAMENTOS OTOTOXICOS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

TABACO: \_\_\_\_\_

EJERCICIO: \_\_\_\_\_

---

TRATAMIENTOS \_\_\_\_\_

---

PERSONALES PATOLOGICOS:

IVAS: \_\_\_\_\_

---

OTORREA: \_\_\_\_\_

DIABETES: \_\_\_\_\_

HIPERTENSION: \_\_\_\_\_

DISLIPIDEMIAS: \_\_\_\_\_

ENDOCRINAS: \_\_\_\_\_

MALFORMACIONES CONGENITAS: \_\_\_\_\_

TRAUMATISMOS CRANEOENCEFALICOS: \_\_\_\_\_

---

CIRUGIA DE OIDO: \_\_\_\_\_

OTRAS: \_\_\_\_\_

---

SINTOMATOLOGIA AUDIOLÓGICA:

HIPOACUSIA: \_\_\_\_\_

---

ACUFENO: \_\_\_\_\_

---

PLENITUD ÓTICA: \_\_\_\_\_

---

---

SENSACIÓN DE VÉRTIGO: \_\_\_\_\_

EXPLORACIÓN FÍSICA:

CABEZA:

OIDOS:

NARIZ:

CAVIDAD ORAL:

Apéndice 2.

**ESTUDIOS AUDIOMÉTRICOS:**

AUDIOMETRÍA TONAL								
VÍA AÉREA								
Oído derecho	Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Intensidad (dB)							
Oído izquierdo	Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Decibeles							
VÍA ÓSEA								
Oído derecho	Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Intensidad (dB)							
Oído izquierdo	Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Decibeles							
LOGO AUDIOMETRÍA								
Oído derecho	PTA _____	dB						
		Aciertos						
Oído derecho	PTA _____	dB						
		Aciertos						

Fecha:

## AUDIOMETRÍA ALTAS FRECUENCIAS

### VÍA AÉREA

Oído derecho	Frecuencia (Hz)	10	12.5	14	16	18	20
	Intensidad (dB)						

Oído izquierdo	Frecuencia Decibeles	10	12.5	14	16	18	20
-------------------	-------------------------	----	------	----	----	----	----

### VÍA ÓSEA

Oído derecho	Frecuencia (Hz)	10	12.5	14	16	18	20
	Intensidad (dB)						

Oído izquierdo	Frecuencia Decibeles	10	12.5	14	16	18	20
-------------------	-------------------------	----	------	----	----	----	----

Apéndice 3.

Consentimiento informado.

México; D. F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

Por medio de la presente carta acepto participar en el protocolo de investigación.

El objetivo de este estudio es identificar daño inducido por ruido en usuarios de reproductores de música portátil.

Se me ha explicado que la participación de mi hijo(a) consistirá en proporcionar algunos datos en relación a su estado de salud; por otro lado, se realizarán estudios audiológicos los cuales son no invasivos, no causan dolor, no tienen efectos secundarios.

Los estudios que se realizarían son:

1. Audiometría Tonal y de altas frecuencias, logaudiometria, Impedanciometría y emisiones otacústicas: las cuales se utilizan para valorar su capacidad auditiva.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los inconvenientes, molestias y beneficios derivados de la participación de mi hijo(a) en el estudio.

Entiendo que mi hijo (a) tiene derecho a retirarse del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente.

El Investigador me ha dado seguridades de que no se identificará a mi hijo (a) en las presentaciones o publicaciones que deriven del estudio.

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del Padre o Tutor

\_\_\_\_\_

Nombre y firma de testigo

\_\_\_\_\_

Dra. Aliné M. Sánchez. Mtz. Médico Residente de la Especialidad de Comunicación Humana, Audiología y Foniatría

Apéndice 4.

México; D. F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

Por medio de la presente carta acepto participar en el protocolo de investigación.

El objetivo de este estudio es identificar daño inducido por ruido en usuarios de reproductores de música portátil.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en proporcionar algunos datos en relación a mi estado de salud; por otro lado, se me realizarán estudios audiológicos los cuales son no invasivos, no causan dolor, no tienen efectos secundarios.

Los estudios que se me realizarían son :

1. Audiometría Tonal y de altas frecuencias, logaudiometría, impedanciometría y emisiones otoacústicas: las cuales se utilizan para valorar mi capacidad auditiva.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio.

Entiendo que tengo derecho a retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente.

El Investigador me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven del estudio.

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del paciente.

\_\_\_\_\_

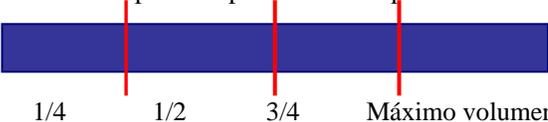
Nombre y firma de testigo

\_\_\_\_\_

Dra. Aliné M. Sánchez. Mtz.

Médico Residente de la Especialidad de Comunicación Humana, Audiología y Foniatría



11. ¿En que volumen utilizas con mayor frecuencia tu aparato reproductor de mp3?
- ¼ del set  
 ½ del set  
 ¾ del set  
 Máximo
- 

12. ¿Alguna vez has experimentado algún tipo de problemas auditivos como zumbido, dolor o dificultad para escuchar?

Si
  No

13. ¿Qué tipo de problema(s) has experimentado?

Dificultad para escuchar  
 Zumbido en los oídos  
 Infección de oídos  
 Sensación de mareo o vértigo

14. Las siguiente es una lista de circunstancias en las que puedes haber experimentado algún problema auditivo. ¿Has experimentado algún problema en alguno de estas circunstancias?

Escuchando música fuerte en un stereo  
 Durante o después de un bar o antro  
 Durante o después de un concierto

15. Al platicar con una persona que se encuentra cercana a ti ¿Tienes dificultad para escucharla?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

16. ¿Has notado dificultad para escuchar a tus profesores durante las clases?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

17. ¿Necesitas que te repitan las cosas cuando te hablan?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

18. ¿Tienes dificultades para escuchar cuando hablas por teléfono?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

19. ¿Has notado que oyes a las personas hablar pero no entiendes lo que te dicen?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

20. ¿Al ver tele tu familia te menciona que el volumen esta alto?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

21. ¿Has percibido algún zumbido en tus oídos en alguna ocasión?

Nunca
  En algunas ocasiones
  Siempre

**Si tu respuesta fue negativa pasa a la pregunta 26**

22. ¿A que se asemeja este zumbido?

Al sonido que produce un insecto volando  
 A un motor  
 Al sonar de una campana  
 Al sonido de la lluvia caer

23. ¿Cada cuanto se presenta?

Sólo lo he escuchado en algunas ocasiones  
 2 – 3 veces a la semana  
 1 vez a la semana  
 1 vez al día

2 o más veces al día

Constantemente

24. ¿En escala del uno al 10 ¿Qué calificación le darías a tu zumbido? \_\_\_\_\_

25. ¿Cuándo presentaste por primera vez este zumbido?

Antes de utilizar mi reproductor de mp3

Después de utilizar el reproductor

26. ¿Crees tener cierta sensibilidad ante determinados sonidos?

No

Si ¿A qué tipo de sonido? \_\_\_\_\_

27. ¿Tienes algún familiar que tenga algún problema de audición?

Si ¿Quién? \_\_\_\_\_

No ¿Sabes que tipo de problema tiene? \_\_\_\_\_

No

## **XVII. BIBLIOGRAFIA REFERIDA.**

1. Spencer Jane. THE WALL STREET JOURNAL.;Behind the Music: iPods and Hearing Loss. January 2006
2. Daniel E. Noise and Hearing Loss: A Review. J Sch Health. 2007; 77(5): 225-231.
3. Suárez H, Velluti R. La Cóclea. Montevideo, Uruguay 2001. Páginas 233-269.
4. Fligor B. Portable Music and its Risk to Hearing Health. The Hearing Review. 2006.
5. Thayer. R., Sataloff J. Occupational Hearing Loss. Segunda Edicion. New York 1993.
6. Axelsson Alf. Tinnitus in Noise-Induced Hearing Loss. Pag. 269.
7. Pykko I, Toppila E, Zou J, Kentala E. Individual susceptibility to noise-induced hearing loss. Audiological medicine. 2007; 5: 41-53.
8. Poblano A. Temas Básicos de Audiología. Ed. Trillas. México 2003.
9. Rosen S, Plester D, El-Mofty A, Rosen HV. High frequency audiometry in presbycusis: a comparative study of the Mabaan tribe in the Sudan with urban populations. Arch Otolaryngol 1964; 79: 34-48.
10. Lopponen H, Sorri M, Bloigu R. High frequency airconduction and electric bone- conduction audiometry – age and sex variations. Scand Audiol 1991; 20: 181- 189.

11. Isabella Monteiro de Castro Silva, Maria Angela Guimaraes. High-frequency audiometry in young and older adults when conventional audiometry is normal. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology September- October 2006, 72 (5)
12. Ahmed H.O., Dennis High-frequency (10-18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. J.H. Occup. Med. Vol 51 No. 4, pp.245-258, 2001.
13. Wang Y, Yang B, Li Y, Hou L, Hu Y, Han Y. Application of extended high frequency audiometry in early diagnosis of noise-induced hearing loss. Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi. 2000 Feb;35(1):26-8.
14. Figlie di Mari Ausiliatrice. Spazio Giovani FMA.
15. Craig A. The Simple Guide to Optimum Hearing Health for the mp3 Generation. USA. 2006.
16. American Speech Language Hearing Association. Popular Technology Unpopular With Hair Cells.
17. Protnuff C, Fligor B. Sound Output Levels of the ipod and other MP3 Players: Is There Potencial Risk to Hearing?. NIHL in Children Meeting, Cincinnati, OH. 2006.
18. Brian J. Fligor and L. Clarke Cox. Output Levels of Commercially Available Portable Compact Disc Players and the Potential Risk to Hearing. Ear and Hearing. 2004;25;513-527.

19. Park JS; Sakong J. Effects of the personal stereo system on hearing in adolescents. J Prev Med Pub Health. 2006; Vol 39: 159-64.

20. Fabiola Czubaj. El iPod y el MP3, un riesgo para los oídos. Redacción de LA NACIÓN. Noviembre de 2006.

21. Weichbold Víctor. Can a hearing education campaign for adolescents change their music listening behavior? International Journal of Audiology 2007; 46:128-133.

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.**

1. Bovo R, Genetic factors in noise induced hearing loss. Audiological Medicine. 2007; 5:25-32.

2. Chung J, Des Roches C, Meunier J, Eavey R. Evaluation of Noise-Induced Hearing Loss in Young People Using a Web-Based Survey Technique. Pediatrics. 2005; 115(4): 861-866

3. Dancer. A, Henderson. D, Salvi. R, Hamernik. R. Noise Induced Hearing Loss. Mosby Year Book. US 1992.

4. Davidson H, Lutman M; Survey of mobile phone use and their chronic effects on the hearing of a student population. International Journal of Audiology 2007; 46:113-118.

5. Folmer R, Griest S, Martin W. Hearing conservation Eduaction Programs for Children: A Review. J Sch Health. 2002, 72(2), 51-57.

6. GOODHILL V. El oído. Ed. Salvat. Barcelona, 1986.

7. Gutierrez I, Solis A, Osório E. Estandarización de la audiometría de altas frecuencias. Rev SMORL, número 3, vol 46. [www.smorlccc.org.mx](http://www.smorlccc.org.mx).
8. Lorea-González M, Salinas-Tovar S, Aguilar-Madrid G, Borja-Aburto V. Hipoacusia por trauma acústico crónico en trabajadores afiliados al IMSS, 1992-2002. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2006; 44(6):497-504.
9. Martínez C, Audiometría de alta frecuencia en escolares con factores adversos al nacimiento. Bol Med Hosp. Infant Mex. Julio-Agosto 2003. Vol. 60:359-367.
10. Qiu Wei, Davis Bob. Hearing loss from interrupted, intermittent, and time varying Gaussian noise exposures: The applicability of the equal energy hypothesis. J. Acoust. Soc. Am. March 2007. 121 (3).
11. Rabinowitz P. Noise-Induced Hearing Loss. Am Fam Physician. 2006; 61(9): 2749-2756.
12. Sliwinska-Kowalska M, Kotylo P. Evaluation of individuals with known or suspected noise damage to hearing. Audiological Medicine.2007;5:54-65.
13. Trauma acústico o dano auditivo inducido por ruido. Consultar em:[C:\Documents and Settings\Office Depot\My Documents\trauma acustico\Trauma acustico o daño auditivo inducido por ruido \(DAIR\).htm](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Office%20Depot/My%20Documents/trauma%20acustico/Trauma%20acustico%20o%20da%C3%B1o%20auditivo%20inducido%20por%20ruido%20(DAIR).htm)