



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA MEDICINA

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MÉDICA CIRUJANA**

**HIPOACUSIA EN ESTUDIANTES DE MEDICINA DE LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
MATRICULADOS EN EL PERIODO SEGUNDO SEMESTRE 2013–
2014 EN RELACIÓN CON SUS HÁBITOS**

AUTORA:

MICHELLE MIREILLE FUSEAU HERRERA

DIRECTOR:

DR. JOSÉ LETORT

ASESOR METODOLÓGICO:

DR. ENRIQUE GEA

QUITO, JUNIO 2014

DEDICATORIA

A mis padres, por el apoyo de toda una vida, por la motivación constante durante estos años de estudio, y ante todo por el amor y comprensión que me han dado siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, asesor metodológico, mis profesores y colegas médicos, por sus enseñanzas, consejos y guía permanente en mi formación, en la mejora de la calidad de este trabajo de investigación y por su profesionalismo y por haber sido el ejemplo a seguir. Gracias también a mis amigos y a todas las personas que colaboraron para su ejecución.

Un agradecimiento especial a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, al personal del Centro de ORL y del Instituto de Medicina del Trabajo (IMETRAB) por su apoyo en la realización de las audiometrías.

A mis padres, hermanos y a mi familia, por el amor, cariño y toda la ayuda brindada.

Tabla de contenido

Lista de cuadros.....	VIII
Lista de figuras.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Sonido.....	4
2.1.1. Definición de sonido.....	4
2.1.2. Física del sonido.....	4
2.1.3. Cuantificación del sonido.....	5
2.1.4. Fuentes de sonido.....	8
2.2. Ruido y contaminación acústica.....	9
2.2.1. Definición de ruido.....	9
2.2.2. Definición de contaminación acústica.....	9
2.2.3. Efectos de la contaminación acústica sobre la salud.....	9
2.2.4. Antecedentes históricos de la contaminación acústica.....	10
2.3. Fisiología de la audición.....	11
2.4. Hipoacusia.....	14
2.4.1. Definición.....	14
2.4.2. Epidemiología.....	15

2.4.3. Clasificación	15
2.5. Alteraciones auditivas por ruido	17
2.6. Trauma acústico	17
2.7. Hipoacusia inducida por ruido	18
2.7.1. Definición.....	18
2.7.2 Epidemiología.....	20
2.7.3. Factores de riesgo.....	20
2.7.4. Fisiopatología	21
2.7.5. Evolución y cuadro clínico	24
2.7.6. Diagnóstico.....	24
2.7.6.1. Audiometría tonal liminar	25
2.7.6.2. Fases de la hipoacusia inducida por ruido	29
2.7.6.3. Escalas	30
2.7.7. Tratamiento	33
2.7.8. Problema de salud pública	34
2.7.9. Normativas	35
CAPÍTULO III. MÉTODOS.....	38
3.1. Problema de investigación.....	38
3.2. Objetivos	38
3.2.1. General.....	38
3.2.2. Específicos	38
3.3. Hipótesis	39
3.4. Métodos	39
3.4.1. Criterios de inclusión y exclusión	39

3.4.2. Aspectos bioéticos.....	40
3.4.3. Operacionalización de variables del estudio	40
3.4.4. Muestra	43
3.4.5. Tipo de estudio.....	44
3.4.6. Procedimientos de recolección de información	44
3.4.7. Procedimientos de diagnóstico.....	44
3.4.8. Análisis de datos	46
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	47
4.1. Análisis descriptivo	47
4.1.1. Género	47
4.1.2. Edad.....	48
4.1.3. Audición subjetiva.....	48
4.1.4. Tinnitus permanente.....	49
4.1.5. Hábitos auditivos	50
4.1.6. Tipo de auriculares según intensidad del volumen.....	51
4.1.7. Auriculares nocividad	52
4.1.8. Discotecas nocividad.....	52
4.1.9. Conciertos nocividad	53
4.1.10. Hábitos auditivos perjudiciales	54
4.1.11. Umbral auditivo	55
4.1.12. Prevalencia de pérdida auditiva	57
4.2. Cruce de variables.....	58
4.2.1. Factores de riesgo y pérdida auditiva.....	58
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	61

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones	68
ANEXO I. Glosario de términos	69
ANEXO II. Formato de consentimiento informado	70
ANEXO III. Formato de cuestionario.....	71
ANEXO IV. Formato de encuesta	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

Lista de cuadros

Cuadro 1. Sonido y sus niveles de intensidad.	8
Cuadro 2. Preguntas a realizar para evaluación de hipoacusia	25
Cuadro 3. Grados de discapacidad auditiva OMS	32
Cuadro 4. Tipo de auriculares según intensidad del volumen	51
Cuadro 5. Horas diarias de uso de auriculares según intensidad del volumen.	52
Cuadro 6. Horas de asistencia a discotecas según número de veces al mes.	53
Cuadro 7. Asistencia anual a conciertos según horas de permanencia	54
Cuadro 8. Umbrales auditivos de los participantes, en oído derecho	56
Cuadro 9. Umbrales auditivos de los participantes, en oído izquierdo.....	57
Cuadro 10. Medidas de asociación de los factores de riesgo con pérdida auditiva	59

Lista de figuras

Figura 1. El campo auditivo.....	5
Figura 2. Frecuencias de ponderación A, B y C	6
Figura 3. Corte anatómico del oído externo, medio e interno	12
Figura 4. Estructura del oído interno.....	13
Figura 5. “Speech banana” del audiograma.....	16
Figura 6. Dibujo de Fowler	27
Figura 7. Audiogramas y tipo de pérdida auditiva	28
Figura 8. Hipoacusia bilateral por traumatismo acústico crónico	28
Figura 9. Fases de la hipoacusia inducida por ruido.....	30
Figura 10. Distribución de los participantes, por género	47
Figura 11. Distribución de los participantes, por edad	48
Figura 12. Distribución de los participantes, por autopercepción auditiva	49
Figura 13. Distribución de los participantes, por tinnitus permanente	50
Figura 14. Distribución de los participantes, por hábitos auditivos	51
Figura 15. Distribución de los participantes, según hábitos auditivos perjudiciales	55
Figura 16. Media de umbrales auditivos de los participantes, en ambos oídos.....	56
FIGURA 17. Prevalencia de pérdida auditiva en las frecuencias bajas (LFHL), altas (HFHL) y desviación del umbral inducida por ruido (NITS)	58

Resumen: El ruido de actividades de recreación resulta atractivo para los jóvenes, quienes desconocen los efectos que causan en la salud auditiva a largo plazo. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de hipoacusia en los estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 y la relación con sus hábitos. El estudio es de tipo observacional, descriptivo, transversal. Los participantes fueron los alumnos de octavo nivel de la facultad, quienes completaron un cuestionario sobre factores de riesgo (diferentes a la exposición a actividades con música a alto volumen) para patología otológica y una encuesta sobre sus hábitos auditivos. Posteriormente se les realizó una otoscopia y una audiometría tonal. El grupo final de estudio fue de 80 alumnos (42 hombres y 38 mujeres) con edades entre 19 a 26 años (media $22,11 \pm 1,29$ años). Ninguno cumplió los criterios de la OMS para hipoacusia; sin embargo, existieron 12 casos (15%) con algún tipo de pérdida auditiva (LFHL/HFHL), siendo más prevalente en las frecuencias altas (13,75%) que en las bajas (1,25%). La mayoría de alteraciones audiométricas fueron unilaterales (LFHL 100% unilaterales; HFHL 81,81% unilaterales, 18,18% bilaterales; NITS 94,12% unilaterales, 5,88% bilaterales). La evaluación audiométrica NHANES para pérdida auditiva ha demostrado ser fiable en numerosos estudios. Los hábitos auditivos que tienen los participantes, por sus niveles de exposición, podrían ser la causa de estas dificultades en la audición.

Abstract: Noise from recreational activities results attractive for young people, who are unaware of the effects on hearing health in the long term. The aim of this study was to determine the hearing loss prevalence in medical students of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador enrolled in the second half period 2013 - 2014 and the association with their habits. The study is observational, descriptive, cross-sectional. Participants were students in eighth level of the career, who completed a questionnaire on risk factors (different from exposure to activities with loud music) for otologic pathology and a survey about their listening habits. Subsequently underwent otoscopy and audiometry. The final study group was 80 students (42 men and 38 women) aged 19-26 years (mean 22.11 ± 1.29 years). No one met the WHO criteria for hearing loss; however, there were 12 cases (15%) with some type of hearing loss (LFHL / HFHL), being more prevalent at high (13.75%) than at low frequencies (1.25%). Most audiometric abnormalities were unilateral (LFHL 100% unilateral; HFHL 81.81% unilateral, 18.18% bilateral; NITS 94.12% unilateral, 5.88% bilateral). NHANES audiometric assessment for hearing loss has proven reliable in numerous studies. Participants' hearing habits, because of their exposure levels could be the cause of these hearing difficulties.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Introducción

La contaminación acústica, al ser generada por las actividades humanas se encuentra agresivamente presente tanto en el ambiente laboral como social. El ruido produce efectos negativos sobre la salud, principalmente en la audición, siendo la exposición al ruido excesivo la mayor causa evitable de pérdida auditiva en el mundo¹.

La pérdida auditiva secundaria al ruido no ocupacional generalmente es menor que la ocupacional, pero no existe consciencia pública de su riesgo. Tal es el caso de la población joven, que además de encontrarse expuesta diariamente al ruido ambiental también se expone a actividades con música a alto volumen, entre las que resaltan la asistencia a discotecas, bares, conciertos y el uso de auriculares entre otras, tomando poco o nada de precauciones².

Periodos cortos de exposición al ruido de alta intensidad pueden ser tolerados sin pérdida permanente de la audición, mientras que la exposición crónica a estos niveles de ruido produce daño acumulativo, el cual muchas veces no es percibido sino cuando existe ya un gran deterioro auditivo, por lo que una pérdida de audición leve de la juventud puede convertirse en una importante en la edad adulta, siendo irreversible³.

Las medidas implementadas por organismos reguladores en un esfuerzo por reducir el riesgo de hipoacusia inducida por ruido, se han enfocado mayormente en los riesgos relacionados con la exposición al ruido ocupacional en adultos³. No obstante, varios estudios indican un riesgo creciente de hipoacusia inducida por ruido recreacional en adolescentes y adultos jóvenes.

Solo cuando se tiene consciencia del peligro asociado a la exposición a altos niveles de presión sonora y de la importancia de la preservación de la audición se puede prevenir la aparición de hipoacusia inducida por ruido. Los jóvenes con educación superior suelen exponerse a la música a alta intensidad menos que aquellos sin educación superior y presentan un mejor umbral auditivo⁴, lo que supone que los estudiantes de medicina deberían tener mejor conocimiento del riesgo de dicha exposición.

Por ser las actividades con música a alto volumen fuentes potenciales de lesiones auditivas, el presente trabajo pretende describir los hábitos auditivos que presentan los jóvenes estudiantes de la facultad de medicina y relacionarlos con su nivel auditivo, el cual será valorado a través de la audiometría tonal.

1.2. Justificación

En Estados Unidos, en el año 1998 se publicó el primer estudio nacional a gran escala donde el 12,5% de los niños de 6 a 19 años tuvieron desplazamiento del umbral auditivo inducido por el ruido⁵. Actualmente el National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD) estima que el 15% (26 millones) de estadounidenses entre 20 a 69 años presentan hipoacusia en las altas frecuencias debido a la exposición a ruido en el trabajo o en las actividades de ocio⁶.

Gran porcentaje de la población joven tiene hábitos recreativos que perjudican su audición, produciendo traumatismo acústico crónico, que por actuar de manera insidiosa usualmente los afectados no reconocen ningún síntoma hasta que el daño ha progresado lo suficiente y comprometido su audición socialmente útil, lo cual es irreversible⁷.

Mediante la audiometría tonal se pueden detectar tempranamente trastornos de audición en pacientes con riesgo específico, que depende del tiempo de exposición e intensidad del ruido⁷. Este estudio pretende determinar si existe afectación de la audición en los estudiantes de la facultad de medicina y la relación con sus hábitos, a fin de concientizar a la población del riesgo potencial para la audición de la exposición a actividades con música a alto volumen y así evitar la aparición o progresión de hipoacusia inducida por ruido.

CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sonido

2.1.1. Definición de sonido

“El sonido es una forma de energía física, que se propaga en el aire a manera de compresiones y descompresiones alternantes que producen un movimiento vibratorio molecular en forma de ondas longitudinales; en el agua estas ondas son transversales y longitudinales (trocooidales). Así, el sonido se transmite a través de un sistema sinusoidal de ondas, en el que la distancia entre cresta y cresta o valle y valle se denomina longitud de onda”⁸.

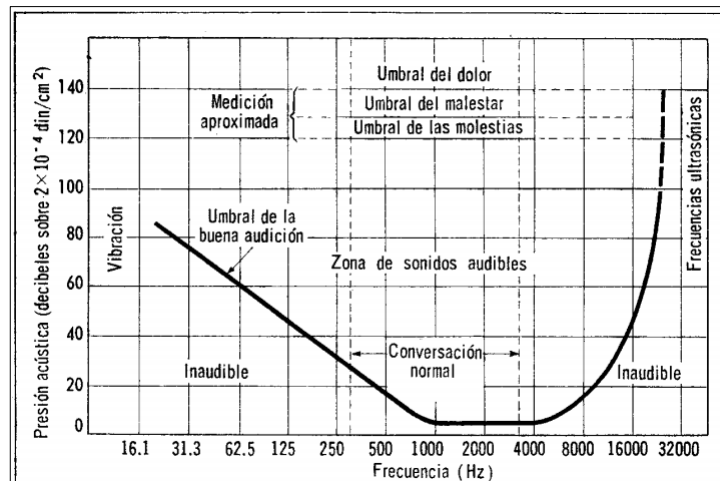
2.1.2. Física del sonido

El sonido es percibido por el órgano del oído, al producir vibraciones mecánicas que se propagan en un medio elástico a una frecuencia que va de 20 a 20 000 Hz (rango de audición del oído humano), y a una intensidad entre 0 y 120 dB⁹.

La frecuencia se refiere al número de vibraciones por segundo en el aire en el cual se propaga el sonido y se mide en Hertz (Hz). La audición socialmente útil se ubica en el ancho de banda entre 250 y 4000 Hz, permitiendo la relación con el medio y el ser humano. Los sonidos ambientales no son sonidos puros sino una mezcla compleja de frecuencias

diferentes¹⁰. En la figura 1 se indican los valores de frecuencias y de presión acústica del campo auditivo.

Figura 1. El campo auditivo



Fuente: Bell A. Generalidades. En: Higiene del trabajo Organización Mundial de la Salud. El Ruido: riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público. 1a ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1969. p. 9-16.

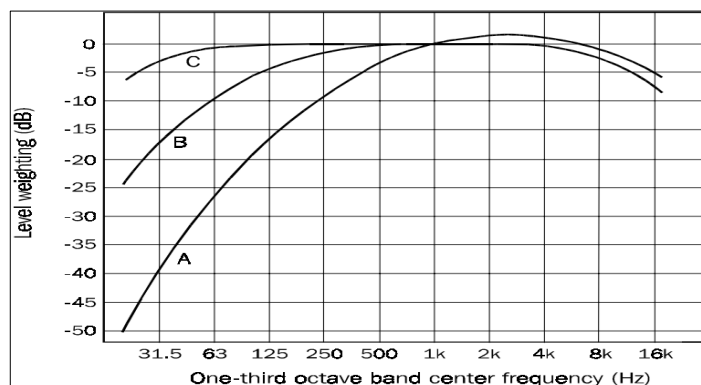
2.1.3. Cuantificación del sonido

El oído humano no es igualmente sensible a todas las frecuencias sonoras, alcanzando el máximo de percepción en las medias. Su comportamiento frente a un sonido de un determinado nivel de presión acústica varía dependiendo de la frecuencia¹¹. Para corregir esto, se usan diversos tipos de filtros o ponderaciones de frecuencia para determinar la fuerza relativa de los componentes de frecuencia que integran un ruido ambiental en particular. Estos filtros electrónicos son usados por el sonómetro, instrumento

empleado para medir los niveles de ruido que representan la realidad auditiva¹².

Es así que para la medición del nivel de presión sonora se han desarrollado varias curvas de ponderación, definidas en estándares internacionales (IEC 60651, IEC 60804, IEC 61672, ANSI S1.4). Los contornos de igual sonoridad para tonos puros (curvas isofónicas de Fletcher y Munson), han constituido la base para el trazado de las curvas de ponderación A, B y C (figura 2). La ponderación A simula la respuesta del oído a niveles sonoros bajos, la ponderación B a niveles sonoros medios y la ponderación C a niveles sonoros altos¹³.

Figura 2. Frecuencias de ponderación A, B y C



Fuente: Hansen CH. Fundamentals of acoustics. En: Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control. 1a ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2001. p. 23-52.

La ponderación A confiere mayor importancia a las frecuencias medias y menor a las frecuencias altas y bajas, para las cuales el oído tiene menor sensibilidad. Esto permite que un ruido complejo constituido por varias bandas de frecuencia del espectro audible pueda expresarse mediante un solo valor numérico en dB(A). Es por esto que aunque la ponderación A fue originalmente desarrollada en base al contorno de igual sonoridad para tonos puros correspondiente a 40 fonos (equivalente a 40 dB en 1000 Hz) para ponderar niveles bajos de presión sonora comprendidos entre 24 y 55 dB es actualmente la más usada, ya que además de adaptar una medición sonora a la respuesta aproximada en frecuencia del oído humano a niveles sonoros bajos, también representa un número único, lo que facilita la comparación de datos de medición de la acústica¹⁴.

Hoy en día se aplica para la medición del ruido ambiental e industrial, así como para evaluar el potencial de daño auditivo y otros efectos del ruido en la salud en todos los niveles de sonido. De hecho, el uso de la ponderación en frecuencia A es mandatorio para todas estas mediciones, a pesar de resultar inadecuada para estos fines al ser sólo aplicable para niveles sonoros bajos de modo que tiende a devaluar los efectos del ruido de baja frecuencia en particular¹⁵.

2.1.4. Fuentes de sonido

En el cuadro 1 se enumeran algunos ejemplos de fuentes de sonido con su respectiva intensidad.

Cuadro 1. Sonido y sus niveles de intensidad

Fuente	dB
Umbral del dolor	130
Despegue de avión	120
Máquina de remachado	110
Martillo neumático	100
Camión diesel a 15m	90
Grito (a 1m)	80
Oficina ocupada	70
Conversación normal a 1m	60
Área urbana tranquila (día)	50
Área urbana tranquila (noche)	40
Área suburbana tranquila (noche)	30
Campo tranquilo	20
Susurro humano	10
Umbral de audición	0

Fuente: Echanique P, Cooper M, Dirección Metropolitana Ambiental, Alcaldía Metropolitana Quito. Atlas ambiental: Distrito Metropolitano de Quito. 1a ed.

Quito: Dirección Metropolitana Ambiental; 2008.

2.2. Ruido y contaminación acústica

2.2.1. Definición de ruido

Se entiende como ruido a “cualquier sonido no deseado, que generalmente resulta desagradable”¹⁶.

2.2.2. Definición de contaminación acústica

Es producto del ruido excesivo, resultando molesta y directamente dañina para el oído, pudiendo afectar también a la salud física y mental¹⁷.

2.2.3. Efectos de la contaminación acústica sobre la salud

Entre los efectos de la contaminación acústica sobre la salud se encuentran los siguientes¹⁸:

- a) Efectos sobre la audición: tinnitus, otalgia, sensibilidad al ruido, deficiencia auditiva
- b) Interferencia en la comunicación oral
- c) Trastorno del sueño y reposo
- d) Efectos sobre la salud mental y el rendimiento como depresión, disminución de la atención, disturbios en el análisis de información
- e) Efectos sobre el comportamiento como reducción en la actitud cooperativa, agresividad
- f) Efecto en las funciones fisiológicas: los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía

2.2.4. Antecedentes históricos de la contaminación acústica

La historia señala que la contaminación acústica no es un peligro nuevo. Existen registros de los efectos del ruido en la audición desde épocas muy antiguas, como el de Plinio el viejo que ya desde el siglo I d.C. indica en su obra "Historia Natural", que las personas que vivían cerca de las cataratas del Nilo ensordecían¹⁹. En 1700 Bernardino Ramazzini, médico italiano fundador de la medicina del trabajo en su "Tratado sobre las enfermedades profesionales" atribuyó al ruido como posible causa de sordera²⁰. En el siglo XIX Fosbroke notó en los militares la presencia de pérdida auditiva causada por explosiones y disparos relacionados con la guerra, lo que posteriormente originaría el surgimiento de la audiología como profesión²¹.

En la sociedad actual, la industrialización favorece la producción de ruido originado por maquinaria de todo tipo en fábricas, obras de construcción, medios de transporte tanto terrestre, aéreo y acuático. También son fuentes importantes de ruido los producidos por electrodomésticos, fuegos artificiales, altoparlantes, sirenas, pitos, así como los de lugares de distracción como discotecas, conciertos, bares, cines y otros¹⁴.

Estos últimos adquieren importancia en la población joven, ya que sus pasatiempos incluyen sonidos musicales de efecto atractivo que resulta popular y forma parte de su estilo de vida, pero por su alto volumen son perjudiciales para la salud auditiva. Aparentemente la mayoría de jóvenes desconoce que la exposición prolongada a altos niveles de ruido puede

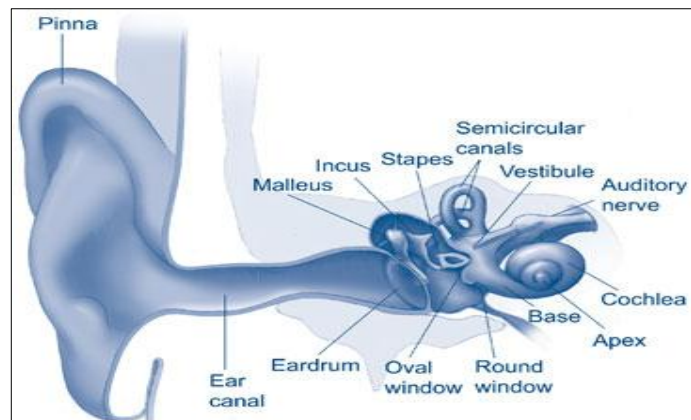
originar hipoacusia temporal, que con el tiempo pasa a ser permanente, y como tal, irreversible. Inclusive, se ha acuñado el término “socioacusia”, que se refiere a la pérdida auditiva causada por agentes que no pertenecen al ámbito ocupacional²⁰.

2.3. Fisiología de la audición

Para comprender cómo afecta el ruido a la audición, es necesario conocer primero la función auditiva normal. El oído capta las ondas sonoras, las cuales recorren el conducto auditivo externo hasta la membrana timpánica, haciéndola vibrar. La membrana timpánica es cónica y en su centro se une al mango del martillo; lugar donde el músculo tensor del tímpano la mantiene con tracción constante para permitir la transmisión de las vibraciones desde cualquier porción²².

En el oído medio, el mango del martillo unido al tímpano transmite estas vibraciones al yunque (moviéndose siempre juntos gracias a la articulación incudomaleolar) y luego a la cabeza del estribo (articulación incudoestapedial), el cual apoya su base sobre el extremo del laberinto membranoso de la cóclea en la apertura de la ventana oval. La diferencia de superficie entre la membrana timpánica y la base del estribo (17 veces más grande) y el mecanismo de palanca descrito provocan un movimiento más fuerte que se transmite a la cóclea (caracol) del oído interno, llena de líquido lo que se conoce como *ajuste de impedancia*²³. En la figura 3 se detallan estas estructuras.

Figura 3. Corte anatómico del oído externo, medio e interno



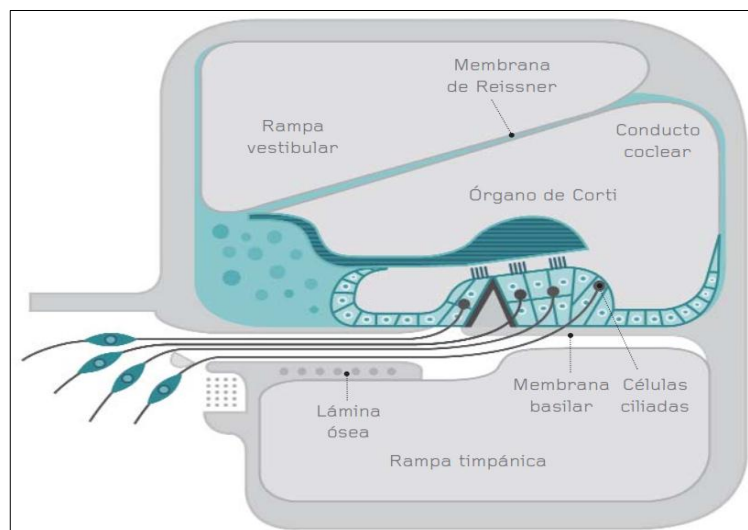
Fuente: National Institute on Deafness and Other Communication Disorders [Internet]. Bethesda MD: The Association [actualizado 30 Dec 2013; citado 12 Mar 2014]. Noise-induced hearing loss; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: www.nidcd.nih.gov/health/hearing/pages/noise.aspx

La trompa de Eustaquio está normalmente cerrada pero durante la deglución y el bostezo los músculos periestafilinos (elevadores del paladar blando) permiten su apertura. Cumple una función de ventilación, al mantener la presión atmosférica dentro del oído medio, impidiendo una posible retracción de la membrana timpánica que implicaría una disminución de la función auditiva. Además elimina secreciones e impide la entrada de estas al oído medio (función de drenaje)²⁴.

Una estructura elástica divide la cóclea en una parte superior e inferior, llamada membrana basilar, ya que sirve como base para el órgano de Corti, estructura clave en la audición (figura 4). Las vibraciones causan ondulación del fluido dentro de la cóclea, formando una onda que viaja a lo largo de la

membrana basilar (*onda viajera*). Esto ocasiona que las células ciliadas - células sensoriales asentadas encima de la membrana basilar- oscilen hacia arriba y abajo, y que los estereocilios en su parte superior choquen contra una estructura superpuesta y curva llamada membrana tectoria, abriendo los canales tipo poro que están en las puntas de los estereocilios⁶. Los químicos se precipitan en la célula, creando una señal eléctrica la cual es llevada por el ganglio espiral de Corti al nervio auditivo pasando a través del núcleo coclear, la oliva superior, el lemnisco lateral, el colículo inferior y el cuerpo geniculado medio, para llegar hasta la corteza auditiva y traducirla en un sonido que reconocemos y entendemos²³.

Figura 4. Estructura del oído interno



Fuente: UGT-Catalunya Secretaria de Política Sindical/Salut Laboral.

Conocimientos previos. En: UGT de Catalunya, Salut laboral. Hipoacusia laboral por ruido. Vol 1. 1a ed. Catalunya: UGT Salut laboral; 2010. p. 6-12.

Aunque existen tres a cuatro veces más células ciliadas externas que internas, el 90% de las fibras del nervio coclear son estimuladas por estas últimas. A pesar de ello, si se lesionan las células externas y las internas permanecen a pleno rendimiento, se produce una gran pérdida de audición. Así, se ha planteado que las células ciliadas externas controlan la sensibilidad de las internas a los diferentes tonos de sonido, cumpliendo la función de *ajuste* del sistema receptor. Existen abundantes fibras nerviosas retrógradas que van desde el tronco del encéfalo hasta las inmediaciones de las células ciliadas externas, lo que apoya este concepto. La estimulación de estas fibras puede causar el acortamiento de las células ciliadas externas y modificar su grado de rigidez. Estos efectos sugieren un mecanismo nervioso retrógrado encargado de controlar la sensibilidad del oído a los diversos tonos sonoros, que esté activado por las células ciliadas externas²².

De este modo, vemos que la audición normal depende de la integridad macroscópica del oído externo y medio, pero sobre todo de la integridad microscópica y celular del órgano de Corti, de la adecuada función del sistema nervioso central, tanto del VIII par craneal como de las vías acústicas y la corteza cerebral²⁵.

2.4. Hipoacusia

2.4.1. Definición

La hipoacusia se refiere a la disminución de la sensibilidad auditiva; es decir la pérdida parcial de la habilidad de escuchar en uno o ambos oídos, siendo

una alteración leve a moderada a 26 dB o más en las frecuencias centrales del audiograma (criterios OMS). Se define como sordera a la pérdida completa de la habilidad para escuchar en uno o ambos oídos, siendo una alteración profunda a 81 dB o más¹.

2.4.2. Epidemiología

A nivel mundial, se estima que puede haber más de 700 millones de personas con discapacidad auditiva para el año 2015, cifra que aumentará para el año 2025 a 900 millones de personas²⁶.

Actualmente más del 5% de la población (360 millones de personas) presenta discapacidad auditiva incapacitante (328 millones de adultos y 32 millones de niños)¹.

Ecuador presenta una prevalencia del 5% de discapacidad auditiva en la población general, que se correlaciona con la prevalencia en Brasil (Canoas) del 7.3%, Nigeria 4.4 a 7.6%, Vietnam 7,8% y China (Jiangsu) 4,8%²⁷.

2.4.3. Clasificación

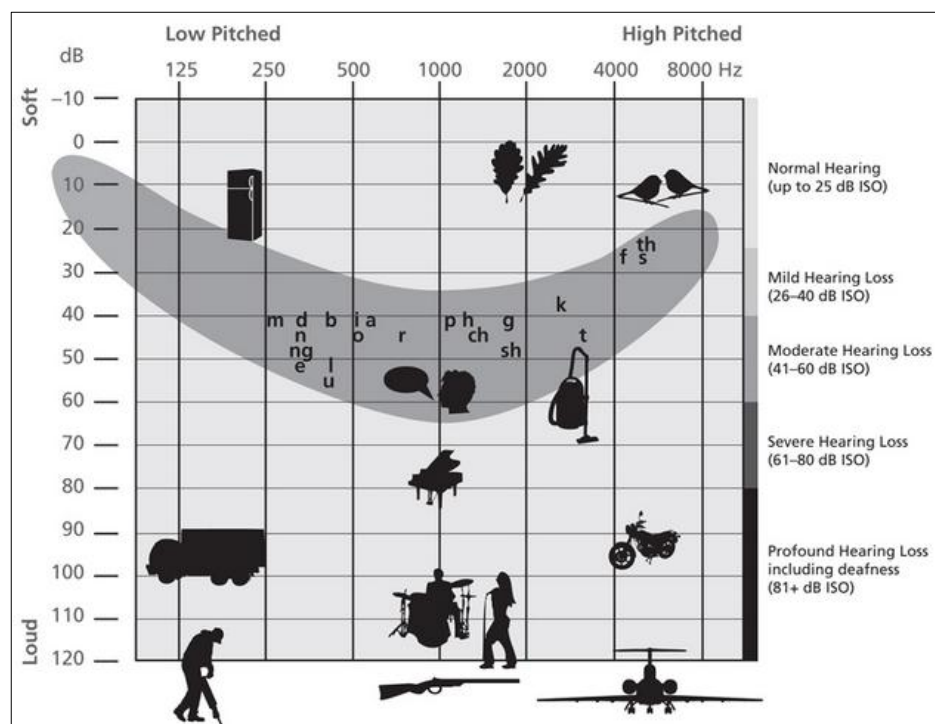
En adultos, se puede clasificar de formas tales como²⁸:

- a) Clasificación cuantitativa. Según la cantidad de pérdida de audición en las frecuencias conversacionales que se evidencia en la audiometría de tonos puros, se clasifica la hipoacusia en diferentes grados que varían

de acuerdo a la escala empleada. La más usada es la de la OMS (figura 5) con los siguientes grados²⁹:

- Leve: pérdida entre 26 y 40 dB.
- Moderada: pérdida entre 41 y 60 dB.
- Severa: pérdida entre 61 y 80 dB.
- Profunda: pérdida superior a 80 dB, denominándose cofosis cuando no se percibe ningún sonido a 120 dB.

Figura 5. “Speech banana” del audiograma



Fuente: American Academy of Audiology [Internet]. USA: AAA;c2014 [actualizado Ene 2014; citado 2 May 2014]. The speech banana [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: www.audiology.org

b) Clasificación topográfica²⁸.

- Hipoacusia transmisiva o de conducción: por alteraciones del oído externo o medio, que impiden la transmisión normal del sonido.
- Hipoacusia neurosensorial (HNS) o de percepción: por lesiones en la cóclea, en las vías neurales o en el sistema nervioso central.
- Hipoacusias mixtas

c) Clasificación etiológica. Por ototoxicidad, inducida por ruido, presbiacusia, hipoacusia neurosensorial brusca idiopática, enfermedad inmunomediada del oído interno²⁸.

d) Clasificación locutiva. En relación con el desarrollo del lenguaje²⁸.

2.5. Alteraciones auditivas por ruido

Los efectos del ruido en el oído interno pueden ser producidos por exposición aguda o crónica, por lo que la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) en el capítulo VIII, Enfermedades del Oído y de la apófisis mastoides, en la sección “Otras enfermedades del oído interno” párrafo H83.3 los diferencia como³⁰:

- a) Trauma acústico
- b) Hipoacusia inducida por ruido

2.6. Trauma acústico

Es una pérdida auditiva neurosensorial que puede aparecer después de una sola exposición a un impulso de ruido de alto nivel, como puede ocurrir en

determinadas profesiones o situaciones accidentales (militares, cazadores, explosiones fortuitas)³¹.

El mecanismo del daño es resultado del macrotrauma causado por la onda de presión que acompaña a un ruido brutal (por encima de 120 dB, debe tenerse en cuenta que los decibelios son una escala logarítmica) el cual produce tal cantidad de energía que el sistema coclear vibra con excesiva amplitud, supera el límite elástico de sus estructuras y provoca una lesión hística mecánica directa³².

Enseguida aparecen los síntomas auditivos: acúfeno e hipoacusia. La hipoacusia puede ser uni o bilateral, generalmente afecta las frecuencias entre 3.000 y 6.000 Hz, es perceptiva, pero cuando la intensidad del traumatismo es alta puede sumarse un componente conductivo²⁵. Se pueden asociar otorragia, otodinia y alteraciones del equilibrio. El tratamiento precoz (corticoides, vasodilatadores, carbógeno y oxígeno hiperbárico) ha tenido éxito en algún caso³².

2.7. Hipoacusia inducida por ruido

2.7.1. Definición

Es la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos (aunque predominantemente bilateral), parcial o total, de tipo neurosensorial. Es de comienzo insidioso, curso progresivo y resulta de la exposición a niveles perjudiciales de ruido, de tipo continuo o intermitente y de intensidad

relativamente alta (>85 dBA Leq₄₀). Al igual que todas las hipoacusias neurosensoriales, se trata de una afección irreversible³³.

Su riesgo se ha demostrado como enfermedad laboral (trabajadores de aeropuerto, de maquinaria pesada, etc.), por la utilización de armas de fuego, fuegos artificiales, ciertos juguetes, el escuchar música amplificada y realizar actividades en ambiente ruidoso. Incluso dentro del propio entorno escolar, pueden encontrarse niveles sonoros peligrosos durante los talleres³⁴.

Para propósitos de estudio, se define con los siguientes criterios³⁵:

- a) Historia de exposición al ruido. Sobre los 85 dBA, 40 horas por semana de un nivel de ruido continuo, o su equivalente, para una expectativa de vida de 50 años.
- b) Criterios audiométricos.
 - Pérdida predominante neurosensorial (promedio del intervalo entre vía ósea y aérea en las frecuencias 1, 2, 4 KHz es menor a 15dB).
 - La pérdida no es unilateral (promedio de asimetría en las frecuencias 1, 2, 4 KHz menor de 15 dB).
 - Diferencia de promedios entre las frecuencias 3, 4, 6 KHz y el promedio de 0,5, 1, 2 KHz es igual o mayor a 15 dB.

2.7.2. Epidemiología

La exposición al ruido excesivo es una de las principales causas de trastornos de la audición. Mundialmente, se ha estimado que 500 millones de personas podrían estar en riesgo de presentar hipoacusia inducida por ruido³⁶. La prevalencia de hipoacusia inducida por ruido ocupacional varía entre 7 a 21% (en promedio 16%) en todo el mundo³⁷.

Actualmente el National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD) estima que el 15% (26 millones) de estadounidenses entre 20 a 69 años presentan hipoacusia en las altas frecuencias debido a la exposición a ruido en el trabajo o en las actividades de ocio⁶.

En Ecuador se encontró que los agricultores y obreros de fábrica presentan una mayor prevalencia de discapacidad auditiva con un 35,5% y 16%, respectivamente. Asimismo podemos citar el trabajo realizado en Quito en la Clínica de Salud Auditiva en pacientes de escasos recursos, donde el 3,9% presentaron hipoacusia inducida por ruido pero no se especifican causas ni edades³⁸.

2.7.3. Factores de riesgo

En este tipo de hipoacusia influyen factores de riesgo individuales, así como características propias del ruido y del lugar donde se genera²⁸:

- a) Factores individuales. Entre estos se encuentran los factores genéticos, grupo sanguíneo O, edad, sexo masculino, exposición a ototóxicos,

otopatías previas, hipopigmentación, HTA, tabaco, hipercolesterolemia, hipermagnesemia y déficit de vitamina B₁₂.

- b) Características propias del ruido. Dependerá de su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición. Son más agresivos los ruidos intermitentes e impulsivos, y las frecuencias más lesivas son las situadas entre los 4 kHz. Igualmente los efectos nocivos del ruido se potencian en paneles altamente reflectantes o en el trabajo simultáneo con gases.

2.7.4. Fisiopatología

Las células ciliadas externas de la cóclea son únicas y no regenerables. Son las que primero se lesionan, al estar situadas en la base de la espiral de la cóclea. Esta zona es la más débil del órgano de Corti por ser menos vascularizada (aquí se produce la división de la arteria coclear) y también en este nivel es donde se produce la máxima amplitud de vibración³⁹.

Las frecuencias en esta zona oscilan entre 3000 y 6000 Hz (frecuencias agudas), por este motivo la lesión primordial se produce en las células que reconocen las frecuencias de 4000 Hz, pero a medida que aumenta la lesión puede afectar a las frecuencias graves situadas cerca de la punta final de la espiral³⁹.

Los cambios en los estereocilios de las células ciliadas conducen a una disminución de la sensibilidad auditiva llamada desplazamiento transitorio del umbral (DTU) y desplazamiento permanente del umbral (DPU)⁴⁰.

Después de la exposición inicial a niveles de ruido perjudiciales, los esterocilios de las células ciliadas externas pierden su rigidez y consecuentemente su capacidad de vibrar en respuesta al sonido, causando fatiga auditiva o DTU. Después de repetidas exposiciones perjudiciales, los esterocilios se dañan de manera permanente y las células ciliadas mueren, resultando en DPU con pérdida auditiva⁴⁰.

El daño de las células ciliadas externas es mayor que el de las internas, presumiblemente porque las primeras experimentan una fuerza de cizallamiento directa en sus estereocilios, mientras que los estereocilios de las segundas son estimulados por arrastre viscoso⁴⁰.

Las células ciliadas externas también tienen la mayoría de sus ejes largos expuestos a estrés mecánico mientras que las internas tienen células de soporte en todas las superficies. Además las células ciliadas externas están más cerca al punto máximo de desplazamiento de la onda viajera en la membrana basilar que las internas⁴⁰.

El desenlace final es la destrucción tanto del órgano periférico como de la vía central auditiva, en este último caso debido fundamentalmente a una degeneración retrógrada³⁹.

Se han sugerido varios mecanismos favorecedores del daño por ruido:

- a) Teoría bioquímica (estrés oxidativo). Se lo postula como desencadenante inicial, por las alteraciones bioquímicas que el ruido desencadena que conllevan a un agotamiento de metabolitos y en definitiva a apoptosis. Estos cambios bioquímicos son: disminución de la presión de O₂ en el conducto coclear, disminución de los ácidos nucleicos de las células, disminución del glucógeno y adenosín trifosfato (ATP), aumento de elementos oxígeno reactivos (ROS) como los superóxidos, peróxidos y radicales hidroxilo que favorecen el estrés oxidativo inducido por ruido, disminución de los niveles de enzimas que participan en el intercambio iónico activo (ATPasa sodio-potasio y calcio). La liberación de potasio de la endolinfa causada por la lesión puede llevar a una intoxicación y muerte de otras células sensoriales y nerviosas³⁹.
- b) Teoría del microtrauma. Los picos del nivel de presión sonora de un ruido constante, conducen a la pérdida progresiva de células, con la consecuente eliminación de neuroepitelio en proporciones crecientes³⁹.
- c) Teoría de la conducción del calcio intracelular. Se sabe que el ruido es capaz de despolarizar neuronas en ausencia de cualquier otro estímulo. Estudios recientes al respecto han demostrado que las alteraciones o distorsiones que sufre la onda de propagación del calcio intracelular en las neuronas son debidas a cambios en los canales del calcio. Los niveles bajos de calcio en las células ciliadas internas, parece intervenir en la prevención de la HIR³⁹.

2.7.5. Evolución y cuadro clínico

Generalmente no hay sintomatología auditiva salvo hipoacusia y algunas veces acúfenos, inicialmente reversibles y luego permanentes. La exposición repetida a niveles de ruido de alta intensidad y durante periodos de tiempo extendidos puede causar daño progresivo en la percepción auditiva, que disminuye comenzando por las frecuencias agudas y avanza hacia las frecuencias intermedias que intervienen en la comprensión del habla, produciendo así un deterioro en la comunicación con las repercusiones que esto implica, pudiendo asociarse a problemas como fracaso estudiantil o laboral, alteración en las funciones psicosociales y frustración durante sus años más productivos de vida, requiriendo el uso de dispositivos auditivos a edades tempranas⁷.

2.7.6. Diagnóstico

El diagnóstico se basa en la anamnesis, exploración otológica y audiométrica básica. En el cuadro 2 se recogen las principales preguntas a realizar al paciente con historia de pérdida auditiva³².

Cuadro 2. Preguntas a realizar para evaluación de hipoacusia

¿Cuándo crees que comenzó tu hipoacusia?
¿Has perdido tu audición de forma súbita o progresiva?
¿Tienes acúfenos, sensación de taponamiento en tus oídos, vértigo, otorrea u otalgia?
¿Hay alguna historia de hipoacusia en la familia?
¿Cuál es tu trabajo? ¿Estás expuesto a ruido intenso?
¿Tienes otitis de repetición?
¿Tienes antecedentes de diabetes o patología cardiovascular?
¿Has recibido antibióticos vía intravenosa, diuréticos, salicilatos o quimioterapia?

Fuente: Taha M, Plaza G. Hipoacusia Neurosensorial: Diagnóstico y tratamiento. *Jano*. Jul 2011;00(1773):63-70.

Se debe realizar una otoscopia para descartar la presencia de tapones de cera y patología timpánica.

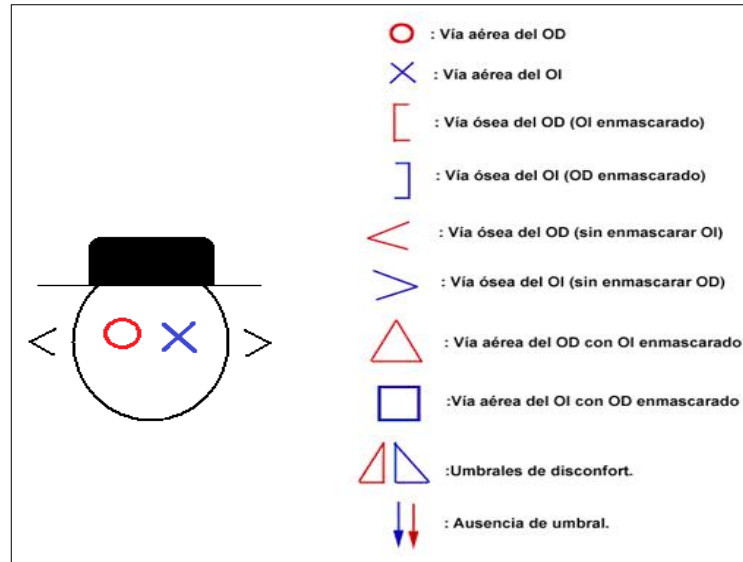
2.7.6.1. Audiometría tonal liminar

El audiómetro es un aparato electrónico que produce sonidos relativamente desprovistos de ruido o de energía sonora en forma de armónicos, los cuales genera sin decaer la intensidad. Producen una serie de tonos que preservan las relaciones de octavas de la nota Do, esto es: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. También producen tonos a intervalos de media octava (750, 1500, 3000 y 6000 Hz)⁴¹.

Estudia el nivel mínimo de audición de un sujeto a través de la emisión de tonos puros a distintas frecuencias (habitualmente 125 a 8000 Hz, excepto en la vía ósea en la que no se explora la primera y la última frecuencia) e intensidades (desde 0 hasta 120 dB HL). Debido a que los ruidos del ambiente inciden sobre la audición, es preciso estudiarla en un medio con silencio apropiado, por lo que se recomienda una “cámara silente sonoamortiguada”⁴².

El audiograma es el gráfico resultante de los datos obtenidos, donde se representa el umbral de audición por vía aérea (que evalúa el oído externo, tímpano, huesecillos, cóclea y vías centrales) y por vía ósea (valora la función coclear y de las vías nerviosas) para cada frecuencia en ambos oídos. La frecuencia es representada en forma horizontal y el nivel de audición se representa en forma vertical. Los símbolos que se utilizan se representan en el dibujo de Fowler (figura 6)⁴³.

Figura 6. Dibujo de Fowler



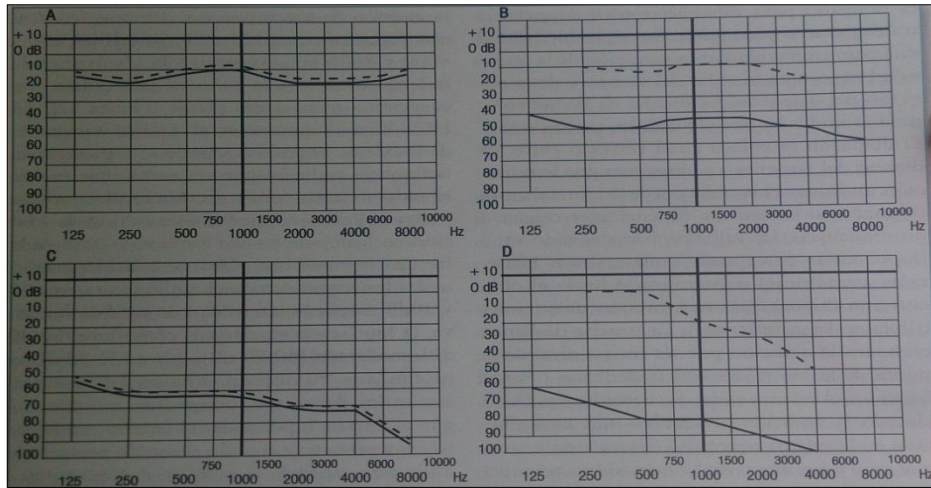
Fuente: Sandoval Y. Audiología blog [Internet]. Concepción: Yasna

Sandoval. Oct 2012 [citado 2 May 2014]. Disponible en:

<http://audiologiayotologia.blogspot.com/>

Se consideran normales las respuestas en el audiograma entre 0 y 20 dB. El entrecruzamiento (*crossover*) ocurre cuando el sonido presentado a un oído estimula el oído no explorado (por conducción ósea), dando lugar a una respuesta que, en realidad, representa la actividad de este último y no la del oído que se está explorando. El *enmascaramiento* es la técnica audiométrica que se utiliza para eliminar las respuestas del oído que no se está explorando en ese momento, siempre que exista una diferencia de más de 40 dB entre las vías aéreas de ambos oídos y 15 dB entre las vías óseas⁴². En las figuras 7 y 8 se representan los diferentes audiogramas posibles según el tipo de hipoacusia.

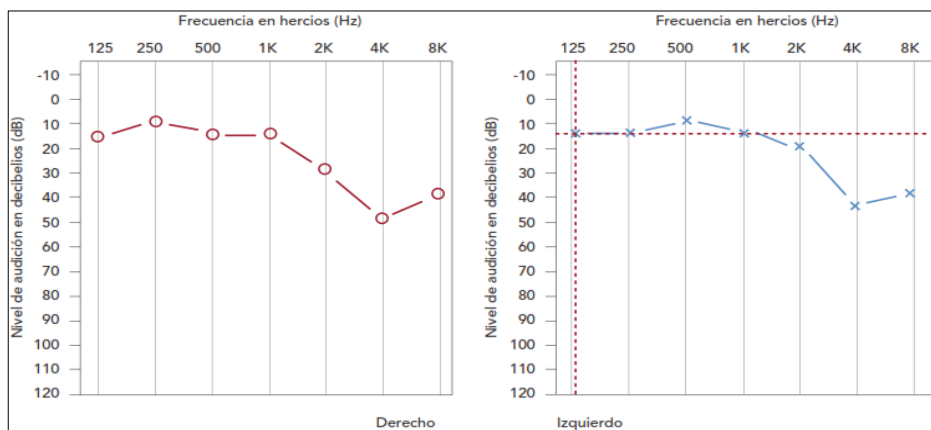
Figura 7. Audiogramas y tipo de pérdida auditiva



A) Audiograma normal B) Hipoacusia transmitiva C) Hipoacusia perceptiva D) Hipoacusia mixta

Fuente: Obeso S, Morales C. Exploración otológica. En: Llorente JL, Álvarez C, Núñez F. Otorrinolaringología Manual clínico. Madrid: Panamericana; 2012. p. 3-11.

Figura 8. Hipoacusia bilateral por traumatismo acústico crónico



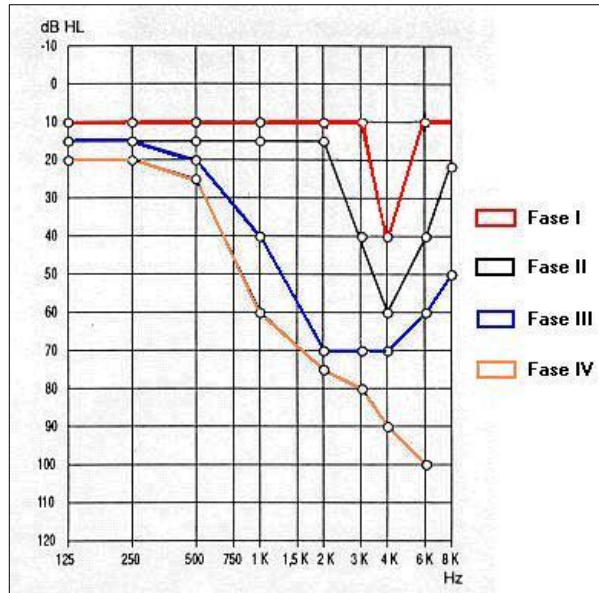
Fuente: Taha M, Plaza G. Hipoacusia Neurosensorial: Diagnóstico y tratamiento. Jano. Jul 2011;00(1773):63-70.

2.7.6.2. Fases de la hipoacusia inducida por ruido

Se puede dividir en cuatro fases según Azoy y Maduro (figura 9)⁴⁴:

- a) Fase I (de instalación de un déficit permanente). Se produce un incremento del umbral de aproximadamente 30-40 dB en la frecuencia 4 kHz. El cese de la exposición al ruido puede revertir el daño al cabo de pocos días.
- b) Fase II (de latencia). El déficit en 4 kHz se mantiene estable, ampliándose a las frecuencias vecinas en menor intensidad e incrementándose el umbral entre 40-50 dB, sin comprometer aun la comprensión de la palabra pero ya no hay reversibilidad del daño auditivo.
- c) Fase III (de latencia subtotal). Existe afectación en 4 kHz y sus frecuencias vecinas, se produce un incremento del umbral entre 70-80 dB, por ende con incapacidad en la comprensión de la palabra.
- d) Fase IV (terminal o hipoacusia manifiesta). Déficit auditivo vasto, en todas las frecuencias agudas, en las graves, con incremento del umbral de 80 dB o más.

Figura 9. Fases de la hipoacusia inducida por ruido



Fuente: Hernández H. Hipoacusia inducida por ruido [aprox. 2 pantallas].

Disponible en: <http://articulos.sld.cu/otorrino/?tag=hipoacusia-inducida-por-ruido>

2.7.6.3. Escalas de clasificación audiométrica

Entre los criterios tomados como referencia por las instituciones laborales y de salud se encuentran:

- Escala Early Loss Index (ELI = Índice de pérdida precoz). Al umbral de la frecuencia 4000 Hz, se le resta el valor del Factor de Corrección por Presbiacusia según edad y sexo⁴⁵.
- Escala Speech Average Loss (SAL = Pérdida promedio conversacional). Promedio del umbral en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz⁴⁵.

- c) Larsen. Según el umbral de la frecuencia 4000 Hz, clasifica como tres grados de trauma acústico⁴⁶.
- d) Larsen modificado. La Escuela Colombiana de Medicina toma las frecuencias 3000, 4000 y 6000 Hz, y clasifica como tres grados de hipoacusia neurosensorial⁴⁶.
- e) Método Klockhoff. Modificado por la Clínica del Lavoro de Milán, toma las frecuencias 3000, 4000 y/o 6000 y clasifica como trauma acústico cuando no hay pérdida conversacional, o hipoacusia inducida por ruido cuando sí la hay⁴⁵.
- f) Método American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery (AAO-HNS). Incluye la pérdida de audición en las frecuencias 500, 1000, 2000 y 3000 Hz⁴⁶.
- g) Criterio Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Promedia las frecuencias entre 250 y 3000 Hz⁴⁶.
- h) Criterio Organización Mundial de la Salud (OMS). Promedia las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz (cuadro 3)²⁹.

Cuadro 3. Grados de discapacidad auditiva OMS

Grado	Valor ISO	Desempeño	Recomendaciones
0 – Sin discapacidad	≤ 25 dB (mejor oído)	Sin problemas auditivos o leves. Capaz de oír susurros.	
1 – Discapacidad leve	26-40 dB (mejor oído)	Capaz de oír y repetir palabras habladas en voz normal a 1 metro	Asesoramiento. Pueden ser necesarios audífonos
*2 – Discapacidad moderada	41-60 dB (mejor oído)	Capaz de oír y repetir palabras habladas en voz elevada a 1 metro	Audífonos usualmente recomendados
3 – Discapacidad severa	61-80 dB (mejor oído)	Capaz de oír algunas palabras a gritos en el mejor oído	Requiere audífonos. De no haber disponibilidad, enseñar lectura de labios y señas
4 – Discapacidad profunda	≥ 81 dB (mejor oído)	Incapaz de oír y entender aun a gritos	Los audífonos pueden ayudar a entender palabras. Rehabilitación adicional necesaria

*Grados 2, 3 y 4 se clasifican como discapacidad auditiva incapacitante

Fuente: World Health Organization Prevention of blindness and deafness [Internet]. Geneve: WHO; c2014 [citado 2 May 2014]. Disponible en: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/#

Para la evaluación audiométrica en jóvenes, varios estudios han aplicado los criterios de Niskar et al⁵. o similares⁴⁷, que a diferencia de los anteriores analizan oído por oído y varias frecuencias, permitiendo una evaluación amplia de la habilidad para escuchar los diferentes sonidos del ambiente cotidiano. Estos son⁴⁸:

- a) Desplazamiento del umbral inducido por ruido (Noise Induced Threshold Shift-NITS): configuración de muesca audiométrica, con disminución del umbral en 3000 y/o 4000 y/o 6000 Hz, pero conservación en 500, 1000 y 8000 Hz.
- b) Pérdida auditiva en las altas/bajas frecuencias (High/low frequency hearing loss-HFHL/LFHL): promedio de las frecuencias altas y bajas, respectivamente, >15 dB.

2.7.7. Tratamiento

Dado que la percepción auditiva disminuye progresivamente, comenzando por las frecuencias agudas y avanzando hacia las frecuencias intermedias que intervienen en la comprensión del habla, es recién cuando usualmente es notado por el individuo ya que se produce así un deterioro en la comunicación⁷.

Una vez instaurado el daño, no existe tratamiento curativo. Se ha estudiado la utilidad de antioxidantes en animales ampliamente y poco en humanos, sobre todo n-acetilcisteína y magnesio, demostrando ser efectivos para la prevención de hipoacusia inducida por ruido, siendo menos favorables para

su tratamiento. Al momento, Gilles et al. llevan a cabo en Bélgica un ensayo clínico controlado que investiga la utilidad de la n-acetilcisteína y el magnesio juntos frente al placebo en jóvenes previo a su exposición al ruido recreacional. Se espera que sea completado en el 2014⁴⁹.

El tratamiento debe ser preventivo evitando más exposición a ruidos intensos, evitando la administración de medicamentos que producen ototoxicidad, realizando control audiométrico periódico en personas que trabajan expuestas a ruidos, usando protección individual (tapones y cascos reglamentarios) y colectiva (aislamiento acústico de la fuente de ruido, los sistemas de arquitectura antirruído, etc)³².

2.7.8. Problema de salud pública

La contaminación acústica, a diferencia de otros contaminantes no produce desechos ni efectos acumulativos en el ambiente, razón por lo que no recibe toda la atención que merece. Puesto que las poblaciones viven más tiempo y la industrialización se propaga, la hipoacusia inducida por ruido resulta ser un problema de salud pública relevante, que se sumará sustancialmente a la carga mundial de discapacidad. En países desarrollados, el ruido excesivo es al menos en parte la causa de más de un tercio de personas con discapacidad auditiva³⁵.

En cuanto al ruido de actividades de recreación, a fin de prevenir la pérdida auditiva es necesario el desarrollo por parte de las autoridades en salud de

programas de conservación de la audición orientados hacia los adolescentes y adultos jóvenes, que incluya su educación acerca de los riesgos de la exposición a la música a alta intensidad y las formas de proteger su sistema auditivo. Para lograr intervenciones efectivas, es fundamental tener en cuenta los factores psicosociales que incentivan esta conducta perjudicial, como la influencia de grupos y la percepción de riesgo que tienen acerca de este comportamiento⁵⁰.

2.7.9. Normativas

En 1986, los valores umbrales de ruido molesto fueron manifestados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, según los cuales a partir de 55-60 dB(A) se inicia la molestia, entre 60-65 dB(A) la molestia aumenta notoriamente y por encima de 65 dB(A) surgen perturbaciones del comportamiento⁵¹.

Posteriormente la Organización Mundial de la Salud estableció que, puesto que los niveles de presión de sonido en el oído se vuelven perjudiciales cuando son > 75 dBA y dolorosos a 120 dBA, el límite de tolerancia recomendado es de 75 dBA⁵². Para ambientes específicos como en el ruido urbano, las guías de la OMS recomiendan menos de 30 decibelios ponderados A (dBA) en los dormitorios durante la noche para un sueño de buena calidad y de menos de 35 dBA en las aulas para permitir una buena enseñanza y condiciones de aprendizaje. Las guías de la OMS para el ruido

de la noche recomiendan menos de 40 dBA de media anual (L_{night}) fuera de las habitaciones para evitar efectos adversos sobre la salud⁵³.

Otros organismos internacionales siendo conscientes de estos efectos, en un esfuerzo por disminuir el riesgo de hipoacusia inducida por ruido establecen normas en la exposición permitida, aunque los límites fijados varían, al no existir una fórmula aceptada universalmente para establecer la dosis de ruido que resulta peligrosa para la audición.

De acuerdo con la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE.UU. (US Occupational Safety and Health Administration, OSHA), que es un organismo regulador, el límite de exposición permisible para el ruido es de 90 dBA. Un empleado no debe exponerse más allá de este nivel durante más de ocho horas. En cuanto al Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EE.UU (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH), que es un organismo de investigación, el límite de exposición recomendado es de 85 dBA por la misma duración en horas. Se realizó una revisión sistemática para comparar la efectividad de ambos límites de exposición permisibles con el objetivo preservar el nivel de umbral de audición. Hubo más cambios de umbral en los sujetos que adoptan 90 dBA en comparación con los 85 dBA⁵⁴.

Siendo menos permisiva, la directiva europea "Regulaciones de Ruido en el Trabajo" en vigor a partir de febrero de 2006, estableció el nivel de seguridad mínima en el límite de exposición de ruido equivalente a 80 dB A para una

jornada laboral de 8 horas (o 40 horas de trabajo semanal), asumiendo que por debajo de este nivel, el riesgo para la audición es insignificante⁵⁵.

En el ámbito recreativo, la exposición permitida se detalla a continuación:

En ceremonias, festivales y eventos recreativos, los asistentes no deben estar expuestos a niveles de sonido por encima de 100 dB LAeq durante un período de cuatro horas más de cuatro veces al año. Para evitar la deficiencia auditiva aguda, el L_{Amax} siempre debe estar por debajo de 110 dB. El oído requiere más de 16 horas de reposo para compensar 2 horas de exposición a 100 dB (A) después de la asistencia a conciertos y discotecas. Ruidos mayores de 120 dB (A), tales como los producidos por grupos musicales o los de reproductores de música personales a volumen alto pueden resultar en pérdida permanente de la audición, con una sola exposición en algunos casos. El ruido de impacto a niveles > 140 dB (A), como el producido por los tambores de las bandas, puede inducir la pérdida de audición inmediata.

En cuanto al uso de auriculares, para evitar deficiencias auditivas el nivel de sonido equivalente durante 24 horas no debe exceder 70 dB(A). Eso implica que para una exposición diaria de una hora, el nivel LAeq no debe ser mayor de 85 dB(A).

CAPÍTULO III. MÉTODOS

3.1. Problema de investigación

¿Cuál es la prevalencia de hipoacusia en estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 y la relación con sus hábitos?

3.2. Objetivos

3.2.1. General:

Determinar la prevalencia de hipoacusia en los estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 y la relación con sus hábitos.

3.2.2. Específicos:

- Describir los hábitos de uso de auriculares, asistencia a discotecas, conciertos y participación en bandas musicales según la intensidad, frecuencia y tiempo de exposición al ruido de estas actividades.
- Establecer la prevalencia de estudiantes con hipoacusia (criterios OMS) o algún tipo de daño auditivo (LFHL, HFHL, NITS) y determinar su relación con hábitos de exposición perjudicial a música.

3.3. Hipótesis

Los estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 con hábitos de exposición perjudicial a música presentan hipoacusia.

Debe tenerse en cuenta que los estudios descriptivos intentan determinar cómo se presentan las variables en una población, no establecen relación causa y efecto, por lo cual no se requiere la formulación de hipótesis; más bien son generadores de hipótesis que posteriormente se contrastarán con estudios analíticos.

3.4. Métodos

3.4.1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Ausencia de antecedentes de patología otológica personal o familiar (cirugía de oído, otitis media recurrente, hipoacusia congénita, hipoacusias genéticas, otros)
- Otoscopía normal
- Ausencia de antecedentes de exposición habitual a ruido excesivo no recreacional (laboral, ambiental)
- Ausencia de historia de exposición a fármacos ototóxicos

Criterios de exclusión

- Antecedentes de patología otológica personal o familiar
- Otoscopía anormal
- Antecedente de exposición habitual a ruido excesivo no recreacional (laboral, ambiental)
- Historia de exposición a fármacos ototóxicos

3.4.2. Aspectos bioéticos

La presente investigación no pone en riesgo la integridad física ni psicológica de los sujetos de estudio. Previamente se solicitó a los participantes su consentimiento informado por escrito para colaborar en la investigación de acuerdo a la Declaración de Helsinki y a las normas de bioética de la Organización Mundial de la Salud (OMS), explicando los procedimientos y objetivo del estudio que incluyen la aplicación de un cuestionario, la realización de una otoscopia y audiometría tonal, aclarando cualquier duda y respetando la decisión del estudiante de no participar de ser el caso.

3.4.3. Operacionalización de variables del estudio

Variables	Definición operacional	Categorización/ Escala	Tipo de variable	Indicador
Edad	Años de vida cumplidos	Años	Discreta	Media
Género	Género sexual biológico del individuo	<ul style="list-style-type: none"> • Masculino • Femenino 	Nominal	Proporción
Audición subjetiva	Cómo califica el individuo su audición	<ul style="list-style-type: none"> • Buena • Regular • Mala 	Ordinal	Proporción
Tinnitus permanente	Presencia de zumbidos la mayor parte del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No 	Nominal	Proporción
Hábitos auditivos	Participación en actividades con música a alto volumen, solas o en combinaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Auriculares • Discotecas • Conciertos • Bandas musicales 	Nominal	Proporción
Tipo de auriculares	Tipo de auriculares usado para escuchar música en reproductores	<ul style="list-style-type: none"> • Externos • Internos 	Nominal	Proporción
Intensidad auriculares	Volumen al que escucha música en reproductores con auriculares	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo • Moderado • Alto 	Ordinal	Proporción
Auriculares nocividad	De acuerdo al equivalente de la normativa NIOSH (<85 dBA para 1 hora diaria), el hábito de escuchar música con auriculares se clasificó según la intensidad y horas de escucha. Se considera de riesgo a las categorías medianamente nocivo y nocivo	<ul style="list-style-type: none"> • No nocivo: volumen bajo, cualquier número de horas • Medianamente nocivo: volumen moderado, cualquier número de horas • Nocivo: volumen alto, cualquier número de horas 	Ordinal	Proporción

Discotecas nocividad	De acuerdo al equivalente de la normativa NIOSH (<100 dBA para 1.25 horas por semana), se clasificó a los asistentes a discotecas según las horas y frecuencia mensual. Se considera de riesgo a los visitantes moderados y frecuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Visitante infrecuente: menos de 1 vez al mes • Visitante moderado: entre 1 vez al mes y 1.25 horas por semana • Visitante frecuente: más de 1.25 horas por semana 	Ordinal	Proporción
Conciertos nocividad	De acuerdo a los límites de la OMS para eventos recreativos (<100 dBA, durante 4 horas, 4 veces al año). Se considera de riesgo a los asistentes frecuentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Asistente infrecuente: ≤ 3 horas y ≤ 3 veces al año • Asistente frecuente: ≥ 4 horas o ≥ 4 veces al año 	Ordinal	Proporción
Hábitos auditivos perjudiciales	Realización de una o más actividades con música a alto volumen consideradas de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No 	Nominal	Proporción
Pérdida auditiva	Clasificación de pérdida auditiva según los criterios de Henderson et al. (LFHL, HFHL) y de Niskar et al. (NITS), oído por oído	<ul style="list-style-type: none"> • LFHL: promedio de las frecuencias bajas (0,5, 1, 2 KHz) >15 dB HL • HFHL promedio de las frecuencias altas (3, 4, 6 KHz) >15 dB HL • NITS: 3/3 criterios <ul style="list-style-type: none"> a) umbral en 500 y 1000 Hz es ≤ 15 dB (mejor) b) muesca en 3000, 4000 o 6000 Hz es ≥ 15 dB más alto (pobre) que el umbral más alto (pobre) de 500 y 1000 Hz c) recuperación de ≥ 10 dB a 8000 Hz, en comparación con el umbral más alto (pobre) de 3000, 4000, o 6000 Hz. 	Nominal	Proporción

3.4.4. Muestra

Se seleccionó como población de estudio a los alumnos de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014. El daño auditivo es acumulativo a lo largo del tiempo, por lo que se eligió a los estudiantes de octavo nivel, al ser los de mayor edad de la facultad a los que se tiene acceso fácilmente para su participación en este estudio por su disponibilidad de tiempo.

El Estudio de Prevalencia de Desórdenes de Oído y Audición OMS-Ecuador 2009 señala que el 2.6% de ecuatorianos de 15 a 64 años presentan discapacidad auditiva. Así, se calculó el tamaño de la muestra con la fórmula para muestras finitas, con una frecuencia esperada de 0,026, un nivel de confianza de 1,96 y un error de 0,05. El tamaño de la muestra fue de 37,69 (38) estudiantes pero se decidió usar una muestra de 80 estudiantes que se dispusieron a participar y cumplieron los criterios de inclusión.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

n = tamaño de muestra

e = 5% =0.05 (límite aceptable de error muestral)

Z = 1.96 (tabla de distribución normal para el 95% de confiabilidad y 5% error)

N= 1011 (universo)

p = 0,064 (frecuencia esperada)

q = (1 - p)

Cuatro individuos reportaron haber recibido tratamiento con aminoglucósidos aunque no se tuvo referencia de dosis; y 5 con ácido acetilsalicílico a dosis no tóxicas (menos de 6g/día), por lo que no fueron excluidos del grupo de estudio. Seis individuos refirieron antecedentes personales de patología otológica, 2 antecedentes familiares de patología otológica y 3 indicaron realizar habitualmente actividades con exposición a ruidos fuertes (diferentes a actividades con música a alto volumen) por lo que fueron excluidos.

3.4.5. Tipo de estudio

El diseño del estudio es de tipo observacional, descriptivo, transversal.

3.4.6. Procedimientos de recolección de información

Se invitó a participar mediante un consentimiento informado por escrito (Anexo 2) a los 101 alumnos que cursan el octavo nivel.

La tasa de respuesta fue del 90% (91 alumnos), quienes completaron un cuestionario sobre antecedentes o factores de riesgo (diferentes a la exposición a música a alto volumen) para patología otológica (Anexo 3) y una encuesta sobre sus hábitos auditivos (Anexo 4).

3.4.7. Procedimientos de diagnóstico

Se les realizó una otoscopia para descartar la presencia de patología timpánica y tapones de cerumen. Se encontró cerumen en 10 individuos, que no obstruía la visibilidad timpánica por lo que no requirieron de lavado. No se observaron alteraciones de la membrana timpánica.

A continuación, cumpliendo las especificaciones técnicas de las guías publicadas en el 2011 por la Sociedad Británica de Audiología, en la cabina sonoamortiguada (ruido ambiental menor a 35 dBA) de la PUCE o del Centro de ORL y teniendo idealmente 24 horas de reposo auditivo (mínimo 14 horas), se evaluó su audición mediante la realización de una audiometría tonal, evaluando la vía aérea en las frecuencias 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Se utilizó un audiómetro Maico Modelo M-H17, un Interacoustics AD229b y un Welch Allyn AM282, todos con audífonos TDH-39.

Los resultados de las audiometrías se valoraron según varios criterios:

- a) Criterios OMS hipoacusia: promedio 0,5, 1, 2 y 4 KHz ≥ 26 dB.
- b) Criterios Henderson et al:
 - LFHL: promedio de las frecuencias bajas (0,5, 1 y 2 KHz) > 15 dB.
 - HFHL: promedio de las frecuencias altas (3, 4 y 6 KHz) > 15 dB.
- c) La muesca audiométrica según Niskar et al, debe cumplir los 3 criterios:
 - umbral en 500 y 1000 Hz es ≤ 15 dB (mejor)
 - muesca en 3000, 4000 o 6000 Hz es ≥ 15 dB más alto (pobre) que el umbral más alto (pobre) de 500 y 1000 Hz
 - recuperación de ≥ 10 dB a 8000 Hz, en comparación con el umbral más alto (pobre) de 3000, 4000, o 6000 Hz.

3.4.8. Análisis de datos

Se ingresaron los datos en el programa SPSS. Se analizaron las variables cuantitativas utilizando medidas de tendencia central y las cualitativas con tablas de frecuencia y de contingencia. Se valoró la asociación entre variables mediante Odds Ratio de prevalencia, prueba de chi cuadrado o prueba exacta de Fisher con el valor p respectivo, y la fuerza de asociación mediante Phi.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

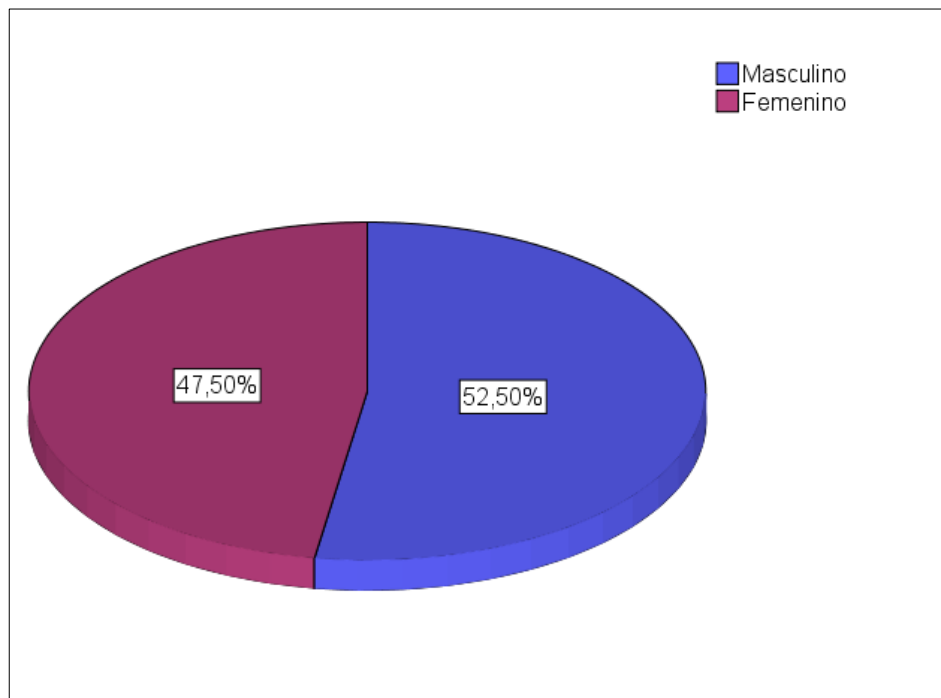
El grupo final de participantes fue de 80 estudiantes de octavo nivel de medicina de la PUCE.

4.1. Análisis descriptivo

4.1.1. Género

La muestra la conformaron 42 hombres y 38 mujeres. La proporción por género fue similar (0,52:0,47), encontrándose una pequeña diferencia entre ellos de 0,05.

Figura 10. Distribución de los participantes, por género

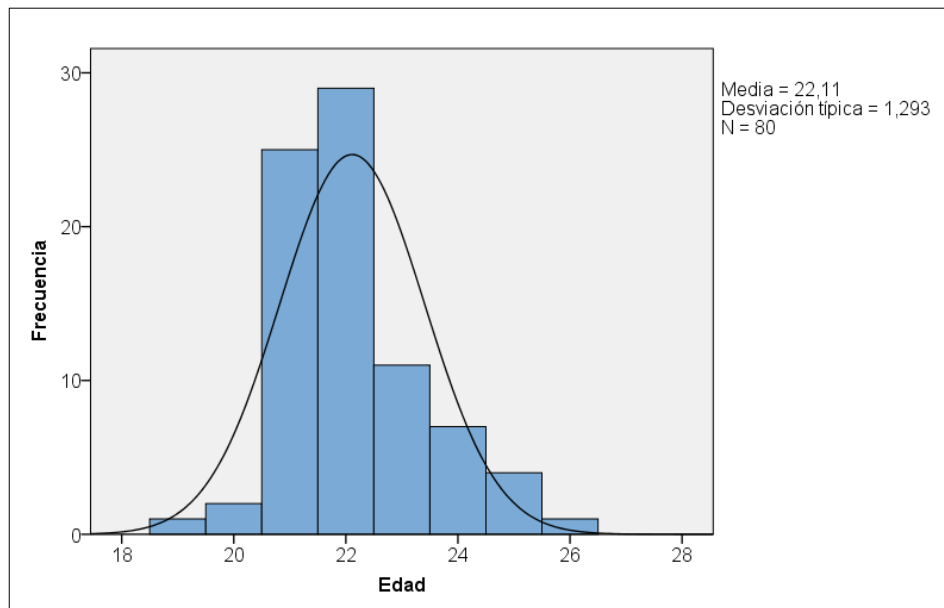


Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.2. Edad

Las edades estuvieron comprendidas entre 19 a 26 años, resultando una edad promedio de 22,11 años con una desviación estándar de $\pm 1,29$.

Figura 11. Distribución de los participantes, por edad

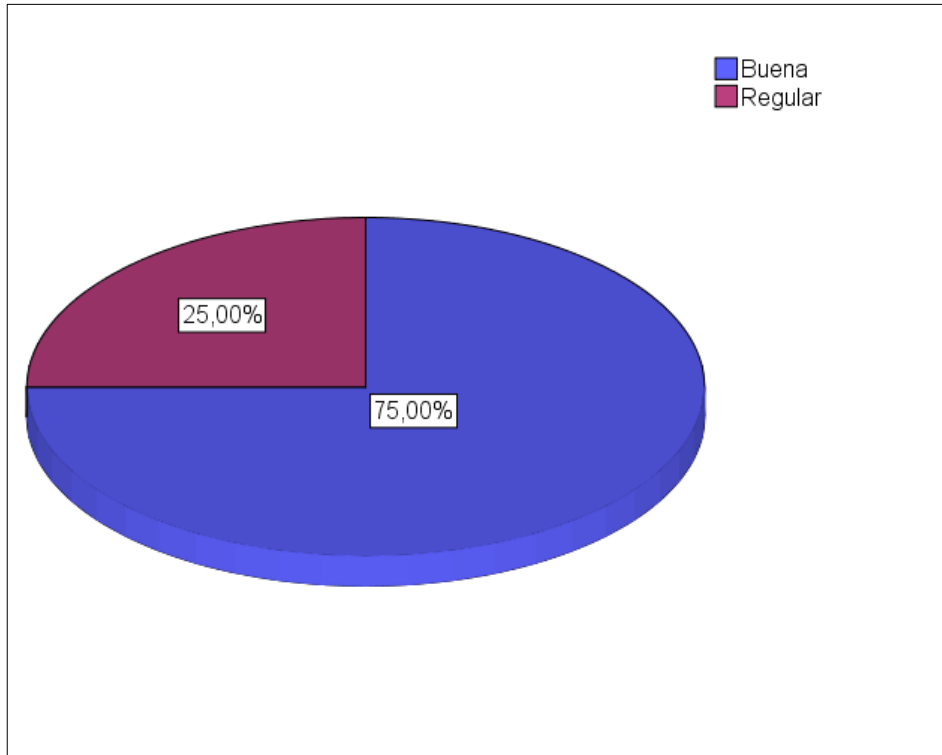


Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.3. Audición subjetiva

La mayoría calificaron su audición como buena (60 de 80) y unos pocos como regular (20 de 80), mientras que ninguno la calificó como mala.

Figura 12. Distribución de los participantes, por autopercepción auditiva

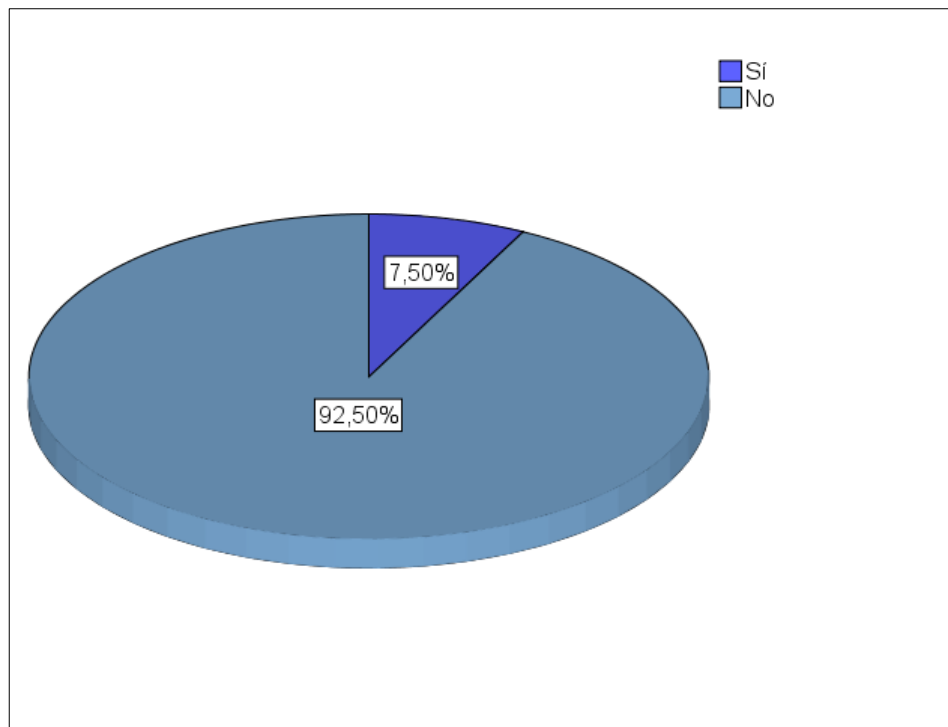


Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.4. Tinnitus permanente

Seis personas (7,50%) reportaron tinnitus como molestia auditiva permanente.

Figura 13. Distribución de los participantes, por tinnitus permanente

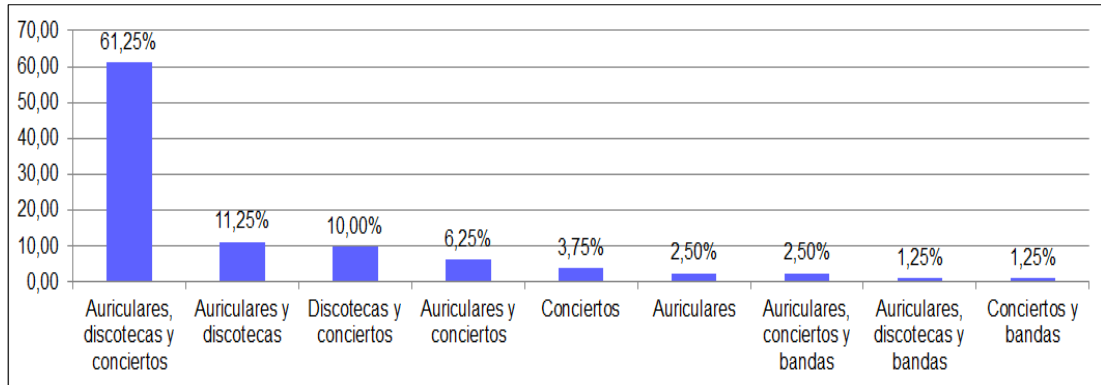


Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.5. Hábitos auditivos

En lo que concierne a actividades con música a alto volumen, entre los 80 estudiantes, gran porcentaje (61,25%) escucha música con auriculares, asiste a discotecas y conciertos. De las 8 personas que participan en bandas musicales, la mayoría (2,50%) además asisten a conciertos y escuchan música con auriculares. El resto de estudiantes realizan estas actividades en diferentes combinaciones.

Figura 14. Distribución de los participantes, por hábitos auditivos



Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.6. Tipo de auriculares según intensidad del volumen

De los 68 estudiantes que escuchan música con auriculares, el 85,3% utiliza auriculares internos, de los cuales el 51,5% utiliza un volumen moderado, el 23,5% alto y el 10,3% bajo.

Cuadro 4. Tipo de auriculares según intensidad del volumen.

			Tipo auriculares		Total
			Externos	Internos	
Intensidad volumen	Bajo	Recuento	2	7	9
		% del total	2,9%	10,3%	13,2%
	Moderado	Recuento	7	35	42
		% del total	10,3%	51,5%	61,8%
	Alto	Recuento	1	16	17
		% del total	1,5%	23,5%	25,0%
Total	Recuento	10	58	68	
	% del total	14,7%	85,3%	100,0%	

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.7. Auriculares nocividad (horas según volumen)

La mayoría (58,8%) escuchan música con auriculares hasta 1 hora, o entre 1 a 3 horas al día (36,8%). Entre los que lo hacen hasta 1 hora al día, el 35,3% lo hace a volumen moderado. De los que escuchan música con auriculares entre 1 a 3 horas al día, el 23,5% también lo hace a volumen moderado.

Se clasificó como no nocivo a 9 personas (13,2%), medianamente nocivo a 42 personas (61,8) y nocivo a 17 personas (25%). Se considera de riesgo a las categorías medianamente nocivo y nocivo, es decir 59 personas (86,8%).

Cuadro 5. Horas diarias de uso de auriculares según intensidad del volumen

			Auriculares horas			Total
			Hasta 1 hora al día	1 a 3 horas al día	4 o más horas al día	
Intensidad volumen	Bajo	Recuento	7	1	1	9
		% del total	10,3%	1,5%	1,5%	13,2%
	Moderado	Recuento	24	16	2	42
		% del total	35,3%	23,5%	2,9%	61,8%
	Alto	Recuento	9	8	0	17
		% del total	13,2%	11,8%	0,0%	25,0%
Total		Recuento	40	25	3	68
		% del total	58,8%	36,8%	4,4%	100,0%

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.8. Discotecas nocividad

Se clasificó como visitante infrecuente a 26 personas (38,8%), visitante moderado a 24 personas (35,8%) y visitante frecuente a 17 personas (25,4%). Se considera de riesgo a los visitantes moderados y frecuentes, es decir 41 personas (61,2%).

Cuadro 6. Horas de asistencia a discotecas según número de veces al mes

		Disco horas				Total	
		2 horas	3 horas	4 horas	5 horas o más		
Disco mensual	<1 vez al mes	Recuento	4	8	12	2	26
		% del total	6,0%	11,9%	17,9%	3,0%	38,8%
	1 vez al mes	Recuento	0	5	12	7	24
		% del total	0,0%	7,5%	17,9%	10,4%	35,8%
	2 a 3 veces al mes	Recuento	1	1	10	4	16
		% del total	1,5%	1,5%	14,9%	6,0%	23,9%
	4 o más veces al mes	Recuento	0	0	0	1	1
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	1,5%
Total	Recuento	5	14	34	14	67	
	% del total	7,5%	20,9%	50,7%	20,9%	100,0%	

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.9. Conciertos nocividad (asistencia anual según horas)

De los 68 estudiantes que asisten a conciertos, gran parte acuden 1 vez al año (60,3%), permaneciendo generalmente durante 4 horas (25,0%), 3 horas (17,6%) o 2 horas (10,3%), y sólo unos pocos durante 5 horas o más (7,4%). Como asistente infrecuente existieron 32 personas (47,05%) y como asistente frecuente 36 personas (52,9%). Se considera de riesgo a los asistentes frecuentes.

Cuadro 7. Asistencia anual a conciertos según horas de permanencia

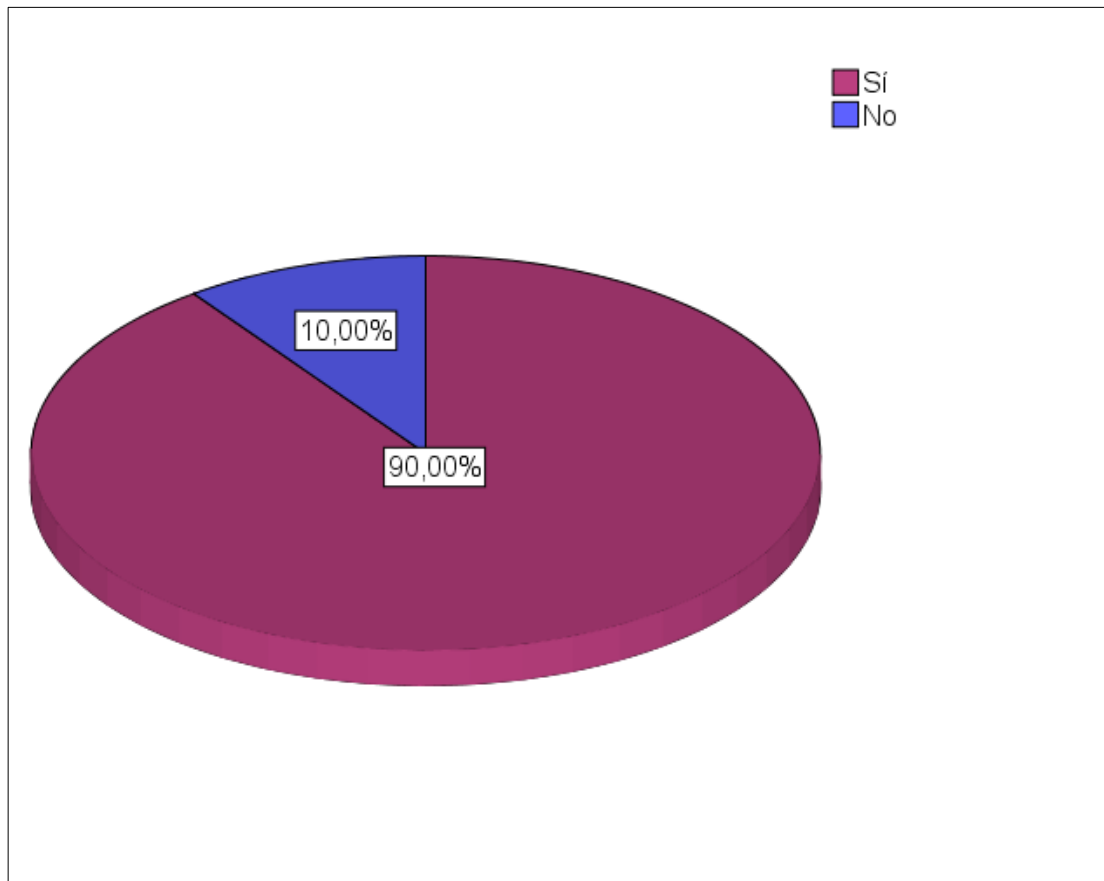
			Conciertos anual			Total
			1 vez al año	2 a 3 veces al año	4 o más veces al año	
Conciertos horas	2 horas	Recuento	7	0	1	8
		% del total	10,3%	0,0%	1,5%	11,8%
	3 horas	Recuento	12	13	1	26
		% del total	17,6%	19,1%	1,5%	38,2%
	4 horas	Recuento	17	10	0	27
		% del total	25,0%	14,7%	0,0%	39,7%
	5 horas o más	Recuento	5	1	1	7
		% del total	7,4%	1,5%	1,5%	10,3%
Total		Recuento	41	24	3	68
		% del total	60,3%	35,3%	4,4%	100,0%

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.10. Hábitos auditivos perjudiciales

Se categorizó dentro de hábitos auditivos perjudiciales a los estudiantes que realizan una o más actividades con música a alto volumen consideradas de riesgo, según lo cual 72 estudiantes (90%) tuvieron hábitos auditivos perjudiciales y sólo 8 estudiantes (10%) no los tuvieron.

Figura 15. Distribución de los participantes, según hábitos auditivos perjudiciales

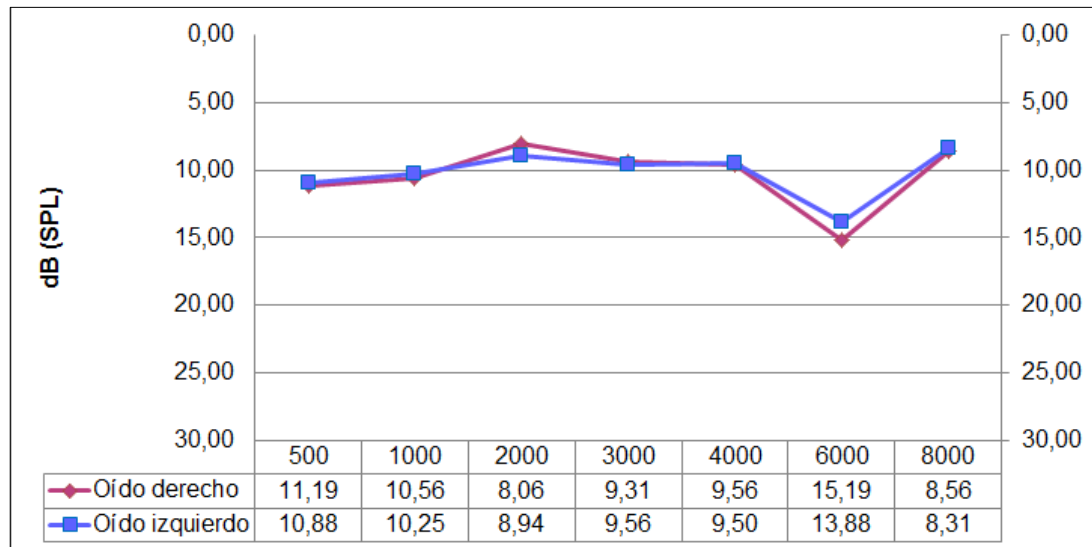


Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.11. Umbral auditivo

Mediante la realización de la audiometría de tonos puros, se observaron los valores especificados en las figuras. La configuración de muesca audiométrica fue más común en 6 KHz (88,89%) e igual en 3 KHz y 4 KHz (5,56% y 5,56%, respectivamente).

Figura 16. Media de umbrales auditivos de los participantes, en ambos oídos



Fuente: investigación. Elaboración: la autora

Cuadro 8. Umbrales auditivos de los participantes, en oído derecho

	OD 500 Hz	OD 1000 Hz	OD 2000 Hz	OD 3000 Hz	OD 4000 Hz	OD 6000 Hz	OD 8000 Hz	
Mediana	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00	
Mínimo	5	0	0	0	0	5	0	
Máximo	20	20	15	15	20	30	20	
Percentiles	25	10,00	10,00	5,00	5,00	10,00	10,00	5,00
	50	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00
	75	15,00	13,75	10,00	10,00	10,00	20,00	10,00

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

Cuadro 9. Umbrales auditivos de los participantes, en oído izquierdo

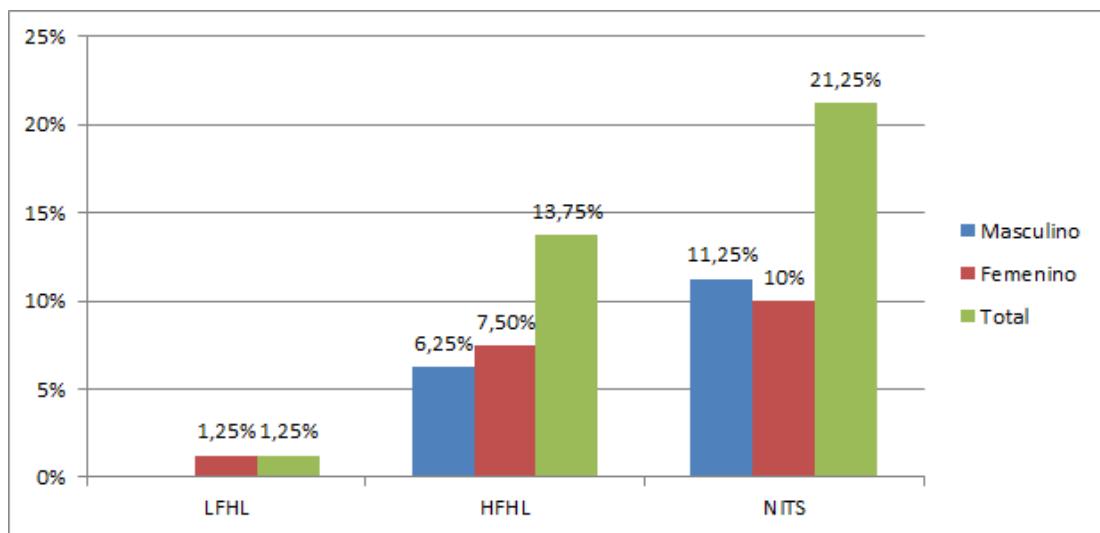
	OI 500 Hz	OI 1000 Hz	OI 2000 Hz	OI 3000 Hz	OI 4000 Hz	OI 6000 Hz	OI 8000 Hz
Mediana	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00
Mínimo	5	0	0	0	0	0	0
Máximo	20	20	15	20	20	30	15
Percentiles							
25	10,00	10,00	5,00	5,00	10,00	10,00	5,00
50	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00
75	10,00	15,00	10,00	10,00	10,00	18,75	10,00

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.1.12. Prevalencia de pérdida auditiva

Ninguno cumplió los criterios de la OMS para hipoacusia; sin embargo, entre los 80 estudiantes existieron 12 casos (15%) con algún tipo de pérdida auditiva (LFHL/HFHL), siendo más prevalente en las frecuencias altas (13,75%) que en las bajas (1,25%). La mayoría de alteraciones audiométricas fueron unilaterales (LFHL 100% unilaterales; HFHL 81,81% unilaterales, 18,18% bilaterales; NITS 94,12% unilaterales, 5,88% bilaterales). En el caso de NITS (oído derecho 12, oído izquierdo 6) y HFHL (oído derecho 8, oído izquierdo 5), más sujetos tuvieron afectado el oído derecho que el izquierdo.

Figura 17. Prevalencia de pérdida auditiva en las frecuencias bajas (LFHL), altas (HFHL) y desplazamiento del umbral inducido por ruido (NITS)



Fuente: investigación. Elaboración: la autora

4.2. Cruce de variables

4.2.1. Factores de riesgo y pérdida auditiva

Se analizó la prevalencia de pérdida auditiva según los factores de riesgo, encontrándose las diferencias observadas en el cuadro, siendo la mayoría no estadísticamente significativos.

Cuadro 10. Medidas de asociación entre factores de riesgo y pérdida auditiva

Factor de riesgo	OR prevalencia	IC 95%	Valor p
Género			
Cualquier pérdida	1,007 (hombres)	0,359-2,824	p= 0.989
NITS	1,023 (hombres)	0,350-2,991	p= 0.967
HFHL	1,388 (mujeres)	0,387-4,979	p= 0.615
LFHL	3,400 (mujeres)	0,134-86,006	p= 0.458
Tinnitus permanente	0,622	0,068-5,682	p= 0.674
Audición subjetiva (regular VS buena)	1,549	0,497-4,828	p= 0,450
Auriculares	3,960	0,477-32,887	p= 0,203
Auriculares internos	1,524	0,292-7,958	p = 1,000
Conciertos	1,667	0,332-8,374	p= 0,535
Discotecas	0,281	0,081-0,978	p= 0,046
Bandas musicales	6,905	1,472-32,394	p= 0,007
Hábitos auditivos perjudiciales	2,333	0,269-20,276	p= 0,442
Auriculares, discotecas y conciertos nocivos juntos, o bandas	3,833	1,014-14,487	p= 0,041

Fuente: investigación. Elaboración: la autora

Relación entre pérdida auditiva y bandas musicales

Los participantes de bandas musicales tuvieron 6,905 veces más riesgo de presentar cualquier pérdida auditiva, siendo esta relación estadísticamente significativa (OR= 6,905; IC 95% 1,472-32,394). La prueba de chi cuadrado resultó 7,370 con un valor de $p= 0,007$. El valor de phi fue de 0,304 por lo que la fuerza de esta asociación es débil.

Auriculares, discotecas y conciertos nocivos juntos, o bandas

Los estudiantes que realizan estas tres actividades juntas de manera nociva según los equivalentes NIOSH, o los que participan en bandas tuvieron 3,833 veces más riesgo de presentar cualquier pérdida auditiva, siendo esta relación estadísticamente significativa (OR= 3,833; IC 95% 1,014-14,487). La prueba de chi cuadrado resultó 4,185 con un valor de $p= 0,041$. El valor de phi fue de 0,284 por lo que la fuerza de esta asociación es débil.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Las limitaciones de este estudio son comunes a todas las encuestas de investigación que confían en la precisión de los participantes de generalizar sus patrones usuales mediante un conjunto de respuestas predeterminadas. Así mismo, las encuestas resultaron fáciles de completar pero algo extensas, además que indagan sobre los patrones actuales de exposición, los cuales pudieran ser diferentes a patrones pasados.

Como fortaleza del estudio, a pesar de tratarse de preguntas cerradas, éstas se basaron en diferentes estudios, tratando de mantener la variabilidad de las respuestas y que permitan su comparación con los equivalentes de exposición permitidos según las normativas internacionales.

Durante los últimos años, la ocurrencia de hipoacusia inducida por ruido ocupacional ha disminuido, en tanto que la relacionada con actividades de recreación ha aumentado, lo que ha llamado la atención científica y de los organismos de salud pública en busca de intervenciones para su prevención. A continuación se analizan los factores de riesgo y su relación con pérdida auditiva:

La proporción de participantes por género fue similar. Se encontró que los hombres presentan 1,007 veces más riesgo de presentar cualquier pérdida auditiva y 1,023 veces más riesgo de NITS, sin embargo no fueron

estadísticamente significativos (IC 95% 0,359-2,824 y 0,350-2,991; respectivamente). Resultados similares se observaron en el estudio Ohrkan sobre la prevalencia de muescas audiométricas en adolescentes en Alemania, donde los hombres tuvieron 1,24 veces más riesgo de NITS sin ser estadísticamente significativo (IC 95% 0,68-2,25)⁵⁶.

Las mujeres tuvieron 3,400 veces más riesgo de tener LFHL pero esta relación no fue significativa (IC 95% 0,134-86,006). Se observan resultados similares en el estudio NHANES 2005-2006 en el cual las mujeres tuvieron 1.41 veces más riesgo de LFHL sin ser esta relación significativa (IC 95% 0.87–2.28)⁵⁷.

La prevalencia del 7,5% de los participantes que informaron tinnitus permanente se encuentra de acuerdo con los datos publicados del 5% en el estudio sobre influencia del ruido del tiempo libre en la actividad de las células ciliadas externas en estudiantes de medicina. El tinnitus es reconocido como uno de los primeros síntomas de daño auditivo, sin embargo en este estudio no hubo relación (OR= 0,622; IC 95% 0,068-5,682 p= 0,674)⁵⁸.

De los 68 estudiantes que escuchan música con auriculares, el 85,3% utiliza auriculares internos, de los cuales el 51,5% utiliza un volumen moderado, el 23,5% alto y el 10,3% bajo. Los usuarios de auriculares internos tuvieron 1,52 veces más riesgo de presentar cualquier pérdida auditiva frente a los

usuarios de auriculares externos, pero esta relación no fue estadísticamente significativa (IC 95% 0,292-7,958, $p = 1,000$)

Un reproductor de música personal puede alcanzar los 115 dB, aunque esto varía según el dispositivo y el tipo de auriculares, siendo más perjudiciales los de inserción que incrementan el volumen entre 7 a 9 decibeles (hay que tener en cuenta que se trata de una escala logarítmica) y a diferencia de los externos, no permiten aislar el ruido ambiental, por lo que se requiere usar mayor volumen. Por esta razón, la Comisión Europea propone establecer para los fabricantes de reproductores de música personales un límite máximo de volumen de 85 dB⁵⁵.

La mayoría (58,8%) escuchan música con auriculares hasta 1 hora, o entre 1 a 3 horas al día (36,8%). Entre los que lo hacen hasta 1 hora al día, el 35,3% lo hace a volumen moderado. De los que escuchan música con auriculares entre 1 a 3 horas al día, el 23,5% también lo hace a volumen moderado. Estos datos se asemejan a publicados por Torre P. en el 2008 donde el 50% de adultos jóvenes de 18 a 30 años reportaron usar estos dispositivos entre 1 a 3 horas, y el 90% a volumen medio o alto⁵⁹.

En cuanto a la asistencia a discotecas, se clasificó como visitante infrecuente a 26 personas (38,8%), visitante moderado a 24 personas (35,8%) y visitante frecuente a 17 personas (25,4%). Esto fue comparable a

lo hallado por Vogel I. en el 2010 donde el 24,6% de estudiantes de secundaria fueron clasificados como visitantes frecuentes de discotecas².

Respecto a la asistencia a conciertos o lugares con música en vivo, de los 68 estudiantes que asisten, gran parte acuden 1 vez al año (60,3%), permaneciendo generalmente durante 4 horas (25,0%), 3 horas (17,6%) o 2 horas (10,3%), y sólo unos pocos durante 5 horas o más (7,4%). Estos resultados difieren de los observados por Beach EF, con un promedio de 5 al año y 3 horas de permanencia⁶⁰.

Se categorizó dentro de hábitos auditivos perjudiciales a los estudiantes que realizan una o más actividades con música a alto volumen consideradas de riesgo según los equivalentes a la normativa NIOSH (>85 dBA para 40 horas por semana). Así, 72 estudiantes (90%) tuvieron hábitos auditivos perjudiciales y sólo 8 estudiantes (10%) no los tuvieron. Este porcentaje fue mucho mayor a lo encontrado por Colombo M. y Majul L. donde el 50% presentó hábitos auditivos medianamente perjudiciales y sólo un joven presentó hábitos auditivos perjudiciales⁷. A pesar de que la mayoría tuvieron hábitos con riesgo potencial de HIR, la pérdida auditiva se evidenció en pocos. Esto puede deberse a la susceptibilidad individual, o la presentación del tono que se realizó a 30 dB, cuando dependiendo del protocolo varía de 15 a 30, detectando pérdidas mínimas cuanto menor sea el tono presentado.

De acuerdo a los resultados de las audiometrías, ninguno cumplió los criterios de la OMS para hipoacusia; sin embargo, entre los 80 estudiantes existieron 12 casos (15%) con algún tipo de pérdida auditiva (LFHL/HFHL), siendo más prevalente en las frecuencias altas (13,75%) que en las bajas (1,25%).

Estos resultados son congruentes con los de los estudios realizados a nivel nacional en Estados Unidos en el grupo de 18 a 19 años, NHANES III (1988-1994) donde la prevalencia observada fue de 13,3% en las altas y de 5,4% en las bajas; y NHANES 2005-2006 con una prevalencia del 16,5% en las altas y de 10,9% en las bajas⁶¹.

En ambos se observó una prevalencia similar de NITS (NHANES III 16,2%; NHANES 2005-2006 16,4%)⁶¹, prevalencia que en este estudio fue algo mayor (21,25%).

La mayoría de alteraciones audiométricas fueron unilaterales (LFHL 100% unilaterales; HFHL 81,81% unilaterales, 18,18% bilaterales; NITS 94,12% unilaterales, 5,88% bilaterales), lo cual es acorde a otros estudios (NITS unilaterales 85.4 % según Niskar et al.⁵, 97% según Meinke et al.³⁴), por lo que se considera que puedan deberse a trauma acústico o vulnerabilidad asimétrica a HIR.

La configuración de muesca audiométrica fue más común en 6 KHz (88,89%) e igual en 3 KHz y 4 KHz (5,56% y 5,56%, respectivamente), similar al estudio NHANES III, donde la muesca en 6 KHz fue más frecuente (77,1%). La caída en la frecuencia 4 KHz se indicaba en la literatura antigua como la primera afectada en HIR^{44,45,46}. Actualmente, en base a los estudios realizados se evidencia que la localización de la muesca audiométrica puede ser en 3 y/o 4 y/o 6 KHz, siendo más común en 6 KHz por lo que algunos la han propuesto como un signo temprano de HIR. Otros sugieren que se debe a problemas de calibración del equipo o al modelo de auriculares. De ser así, las muescas no serían unilaterales, además no habría correlación con las encuestas⁴⁷.

La relación entre pérdida auditiva no fue significativa con género, tinnitus, audición subjetiva ni con la exposición a auriculares, discotecas y conciertos por separado, pero sí lo fue con la participación en bandas musicales (OR= 6,905; IC 95% 1,472-32,394) y cuando se realizan estas tres actividades juntas de manera nociva según los equivalentes NIOSH (OR= 3,833; IC 95% 1,014-14,487), sin embargo esta asociación fue débil.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La evaluación audiométrica NHANES para pérdida auditiva ha demostrado ser fiable en numerosos estudios. Los hábitos auditivos que tienen los participantes, por sus niveles de exposición, podrían ser la causa de estas dificultades en la audición.

Aunque el tinnitus se desvanece cuando el DTU se recupera, un tinnitus transitorio, y más aún el permanente, puede indicar el comienzo de un proceso degenerativo en las células ciliadas externas.

La prevalencia de pérdida auditiva encontrada es similar a la de otros estudios realizados en la población joven expuesta a música a alta intensidad. Los estudiantes de medicina deberían tener mejor conocimiento del riesgo de dicha exposición, pero no lo tienen o no lo aplican.

Teniendo en cuenta que el daño auditivo es 1 dB por año a partir de los 40 años, los efectos del ruido aumentarían esta pérdida ya desde un plazo no tan largo, lo cual podría afectar el desempeño de los futuros médicos (¿cómo auscultarán adecuadamente los ruidos cardíacos, murmullo vesicular y otros?, ¿escucharán correctamente a sus pacientes, colegas y equipos?).

5.2. Recomendaciones

Medir la exposición usando dosimetría permitirá verificar los patrones reales a diferencia de los percibidos.

Considerar y analizar los factores psicosociales que incentivan esta conducta perjudicial, como la influencia de grupos y la percepción de riesgo que tienen acerca de este comportamiento, facilitará lograr intervenciones efectivas.

Implementar y controlar el cumplimiento de reglamentaciones más estrictas, limitando el volumen permitido en los eventos, lugares de recreación y reproductores de música personal. Regular cierta distancia despejada alrededor de los parlantes, proporcionar áreas de descanso con volumen bajo, minimizarán la exposición al ruido.

Desarrollar programas de promoción de salud auditiva (campañas contra el ruido), facilitará crear conciencia de este riesgo en los estudiantes de la PUCE, en la población joven y en la sociedad en general, así como promocionar el uso de volumen bajo y protectores auditivos.

ANEXO 1. Glosario de términos

Audiometría tonal liminar: examen que mide la capacidad para escuchar sonidos. Estudia el nivel mínimo de audición, mediante la emisión de tonos puros a distintas frecuencias (125 a 8000 Hz), que llegan por vía aérea y ósea.

Contaminación acústica: producto del ruido excesivo, que causa daño al oído, a la salud física y mental.

Decibel: mide la intensidad (presión) sonora.

Decibel-A (dB-A): medición sonora a la respuesta aproximada en frecuencia del oído humano.

Desplazamiento del umbral auditivo inducido por ruido (Noise Induced Threshold Shift-NITS): elevación del umbral auditivo, con configuración de muesca audiométrica.

Desplazamiento permanente del umbral auditivo (DPU): elevación permanente del umbral auditivo.

Desplazamiento transitorio del umbral auditivo (DTU, fatiga auditiva): elevación del umbral auditivo, a raíz de exposición al ruido, con recuperación total en menos de 10 días.

Hipoacusia: disminución de la sensibilidad auditiva, es decir la pérdida parcial de la habilidad de escuchar en uno o ambos oídos (≥ 26 dB según los criterios de la OMS).

Hipoacusia inducida por ruido (HIR): hipoacusia neurosensorial, resultado de la exposición crónica a niveles perjudiciales de ruido.

Muesca audiométrica (notch): Según Niskar et al., debe cumplir los 3 criterios, en uno o ambos oídos:

a) umbral en 500 y 1000 Hz es ≤ 15 dB (mejor)

b) muesca en 3000, 4000 o 6000 Hz es ≥ 15 dB más alto (pobre) que el umbral más alto (pobre) de 500 y 1000 Hz

c) recuperación de ≥ 10 dB a 8000 Hz, en comparación con el umbral más alto (pobre) de 3000, 4000, o 6000 Hz.

Nivel de presión sonora: es la variación de presión que el oído humano puede detectar. Se mide en dB, siendo 20 veces la relación logarítmica de la presión sonora eficaz respecto a una presión de referencia.

Nivel sonoro equivalente (Leq): nivel sonoro constante durante un tiempo, que tiene la misma energía que un ruido medido variable en tiempo, por tanto con la misma capacidad de daño auditivo.

Pérdida auditiva en las altas/bajas frecuencias (High/low frequency hearing loss-HFHL/LFHL): promedio de las frecuencias altas y bajas, respectivamente, > 15 dB.

Ruido: sonido no deseado, generalmente desagradable

Sordera: pérdida completa de la habilidad para escuchar en uno o ambos oídos (≥ 81 dB).

Trauma acústico: hipoacusia neurosensorial, resultado de la exposición aguda a un ruido brutal (explosiones).

Umbral auditivo: nivel mínimo de audición, evaluado mediante audiometría.

ANEXO 2. Consentimiento Informado para participar en la investigación

Tema: “Hipoacusia en estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 en relación con sus hábitos”

Investigadora: Michelle Fuseau

Lugar: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador 2014.

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta ficha de consentimiento.

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO. Señalar los efectos en la audición que tienen los hábitos de exposición perjudicial a música en jóvenes.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO. Determinar si existe afectación de la audición en los estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriculados en el periodo segundo semestre 2013 – 2014 y la relación con sus hábitos.

3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO. Este estudio pretende evaluar si existe disminución de la audición en los jóvenes inducida por hábitos auditivos perjudiciales (escuchar música con audífonos, asistir a discotecas y conciertos frecuentemente, participar en bandas musicales), a fin de concientizar a la población del riesgo potencial para la audición del ruido excesivo y así evitar la aparición o progresión de hipoacusia inducida por ruido.

4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO. Si accede a participar en este estudio, se le pedirá completar un cuestionario y una encuesta. Posteriormente se le realizará una otoscopia para descartar la presencia de patología timpánica y tapones de cerumen, procediendo al lavado de ser necesario y a continuación se evaluará su audición mediante una audiometría tonal de screening, que en caso de resultar alterada, se recomendará una evaluación otológica especializada. Todo esto tardará aproximadamente 20 minutos.

5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO. Usted no será sometido a ningún riesgo al participar en este estudio

6. ACLARACIONES.

- Su participación en el estudio es voluntaria.
- La información obtenida será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto serán anónimas.
- No habrá ningún perjuicio para usted en caso de no participar.
- Si decide participar en el estudio, puede retirarse en el momento que lo desee.
- Usted puede pedir información al investigador sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido

Desde ya se agradece su participación.

7. PARTICIPACIÓN

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Firma del participante y fecha

Firma de la investigadora

ANEXO 4. Encuesta para valorar hábitos auditivos de los estudiantes PUCE

ENCUESTA # _____
NOMBRE: _____ EDAD: _____ SEXO: _____
PARALELO: _____ # CELULAR: _____ MAIL: _____

AURICULARES

¿Tiene el hábito de escuchar música con auriculares?

Sí No

De ser así, ¿Qué tipo de auriculares usa normalmente?

Externos (rodean al oído) Internos (se insertan dentro del oído)



¿A qué volumen lo hace?

Bajo (hasta 40% de la capacidad del volumen)
Moderado (40 a 70% de la capacidad del volumen)
Alto (70 a 100 % de la capacidad del volumen)

¿En promedio, cuántos días por semana?

Hasta 2 días por semana Entre 2 a 4 días por semana 5 o más días por semana

¿Cuánto tiempo normalmente escucha música con auriculares por día?

Hasta 1 hora al día Entre 1 a 3 horas al día 4 o más horas al día

¿Desde hace cuánto tiempo escucha música con auriculares?

Menos de 2 años Entre 2 a 4 años Más de 4 años

¿Presenta alguna de estas molestias auditivas luego de escuchar música con auriculares?

Zumbidos Dificultad auditiva Dolor de oído Ninguna

DISCOTECAS

¿Asiste a discotecas?

Sí No

¿Cuántas veces al mes?

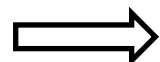
<1 vez al mes 1 vez al mes 2 a 3 veces al mes ≥4 veces al mes

¿Cuánto tiempo permanece?

2 horas 3 horas 4 horas 5 horas o más

¿Presenta alguna de estas molestias auditivas luego de asistir?

Zumbidos Dificultad auditiva Dolor de oído Ninguna



CONCIERTOS

¿Asiste a conciertos o lugares con música en vivo?

Sí No

¿Cuántas veces al año asiste?

1 vez al año 2 a 3 veces al año \geq 4 veces al año

¿Cuánto tiempo permanece?

2 horas 3 horas 4 horas 5 horas o más

¿Presenta alguna de estas molestias auditivas luego de asistir?

Zumbidos Dificultad auditiva Dolor de oído Ninguna

BANDAS

¿Participa o participaba en una banda musical?

Sí No (si su respuesta es NO, FIN de la encuesta)

¿Cuántas veces al mes?

1 vez al mes 2 a 3 veces al mes \geq 4 veces al mes

¿Cuánto tiempo dura cada práctica?

1 horas 2 horas 3 horas 4 horas o más

¿Desde hace cuánto tiempo?

4 años o menos 5 años 10 o más años

¿Usa protección auditiva (tapones de oídos, orejeras)?

Siempre La mayoría de veces A veces Nunca

¿Presenta alguna de estas molestias auditivas luego de tocar?

Zumbidos Dificultad auditiva Dolor de oído Ninguna

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

¹ World Health Organization Media center [Internet]. Geneva: WHO; c2013 [actualizado Feb 2013; citado 2 Dic 2013]. Deafness and hearing loss Fact sheet N°300 [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>

² Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CP, Raat H. Young people's exposure to loud music: a summary of the literature. *Am J Prev Med.* Ago 2007;33(2):124-133.

³ 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.* Abr 2005;115(4):861-867.

⁴ Plath P. Socio-acousis. Non-occupationally-induced hearing loss due to noise. *HNO.* Oct 1998;46(10):887-892.

⁵ Niskar AS, Kieszak SM, Holmes AE, Esteban E, Rubin C, Brody DJ. Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics.* 2001;108(1):40-43.

⁶ National Institute on Deafness and Other Communication Disorders [Internet]. Bethesda MD: The Association [actualizado 30 Dec 2013; citado 12 Mar 2014]. Noise-induced hearing loss; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: www.nidcd.nih.gov/health/hearing/pages/noise.aspx

⁷ Colombo M, Majul L. Resultados de estudios audiométricos y hábitos auditivos en jóvenes universitarios [tesis]. Rosario: Universidad Nacional de Rosario; 2012.

⁸ Escajadillo JR. Fisiología del oído. En: Escajadillo JR. Oídos, nariz, garganta y cirugía de cabeza y cuello. 2a ed. México: El Manual Moderno; 2002. p. 13-20.

⁹ Real Academia Nacional de Medicina Diccionario de Términos Médicos. 1a ed. Madrid: Panamericana; 2011. Sonido; p. 1536.

¹⁰ Van Bergeijk WA, Pierce JR, Edward ED. Ondas, frecuencias y resonadores. En: Van Bergeijk WA, Pierce JR, Edward ED. Las ondas y el oído. 2a ed. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires; 1963. p. 32-65.

¹¹ Floría PM, González A, González D. Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. 5a ed. Madrid: FC Editorial; 2006.

¹² Anguera S. Cirrus Research The Blog: ¿Qué son las ponderaciones de frecuencia A, C y Z? [Internet]. Barcelona: Silvia Anguera. Sep 2012 – [citado 25 Feb 2014]. Disponible en: <http://www.cirrusresearch.es/que-son-las-ponderaciones-de-frecuencia-a-c-y-z/>

¹³ Acoustic Glossary [Internet]. United Kingdom: Gracey & Associates; [citado 25 Feb 2014]. Definitions, Terms, Units and Parameters; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.acoustic-glossary.co.uk/frequency-weighting.htm>

-
- ¹⁴ Kogan P. Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del ruido en el ser humano [tesis]. Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2004.
- ¹⁵ Hansen CH. Fundamentals of acoustics. En: Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control. 1a ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2001. p. 23-52.
- ¹⁶ Real Academia Nacional de Medicina Diccionario de Términos Médicos. 1a ed. Madrid: Panamericana; 2011. Ruido; p. 1449.
- ¹⁷ Real Academia Nacional de Medicina Diccionario de Términos Médicos. 1a ed. Madrid: Panamericana; 2011. Contaminación acústica; p. 393.
- ¹⁸ Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for community noise. Proceedings of the WHO Expert Task Force meeting, 26-30 Abr 1999, MARC, London, UK: World Health Organization; 1999.
- ¹⁹ Hernández H, Gutiérrez M. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Rev Cubana Med Milit [Internet]. Jun 2006 [citado 3 Mar 2014];35(4):[aprox. 2 pantallas]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol35_4_06/mil07406.htm
- ²⁰ Salazar AM, Vásquez L, Díaz P, Ramírez N, Solís F. Efecto del Personal Estéreo en la Audición para las Altas Frecuencias. Cienc Trab. Jun 2006;8(20):52-57.
- ²¹ Cain PA. Update-Noise induced hearing loss and the military environment. J R Army Med Corps. Jun 1998; 144(2):97-101.
- ²² Guyton y Hall. El sentido de la audición. En: Guyton y Hall. Tratado de Fisiología médica 12.^a ed. España: Elsevier; 2012. p. 671-680.
- ²³ Adams GL, Boies LR, Paparella MM. Embriología, anatomía y fisiología del oído. En: Adams GL, Boies LR, Paparella MM. Otorrinolaringología de Boies. Enfermedades del oído, vías nasales y laringe. 5 ed. México: Interamericana; 1981. p. 118-139.
- ²⁴ Letelier JC, San Martín J. Anatomía y fisiología del oído [Internet]. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile; 2013 [citado 2 May 2014]. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/otorrino/apuntes-2013/Anatomia-fisiologia-oido.pdf>
- ²⁵ Taha M, Plaza G. Hipoacusia Neurosensorial: Diagnóstico y tratamiento. Jano. Jul 2011;00(1773):63-70.
- ²⁶ Hear-it [Internet]. Brussels: Hear-it AISBL [citado 15 May 2014]. More and more hearing impaired people; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.hear-it.org/More-and-more-hearing-impaired-people>
- ²⁷ Ullauri A, Smith A, Espinel M, Castrillon R, Salazar C, Garces P et al. Estudio de Prevalencia de Desórdenes de Oído y Audición OMS-Ecuador 2009. Rev. Ac. Ec. ORL. 2011; 7(1):27-30.
- ²⁸ Paparella M. Tratado de Otorrinolaringología. Vol 2. 1a ed. Buenos Aires: Panamericana; 1993.
- ²⁹ World Health Organization Prevention of blindness and deafness [Internet]. Geneve: WHO; c2014 [citado 2 May 2014]. Disponible en: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/#

-
- ³⁰ World Health Organization programmes [Internet]. Geneva: WHO; c2014 [actualizado Feb 2013; citado 25 Feb 2014]. ICD-10 Version:2010; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en#/H80-H83>
- ³¹ Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Zaborowski K, Zamojska M, Sliwinska-Kowalska M. Noise induced hearing loss: Research in central, eastern and south-eastern Europe and newly independent states. *Noise Health* 2013;15(62):55-66.
- ³² Díaz C, Franco V. Hipoacusia neurosensorial en adultos. En: Llorente JL, Álvarez C, Núñez F. *Otorrinolaringología Manual clínico*. Madrid: Panamericana; 2012. p. 113-121.
- ³³ Hernández H, Gutiérrez M. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Rev Cubana Med Milit Jun* 2006; 35(4):97-101
- ³⁴ Meinke DK, Dice N. Comparison of audiometric screening criteria for the identification of noise-induced hearing loss in adolescents. *Am J Audiol. Dic* 2007;16(2):190-202.
- ³⁵ Alberti PW, Amedofu GK, Axelsson A, Bock GR, Clark W, Dancer A, et al. Prevention of noise-induced hearing loss. Report of a WHO-PDH Informal Consultation. 28-30 Oct 1997; Geneva, Switzerland: Strategies for Prevention of Deafness and Hearing Impairment; 1997.
- ³⁶ Sliwinska-Kowalska M, Davis A. Noise-induced hearing loss. *Noise Health* 2012;14(61):274-280.
- ³⁷ Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med. Dic* 2005;48(6):446-458.
- ³⁸ Letort J, Castrillón R, Chaguamate P. Ear problems in the underprivileged people in Ecuador. Quito: Clínica de Salud Auditiva; 2012.
- ³⁹ Plontke S Current aspects of hearing loss from occupational and leisure noise. *Head and Neck Surgery, Dic* 2004;12(1):20-83.
- ⁴⁰ Strauss, S 2012, Noise-induced hearing loss : prevalence, degree and impairment criteria in South African gold miners, PhD thesis, University of Pretoria, Pretoria, viewed yymmdd <
<http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-01152013-130215/>
- ⁴¹ Adams GL, Boies LR, Paparella MM. Audiología. En: Adams GL, Boies LR, Paparella MM. *Otorrinolaringología de Boies. Enfermedades del oído, vías nasales y laringe*. 5 ed. México: Interamericana; 1981. p. 51-116.
- ⁴² Obeso S, Morales C. Exploración otológica. En: Llorente JL, Álvarez C, Núñez F. *Otorrinolaringología Manual clínico*. Madrid: Panamericana; 2012. p. 3-11.
- ⁴³ Escajadillo JR. Auxiliares para diagnóstico y terapéutica en otología. En: Escajadillo JR. *Oídos, nariz, garganta y cirugía de cabeza y cuello*. 2a ed. México: El Manual Moderno; 2002. p. 23-35.
- ⁴⁴ Hernández H. Hipoacusia inducida por ruido [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://articulos.sld.cu/otorrino/?tag=hipoacusia-inducida-por-ruido>

-
- ⁴⁵ UGT-Catalunya Secretaria de Política Sindical/Salut Laboral. Vigilancia de la salud. En: UGT de Catalunya, Salut laboral. Hipoacusia laboral por ruido. Vol 1. 1a ed. Catalunya: UGT Salut laboral; 2010. p. 47-56.
- ⁴⁶ Reina M. Hacia una revisión de la conceptualización metodológica para calificar pérdidas auditivas por exposición al ruido ocupacional. AOCCC . Nov 2002;303(2):23-31.
- ⁴⁷ Sekhar DL, Rhoades JA, Longenecker AL, Beiler JS, King TS, Widome MD, Paul IM. Improving detection of adolescent hearing loss. Arch Pediatr Adolesc Med. Dic 2011;165(12):1094-1100.
- ⁴⁸ Henderson E, Testa MA, Hartnick C. Prevalence of Noise-Induced Hearing-Threshold Shifts and Hearing Loss Among US Youths. Pediatrics. Ene 2011;127(1):39-46.
- ⁴⁹ Gilles A, Ihtijarevic B, Wouters K, Van de Heyning P. Using prophylactic antioxidants to prevent noise-induced hearing damage in young adults: a protocol for a double-blind, randomized controlled trial. Trials. Abr 2014;15(1):110-115.
- ⁵⁰ Martínez M, Soto C, Ferre I, Zambrano E, Noguez L, Poblano A. Sensorineural hearing loss in high school teenagers in Mexico City and its relationship with recreational noise. Cad Saude Publica. Dec 2009;25(12):2553-2561.
- ⁵¹ Echanique P, Cooper M, Dirección Metropolitana Ambiental, Alcaldía Metropolitana Quito. Atlas ambiental: Distrito Metropolitano de Quito. 1a ed. Quito: Dirección Metropolitana Ambiental; 2008.
- ⁵² Smith AW. The World Health Organization and the prevention of deafness and hearing impairment caused by noise. Noise Health. 1998;1(1):6-12.
- ⁵³ World Health Organization Noise Data and statistics [Internet]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; c2013 [citado 2 Dic 2013]. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/data-and-statistics>
- ⁵⁴ Sayapathi BS, Ting Su A, Koh D. The Effectiveness of Applying Different Permissible Exposure Limits in Preserving the Hearing Threshold Level: A Systematic Review. J Occup Health. Nov 2013;56:1–11.
- ⁵⁵ Rydzynski K, Jung T. Preliminary report on Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function. Proceedings of the 25th plenary of Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR; 24 Jun 2008; Brussels, Belgium: European Commission Health & Consumer Protection DG;2008.
- ⁵⁶ Twardella D, Perez-Alvarez C, Steffens T, Bolte G, Fromme H, Verdugo-Raab U. The prevalence of audiometric notches in adolescents in Germany: The Ohrkan-study. Noise Health. Nov 2013;15(1):412-419.
- ⁵⁷ Pleis JR, Lethbridge-Cejku M. Summary health statistics for US adults: National Health Interview Survey, 2006. Vital Health Stat. Dic 2007;235(10):1-153.

-
- ⁵⁸ Rosanowski F1, Eysholdt U, Hoppe U. Influence of leisure-time noise on outer hair cell activity in medical students. *Int Arch Occup Environ Health*. Oct 2006;80(1):25-31.
- ⁵⁹ Torre P. Young adults' use and output level settings of personal music systems. *Ear Hear*. Oct 2008;29(5):791-799.
- ⁶⁰ Beach EF, Gilliver M, Williams W. Leisure noise exposure: participation trends, symptoms of hearing damage, and perception of risk. *Int J Audiol*. Feb 2013;52(1):20-25.
- ⁶¹ Shargorodsky J, Curhan S, Curhan G, Eavey R. Change in Prevalence of Hearing Loss in US Adolescents *JAMA*. Ago 2010;304(7):772-778.