

Análisis de una base de datos audiométricos de adolescentes escolarizados de entre 11 y 17 años, de la ciudad de Medellín (Colombia)

Analyzing an audiometric database of school adolescents between 11 and 17 years of age, from the city of Medellín (Colombia)

Análise de um banco de dados audiométricos de adolescentes escolares entre 11 e 17 anos, na cidade de Medellín (Colômbia)

Diana Marcela Dávila Díez¹, Alice Elizabeth González² 

¹ Universidad CES, Maestría en Salud Pública. Medellín, COLOMBIA

² Departamento de Ingeniería Ambiental – IMFIA, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, URUGUAY

Correo de contacto: dmarcedd@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta un reprocesamiento de los datos de umbral auditivo de adolescentes escolarizados de la ciudad de Medellín, obtenidos en el marco de la tesis de Maestría en Salud Pública de su autora principal. Para conocer el umbral auditivo de la población bajo estudio se aplicó una audiometría tonal liminar por vía aérea a más de 400 adolescentes que estudian en 10 instituciones educativas de distintas comunas de la ciudad. Se determinaron los umbrales auditivos esperables para diferentes porcentajes de la población, tanto para la población de adolescentes de 6° grado como para la población de 9° grado. Se compararon las pérdidas esperables en ambos casos y se encontró que no son estadísticamente comparables al 95 % de confianza, lo que muestra que hay un avance en la pérdida auditiva entre los adolescentes de ambos grados. Los resultados también se compararon con dos bases de datos preexistentes: la ofrecida por la Norma ISO 7029:2000 y una base real de jóvenes de 20 a 24 años de Uruguay. Los adolescentes de 9° grado presentaron mayor pérdida auditiva que la población de 20 años de la Norma ISO 7029:2000, pero menor que la de la Base B de jóvenes uruguayos de 20 a 24 años de edad.

Palabras clave: pérdida auditiva en adolescentes, umbrales auditivos, datos audiométricos, Medellín

Abstract

This work presents a reprocessing of the hearing threshold level of teenager schoolchildren in the city of Medellín, obtained in the framework of the Master's thesis in Public Health of its main author. In order to know the hearing threshold level of the group under study, a liminal tonal audiometry by air was performed on more than 400 teenagers who study in 10 educational institutions of different municipalities of the city. The expected hearing threshold levels were determined for different percentages of the groups of participants, both for the 6th grade group and for the 9th grade group. The expected hearing losses in both cases were compared; it was found that they are not statistically comparable at 95 % confidence, which shows that there is a progress of hearing loss among the teenagers of both groups. The results were also compared with two pre-existing databases: the one offered by the ISO 7029: 2000 standard and a real base of young people between 20 and 24 years of age in Uruguay.

Keywords: hearing loss in adolescents, hearing thresholds, audiometric database, Medellín

Resumo

Este trabalho apresenta um reprocessamento dos dados de limiares auditivos de adolescentes escolares da cidade de Medellín, obtidos no âmbito da dissertação de Mestrado em Saúde Coletiva de seu autor principal. Para conhecer o limiar auditivo dos grupos em estudo, foi aplicada uma audiometria tonal liminal por via aérea em mais de 400 adolescentes que estudam em 10 instituições de ensino de diferentes municípios da cidade. Os limiares auditivos esperados foram determinados para diferentes percentuais da população, tanto para a população de adolescentes do 6° ano quanto para a população do 9° ano. As perdas esperadas em ambos os casos foram comparadas e constatou-se que não são comparáveis estatisticamente a 95% de confiança, o que mostra que há um avanço da perda auditiva entre os adolescentes de ambos os graus. Os resultados também foram comparados com duas bases de dados pré-existent: a oferecida pela norma ISO 7029: 2000 e uma base real de jovens entre 20 e 24 anos no Uruguai. Os

 orcid.org/0000-0002-2827-5052

adolescentes do 9º ano apresentaram perda auditiva maior que a população de 20 anos da norma ISO 7029: 2000, mas menor que a da Base B de jovens uruguaios entre 20 e 24 anos.

Palavras chave: perda auditiva em adolescentes, limiares auditivos, banco de dados audiométricos, Medellín

1. INTRODUCCIÓN

Este análisis surge a partir del trabajo de campo realizado en el marco de la Tesis de Maestría en Salud Pública de Diana Marcela Dávila Díez y Hugo Jaime Samacá González, bajo la tutela de la Dra. Doris Cardona Arango en la Universidad CES de la ciudad de Medellín, Colombia. El objetivo de esa investigación (pero no de este artículo) estaba centrado en el análisis de la incidencia del uso de reproductores musicales en el incremento del umbral auditivo de adolescentes escolarizados de la ciudad de Medellín, para diseñar e implementar programas educativos en promoción y prevención del riesgo auditivo recreacional. En esa investigación, se realizó un estudio analítico transversal con más de 400 adolescentes de los grados 6º y 9º de 10 instituciones educativas públicas de la ciudad de Medellín, a los cuales se les aplicó un cuestionario sobre conductas de uso de los reproductores musicales. Para conocer el umbral auditivo de la población bajo estudio se aplicó una audiometría tonal liminar por vía aérea. Se trata de un examen que se realiza con aplicación de un audiómetro, equipo que sirve para medir y evaluar la audición de un individuo emitiendo sonidos a distintas frecuencias e intensidades que se ajustan con ayuda del potenciómetro graduado de que dispone. El examen requiere la colaboración del paciente y depende de su percepción, por lo que no tiene fiabilidad absoluta (Dávila y Samacá, 2018).

Las frecuencias consideradas en ese estudio fueron las frecuencias centrales de las bandas de octava normalizadas entre 250 Hz y 8000 Hz, más las frecuencias audiométricas de 1500 Hz, 3000 Hz y 6000 Hz. Para poder analizar frecuencias más elevadas se hubiera requerido contar con un audiómetro de altas frecuencias, que no se tuvo disponible al momento de realizar el trabajo de campo.

El intervalo de trabajo al realizar una audiometría es de 5 dB en el ascenso y de 10 dB en el descenso (García-Valdecasas Bernal et al., 2017). En consecuencia, los umbrales audiométricos que se informan a nivel individual son usualmente valores múltiplos de 5 y son relativos al cero audiométrico, es

decir, a la referencia estandarizada dada por el equipo adecuadamente calibrado (INSHT, 1990).

Otros estudios posibles para determinar el umbral auditivo que requieren la cooperación del individuo son la logaudiometría o audiometría verbal y la acumetría –prueba con diapasones, tanto por vía aérea como por vía ósea–; entre las pruebas objetivas –o que no requieren la cooperación del individuo en estudio–, se encuentran la impedanciometría (permite reconocer la existencia o no de discontinuidades en la propagación por vía ósea), otoemisiones acústicas (OEA, permite conocer en forma bastante rápida si el funcionamiento coclear en frecuencias de unos 1000 Hz y superiores es normal; no da información acerca de frecuencias más bajas), potenciales evocados auditivos de tronco cerebral (PEATC, se emplean para valorar la respuesta electrofisiológica de respuesta corta, 10 a 15 ms) y potenciales evocados auditivos de estado estable multifrecuenciales (PEAee, permiten estimar umbrales de audición en diferentes frecuencias) (Pinilla Urraca, 2011). Algunas de estas técnicas o combinaciones de ellas se han empleado para determinar umbrales auditivos poblacionales. Estos estudios, de tipo epidemiológico, suelen ser de mayor interés para poblaciones trabajadoras que para caracterizar el umbral de audición de una sociedad expuesta a socioacusia.

Muñoz Moreno y Pire de Batidas (1999) indagaron en torno a las diferencias a que podía conducir el uso de audiometría tonal y la determinación del reflejo estapedial con tono y ruido blanco. A partir de los resultados de un conjunto de 35 voluntarios (70 oídos), las autoras concluyen que no hay diferencias estadísticamente representativas entre los umbrales auditivos que se obtienen en forma experimental (audiometría liminar de tonos puros) y por cálculo, aplicando la fórmula de Jerger a los reflejos estapediales obtenidos tanto por señal tonal como por ruido blanco. Observaron que no había diferencias de entidad en los resultados.

Cáceres (S/A) realiza un estudio sobre el estado auditivo de trabajadores de la industria pesquera en Argentina. Se realizaron audiometrías tonales por vía aérea a 76 trabajadores, con antigüedades en sus puestos de trabajo desde menos de 5 años a más de

30. A los efectos del estudio, se agregaron 133 audiometrías provistas por la Prefectura Naval Argentina, correspondientes a trabajadores del sector. Al considerar audición normal cuando la pérdida auditiva no superó los 15 dB, se obtuvo un 23 % de la población estudiada con audición normal y un 16 % con pérdida auditiva unilateral, en tanto el 61 % restante presentó pérdida auditiva bilateral. En sus conclusiones, Cáceres (S/A) indica que la audición de los pescadores se ve afectada predominantemente por la duración de la jornada laboral, más que por los niveles de presión sonora a que están expuestos, generándoles una hipoacusia inducida por ruido “*levemente moderada*”, de acuerdo con el Método de Klockhoff. Esto quiere decir que la pérdida auditiva afecta a las frecuencias conversacionales (que para este método son las comprendidas entre 500 Hz y 4000 Hz), con una pérdida de 20 dB o más en al menos una de ellas, aunque alguna puede superar los 40 dB (que es lo que genera el uso del calificativo “*moderada*”).

Blanquicett et al. (S/A) recurren sólo a la audiometría tonal para caracterizar la salud auditiva de un conjunto de 10 trabajadores, a la hora de diseñar un plan de vigilancia epidemiológica (PVE) para la empresa en la que trabajaban.

Dávila Díez (2011) realiza un estudio sobre 54 trabajadores de una misma empresa que presentan hábito de uso de aparato individual de audio. Esto incrementa la exposición diaria a elevados niveles de presión sonora, ya que, a la exposición ocupacional, se debe adicionar esta exposición social. Cerca del 20 % de la población trabajadora juvenil estudiada presentaba niveles de audición próximos al límite del umbral correspondiente a su edad. Esto no debería llamar la atención, dado que la exposición laboral era de 8 horas a niveles de presión sonora de entre 85 dB y 95 dB, a las que debía adicionarse una hora más (en promedio) de exposición a entre 80 dB y 120 dB, lo que representaba un elevado riesgo para la salud auditiva.

Colombo y Majul (2012) aplican una encuesta y anamnesis, otoscopia, audiometría tonal y audiometría de alta frecuencia, en un estudio de audición de 26 jóvenes universitarios de ambos sexos, de entre 20 y 28 años. Las audiometrías se realizaron en cabina sonoamortiguada. Las autoras analizan dos subgrupos de casi el mismo número de integrantes, uno de ellos que presenta hábitos auditivos

potencialmente perjudiciales (13 participantes), como asistencia frecuente a lugares con música a elevada intensidad o escucha de música a alta intensidad durante 1 a 4 horas diarias; y otro grupo (12 participantes) que no presenta ese tipo de hábitos que pueden resultar perjudiciales para la salud auditiva. El caso que no se computa en ninguno de ambos grupos presenta hábitos otológicamente perjudiciales (a los hábitos de exposición social a elevados niveles de música, se suma otra fuente de exposición (laboral o social de otra índole, como hobbies que también impliquen exposición a elevados niveles de presión sonora), por lo que no se asimiló a ninguno de los dos grupos considerados. Para el grupo de jóvenes con hábitos potencialmente perjudiciales para la audición, las autoras reportan un 31 % de casos con audición normal, un 15 % con alteración auditiva unilateral y 54 % con alteración auditiva bilateral. Para el grupo que no presenta hábitos otológicamente comprometedores, el porcentaje de casos con audición normal sube a 42 %, en tanto el grupo con alteración auditiva bilateral baja a 50 %; el restante 8 % presenta alteración auditiva unilateral.

Hernández et al. (2015) realizaron un estudio con 147 docentes voluntarios de instituciones educativas de las localidades de Fontibón y Engativá, próximas al Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, Colombia. Los participantes, previo consentimiento informado, fueron objeto de una audiometría tonal liminar, una otoscopia y una encuesta aplicada en ocasión de la entrevista con el personal de la salud que realizó los estudios. Se encontró una diferencia significativa al 95 % de confianza entre los docentes hipoacúsicos de ambas localidades, lo que se atribuyó a la incidencia distinta de la fuente principal de ruido (el Aeropuerto) en ambas localidades: donde la exposición a ruido es mayor, se registró un 26 % de casos de hipoacusia, en tanto en la otra localidad, el porcentaje fue de sólo 14 %.

Anacona Narváz et al. (2016) emplean técnicas de audiometría de tonos puros, logaudiometría y otoemisiones acústicas, para analizar el estado auditivo de un conjunto de 15 disc-jockeys en Popayán, Colombia. Las autoras concluyen que ninguno de los individuos estudiados presentaba patologías o pérdida auditiva significativa.

Por su parte, Jaime Pinilla et al. (2016) se interesan en el estudio de las condiciones de audición de jóvenes de 18 a 25 años que utilizan usualmente

Reproductores de Audio Digital (RAD). Aunque el grupo preseleccionado incluía inicialmente muchos más participantes, trabajan con 54 jóvenes de entre 18 y 25 años, con hábito de uso de auriculares durante al menos 1 hora diaria y por un período no inferior a 1 año, con timpanograma tipo A, integridad de oído externo y medio, sin antecedentes otológicos personales ni familiares, sin taponos de cerumen, sin estado gripal activo y cuyo audiograma no indicara presencia de hipoacusia conductiva o mixta. Además de la encuesta y anamnesis usuales en este tipo de estudios, las autoras aplicaron varias técnicas cuantitativas, a saber: audiometría tonal liminar por vía aérea; inmitancia acústica (impedanciometría) para determinar la funcionalidad del oído medio; y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD), para evaluar el funcionamiento de la cóclea en frecuencias específicas. Las audiometrías tonales consideraron las frecuencias de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz. En todos los casos resultaron normales para ambos oídos. En el 76 % de los casos se obtuvieron OEAPD, en tanto el 24 % de los casos obtuvo OEAPD ausentes en las frecuencias de 6000 Hz y 8000 Hz.

En 2018, Dávila y Samacá realizan un estudio en adolescentes de la ciudad de Medellín, con el objetivo de relacionar su pérdida auditiva con sus hábitos de higiene auditiva. Se trata del estudio mencionado al inicio de esta sección, cuyos datos se reprocesan en este artículo. Se realizaron más de 400 audiometrías liminares por vía aérea, encuesta y otoscopia, a un conjunto de adolescentes de 6° grado y a otro de 9° grado. Los autores observan que hay una elevación del umbral auditivo entre los dos grupos, al pasar de 6° a 9° grado, lo que estaría dando cuenta de la necesidad de tomar medidas tempranas de prevención para promover hábitos que sean otológicamente más saludables en niños y adolescentes. Además, concluyen que el uso de reproductores musicales a un nivel mayor a 85 dB por más de dos horas al día, representa un problema significativo para la salud auditiva de los adolescentes de la ciudad de Medellín. Lagos Riveros et al. (2020) presentan una revisión bibliográfica acerca de estudios referentes a pérdida auditiva en adolescentes, debido a la exposición a ruido de ocio (es decir, exposición social o voluntaria). Se consideraron los estudios publicados en los últimos 15 años, que se refirieran exclusivamente a

evidencias entre la pérdida auditiva y la exposición social a elevados niveles de presión sonora (exposición voluntaria, en general a música a alto volumen). De acuerdo con los autores, el umbral de riesgo para la pérdida auditiva está dada por la exposición a 80 dB durante 8 horas diarias, que equivale a una exposición a 102 dB durante 3 minutos. Recopilaron 14 estudios, de los que uno fue realizado en México, uno en Singapur, otro en Alemania y cuatro en Argentina (vale acotar que se trata de los estudios realizados en Córdoba por el equipo del CINTRA, liderado por los referentes regionales en la temática Ing. M. Serra y Lic. E. Biassoni). En general los estudios aplicaron audiometrías de tonos puros, audiometrías de alta frecuencia, otoemisiones acústicas y OEAPD. Sólo algunos de los estudios encontraron evidencia de deterioro auditivo debido a la exposición social de los adolescentes a elevados niveles sonoros.

Los estudios tendientes a determinar los umbrales auditivos de una población debidos al envejecimiento y a su estilo de vida, es decir, a su pérdida auditiva por socioacusia, son bastante menos frecuentes.

Un estudio particularmente remarcable es el realizado por Rodríguez Valiente (2015) en su Tesis Doctoral de la Universidad Autónoma de Madrid. Con el objetivo de generar una base audiométrica actualizada representativa de la población española, que pudiera ser empleada como referencia en lugar de la base provista por la ISO 7029:2000, el autor realiza estudios a 1175 individuos que habitan en el Área Noroeste de la Comunidad de Madrid y que, por sus características socioeconómicas y de hábitat, puede considerarse representativa no sólo de toda la población madrileña sino también de toda la población española. La muestra con que trabajó estuvo compuesta por 587 mujeres y 588 hombres, de edades comprendidas entre 3 y 90 años. Se realizaron audiometrías tonales liminares por vía aérea y también audiometrías de alta frecuencia, todas ellas en cabina sonoamortiguada. El autor publica sus resultados como valores de media, mediana y varios niveles percentiles de cada franja etaria, tanto para franjas de 10 años de amplitud como de 5 años (a menos de la franja etaria de 5 a 19 años, que se trata como un grupo único). Obtenidos los resultados, se aplicaron varias pruebas estadísticas a la base audiométrica obtenida. Se concluyó que la base española presentaba mayor pérdida auditiva (o umbrales auditivos más

elevados) que la base proporcionada por la ISO 7029:2000 en las frecuencias de 125 Hz a 8000 Hz, aunque mejores valores (es decir, umbrales más bajos) en las frecuencias de 10.000 Hz a 18.000 Hz, especialmente en 12.500 Hz y 16.000 Hz. El grupo de 5 a 19 años mostró resultados peores que el grupo de 20 a 29 años, tanto en las frecuencias audiométricas usuales como en la audiometría de altas frecuencias. En Latinoamérica no se encontraron demasiados estudios recientes similares al de Rodríguez Valiente, a menos de un par de trabajos mucho más acotados en Uruguay (González Fernández, 2008; González y Perona, 2020). En el primer caso, se presenta un estudio de población uruguaya de diferentes franjas etarias y en el segundo, se hace un mayor énfasis en la población de 18 a 25 años de edad, para la que se logra obtener umbrales auditivos con una precisión de ± 1 dB, trabajando con una muestra de conveniencia de estudiantes universitarios.

1 POBLACIÓN BAJO ESTUDIO

En el estudio de Dávila y Samacá (2018), la población objetivo era el conjunto de adolescentes de los grados 6° y 9° de las 300 sedes educativas públicas de la ciudad de Medellín adscritas a la Estrategia Cultural del Cuidado en el Entorno Educativo, de la Secretaría de Salud. Se trabajó con estudiantes de 10 instituciones educativas, en cada una de las cuales se eligieron 40 estudiantes, 20 de 6° grado y 20 de 9° grado respectivamente, a los que se solicitó el asentimiento informado propio y el asentimiento informado de los padres de familia (ver Figura 1).

Se excluyeron aquellos estudiantes que no desearon participar, al igual que aquellos cuyos padres no firmaron el consentimiento informado, quienes al momento de la encuesta tenían signos clínicos visibles de consumo de drogas, aquellos que no diligenciaron adecuadamente el formato de encuesta, quienes expresaron no tener como hábito o hobby la utilización de reproductores musicales y los que, de acuerdo con la valoración realizada por el psicólogo, no cumplieron con las condiciones necesarias de entendimiento, razonamiento y lógica para participar en el estudio, determinado a través de un cuestionario de 30 preguntas que fue aplicado de manera dirigida (Figura 2). Luego, los participantes aptos pasaron a la realización de una audiometría de tonos puros.



ASENTIMIENTO INFORMADO (Menores de edad)

Nombre y Apellido completo del adolescente		No de Teléfono.....
No. de identificación		Edad.....
Institución Educativa		
Grado y Grupo Escolar		
Comuna	Barrio	Estrato.....

Título de la Investigación:
DISMINUCIÓN EN LA AGUDEZA AUDITIVA INDUCIDO POR LA UTILIZACIÓN DE REPRODUCTORES MUSICALES DE INSERCIÓN EN JÓVENES ESCOLARIZADOS DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN EN EL AÑO 2017.

Explicación De La Investigación

El objetivo es determinar el efecto del uso de los reproductores musicales con audífonos de inserción, en la agudeza auditiva de los jóvenes escolarizados en los grados sextos y novenos, de la Estrategia Cultural Del Cuidado En El Entorno Educativo, en la ciudad de Medellín, en el año 2017; con el fin de generar conocimientos y en mediano plazo diseñar e implementar programas educativos en promoción y prevención del riesgo auditivo recreacional.

Los investigadores, me han informado que he sido seleccionada(o) para participar en la investigación, me han informado que mi participación en el estudio incluye contestar algunas preguntas (cuestionario) sobre información personal, mi percepción sobre mi estado salud y la utilización de los reproductores portátiles musicales. Así mismo será beneficiado con una valoración audiométrica que determinará mi salud auditiva.

¿Con quiénes se realiza?: Con jóvenes escolarizados de los grados Sextos y Novenos de la ciudad de Medellín.

¿Me van a pagar?: La participación en la investigación es voluntaria y no implica ninguna remuneración económica.

¿Tengo algún riesgo?: La participación en el encuentro no representa para usted ningún tipo de riesgo. Si llegas a sentir algún malestar o incomodidad durante la investigación, los investigadores estarán atentos para brindarte la atención que requieras.

Este procedimiento de asentimiento informado está ajustado a las normas de ética médica vigentes en Colombia y a la aprobación del Comité de Ética Institucional para la Investigación en Humanos de la Universidad CES



ASENTIMIENTO INFORMADO

¿Qué derechos tengo?: La participación en este estudio es completamente voluntaria. Tienes la plena libertad para no responder las preguntas que te sean formuladas y para dejar de participar cuando así lo desees.

¿Y qué pasa con mi información?: Los responsables de la investigación se comprometen a no revelar tu nombre ni otra información personal que permita tu identificación. La información suministrada solo se utilizará para fines del estudio. Toda la información se manejará de manera anónima.

Es importante presentar como garantía que tienes toda la autonomía para retirarte en el momento que lo consideres conveniente, garantizando que nadie puede enojarse o enfadarse contigo por esta decisión. Recuerda, que durante el desarrollo de la encuesta los temas a tratar son sobre alguna información personal, tu percepción sobre el estado salud y la utilización de los reproductores portátiles musicales. Por tanto, no hay preguntas correctas (buenas) ni incorrectas (malas).

Aceptación.

Nombre y apellido (en letra clara)		No. de identificación		Firma o huella
Ciudad	Medellín	Mes	Julio	Día
				Año
				2017

NOTA: ESTE DOCUMENTO ACOMPAÑA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO FIRMADO POR EL REPRESENTANTE LEGAL DEL PARTICIPANTE.

SU FIRMA O HUELLA DIGITAL INDICA QUE USTED HA DECIDIDO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN ESTE ESTUDIO, HABIENDO LEÍDO O ESCUCHADO LA INFORMACIÓN ANTERIOR. ASÍ MISMO EN CUALQUIER MOMENTO SE PUEDE NEGAR A PARTICIPAR, SIN QUE POR ELLO LO SANCIONEN.

Nombre y Apellido del testigo	No de Cedula de Ciudadanía	Firma
Cargo		

PERSONAS A CONTACTAR: Los investigadores se comprometen a aclarar oportunamente cualquier duda sobre el estudio. Para tal fin puedes comunicarte con Diana Marcela Dávila Díez, dmarcedd@gmail.com o Hugo Jaime Samacá González, hugos132@gmail.com

Firma del Investigador	
Diana Marcela Dávila Díez CC 43.996.840	Hugo Jaime Samacá González CC 98.522.153

Damos fe que toda la información consignada en este documento es veraz y asumimos la responsabilidad por los compromisos adquiridos. Así mismo dejamos constancia que la copia de este documento ha sido entregada al participante, con las firmas correspondientes.

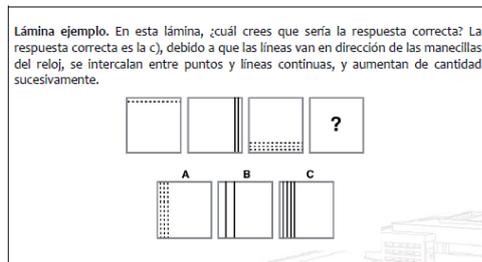
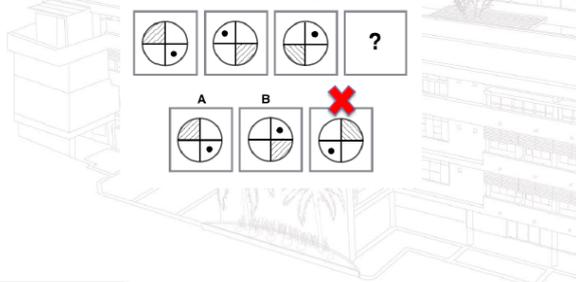
Muchas gracias por su valiosa participación!!

Este procedimiento de asentimiento informado está ajustado a las normas de ética médica vigentes en Colombia y a la aprobación del Comité de Ética Institucional para la Investigación en Humanos de la Universidad CES

Figura 1. Formato de asentimiento informado para los voluntarios que participaron en el estudio

Instrucción 2:

A continuación, encontrarás una secuencia de figuras que tienen un orden establecido, lo que debes hacer es descubrir cuál es el orden que siguen las fichas y elegir la opción correcta.

**Lámina 1.**

www.ces.edu.co Calle 10A No. 22-04 A.A. 054 591 Computador 444 95 55 Fax 266 80 46 NIT 890.984.002-6 Medellín / Colombia

Figura 2. Una de las páginas del cuestionario para adolescentes de 13 a 17 años

Tanto la aplicación de los cuestionarios como las audiometrías fueron realizadas por profesional competente. Todos los estudios se realizaron en los primeros 90 minutos de la jornada escolar, por lo que se asume que el reposo auditivo previo, sin poder asegurar que fuera el óptimo, se considera razonable. Tuvieron lugar en los locales escolares, en salas silenciosas elegidas a tal fin.

La población escolarizada de adolescentes de 6° y 9° grados en instituciones de la ciudad de Medellín se estimaba en 2016 en 58.253, en tanto los adolescentes escolarizados de entre 11 y 17 años eran aproximadamente 170.315 en ese mismo año (Alcaldía de Medellín, 2010).

Si se asume que la pérdida auditiva se distribuye de acuerdo a una distribución normal, entonces para un nivel de confianza estadística de 95 %, es posible representar la población total con 383 datos representativos y obtener un porcentaje de error del 5 %. Dado que en el estudio participaron 407 adolescentes de diferentes comunas de la ciudad de Medellín, con el conjunto de audiometrías disponibles se podría obtener resultados que diferirían en no más del 5 % de los que se obtendrían si se midiera el

umbral audiométrico del total de la población de esa franja etaria.

Estrictamente el error que finalmente se obtenga dependerá de la varianza de los datos experimentales, como se puede ver en la Tabla 1 en que se presentan los resultados obtenidos considerando todos los datos en conjunto.

Tabla 1. Resultados considerando la totalidad de las audiometrías

f (Hz)	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	398	399	397	195	397	399	399	399	253
Pérdida media (dB)	12	12	11	11	8	6	6	5	4
Desv. Estándar (dB)	5,6	4,9	4,9	4,8	4,9	5,6	6,1	6,3	5,4
Error (%)	5	4	5	6	6	10	12	13	22
Tolerancia (dB)	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1

En principio el poder alcanzar errores inferiores al 10 % para pérdidas que en los peores casos alcanzan los 12 dB redonda en resultados confiables y aprovechables, al tratarse de valores con tolerancias de ±1 dB.

2 PROCESAMIENTO BÁSICO

El procesamiento tiende a obtener una base audiométrica tipo “B” de acuerdo con la nomenclatura de ISO (2013) es relativamente simple, más allá de que luego debe establecerse el error y la tolerancia del resultado: para las fichas audiométricas (es decir, para las audiometrías) válidas se construyen las curvas de excedencia de modo de determinar qué pérdida -por lo menos- se espera que presente un cierto porcentaje de la población bajo estudio (González Fernández, 2008).

El primer paso es verificar la normalidad de las series con las que se trabajará. Ésta se ha verificado aplicando la prueba de D’Agostino, que es una prueba potente y de sencilla aplicación (Martínez Luaces, 1995). Las series de datos obtenidas para cada frecuencia y para cada subconjunto de audiometrías resultaron ser no normales.

El tamaño muestral y la tolerancia se obtienen aplicando las fórmulas usuales a partir del valor medio, la varianza y el error admisible, a saber:

$$\text{Tamaño muestral} = \left(\frac{1,96 \times \bar{x} \times \text{error}}{\sigma^2} \right)^2$$

$$\text{Tolerancia} = (\text{error} \times \bar{x})$$

La tolerancia es un cierto porcentaje del promedio de todos los valores de la categoría con la que se trabaja. Ese porcentaje debe estar acorde con el objetivo que se busca y con el error aceptable.

En el análisis que se reporta a continuación se consideraron 399 de las fichas obtenidas, correspondientes a población escolarizada de entre 11 y 17 años de la ciudad de Medellín, Colombia. Las 8 restantes se descartaron por tratarse de participantes extra-edad (18 o 19 años).

Se determinaron los umbrales auditivos con relación al cero audiométrico en las frecuencias de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz; en algunas de las audiometrías no estaban disponibles los datos en todas las frecuencias pero de todos modos se utilizó la información de las bandas informadas.

Como lo usual es presentar estos resultados en términos de la pérdida mínima que experimentaría un cierto porcentaje de la población (ISO, 2000; ISO, 2013), la información se presenta de esa forma en la Tabla 2.

Tabla 2. Pérdida auditiva mínima esperable, según porcentajes de la población bajo estudio

	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
95 %	2	3	2	2	0	0	0	0	0
90 %	5	5	4	5	1	0	0	0	0
75 %	8	8	7	7	4	2	1	1	0
50 %	12	11	10	11	8	5	4	4	3
25 %	17	15	14	14	12	9	9	9	7
10 %	21	19	18	18	15	14	14	14	11
5 %	23	21	20	21	18	17	17	17	14

Allí se observa cuál es la pérdida mínima que se espera que experimente el 95 % de la población, el 90 %, etc., o lo que es lo mismo, la tabla puede leerse así: se espera que el 90 % de la población bajo estudio pierda por lo menos 1 dB en 2000 Hz, pero el 50 % de la población perderá por lo menos 8 dB y el 10 %, no menos de 15 dB en esa frecuencia audiométrica.

3 COMPARACIÓN SEGÚN USO DE REPRODUCTOR MUSICAL

Se hicieron dos análisis comparativos, tomando por un lado la población total que usa auriculares y por otro la que no los usa.

Los datos válidos y los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Umbrales auditivos de la población que usa auriculares

f (Hz)	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	363	364	362	174	362	364	364	364	224
Pérdida media (dB)	13	12	11	11	8	6	6	5	4
Desv. Estándar (dB)	5,5	4,9	4,9	4,9	4,9	5,7	6,1	6,4	5,5
Error (%)	5	4	5	7	6	9	11	12	20
Tolerancia (dB)	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1

Tabla 4. Pérdida auditiva mínima esperable en la población que usa auriculares, según porcentajes

	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
95 %	2	3	2	5	0	0	0	0	0
90 %	3	5	3	6	1	0	0	0	0
75 %	7	7	6	8	3	1	1	1	0
50 %	11	11	10	11	7	5	4	4	3
25 %	16	14	13	15	10	9	8	8	7
10 %	20	18	16	19	14	13	13	13	12
5 %	23	20	19	22	16	16	16	17	15

La cantidad de casos de adolescentes que no usan reproductor musical es escaso (sólo 28 casos) por lo que los resultados están afectados de un error considerablemente mayor, como puede verse en la Tabla 5. Sin embargo, en algunas frecuencias audiométricas, como 1000 Hz y 1500 Hz, los resultados tienen interés por lograrse tolerancias y errores razonables.

Tabla 5. Umbrales auditivos de la población que no usa auriculares

f (Hz)	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	28	28	28	16	28	28	28	28	23
Pérdida media (dB)	12	11	10	10	7	5	4	4	2
Desv. Estándar (dB)	6,1	4,8	3,9	2,7	4,8	3,5	3,9	4,3	3,0
Error (%)	19	16	14	12	25	26	35	45	78
Tolerancia (dB)	± 7	± 4	± 2	± 1	± 6	± 3	± 5	± 8	± 7

Se aplicó la prueba estadística de diferencias entre pares de Wilcoxon (Sachs, 1981) para comparar las pérdidas esperables para diferentes porcentajes de la población que usa reproductor musical y de la que no lo usa.

En cuanto a las curvas de excedencia, no se pudo demostrar que exista una diferencia estadísticamente significativa entre las pérdidas esperables para entre el 10 % y el 75 % de la población. Sin embargo, las curvas correspondientes al 80 % y 85 % de la población (las personas con menor nivel de pérdida auditiva dentro de la muestra) resultaron estadísticamente diferentes al 95 % de confianza.

En lo que tiene que ver con el análisis por frecuencias, se rechazó la hipótesis nula al comparar en todos los casos excepto en las frecuencias audiométricas de 2000 Hz, 3000 Hz y 4000 Hz, en las que no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las pérdidas constatadas para las dos poblaciones bajo estudio.

Siendo que se trata de las frecuencias en las cuales se instala la pérdida auditiva, es un hallazgo relevante más allá de que se constaten diferencias al 95 % de confianza en las frecuencias más bajas y más altas que las mencionadas. Sin perder de vista que el número de adolescentes que no usan reproductor musical es pequeño -y en consecuencia sus resultados están afectados de mayor error-, el resultado de estas pruebas estadísticas no debería desestimarse.

4 COMPARACIÓN SEGÚN GRADO ESCOLAR

Se compararon las poblaciones de adolescentes de 6° grado y de 9° grado, para conocer si sus umbrales auditivos acusan diferencias estadísticamente significativas al 95 % de confianza. Así, en primer término se determinaron los umbrales auditivos para cada uno de esos subconjuntos, los que se presentan en las Tablas 6 a 9.

Tabla 6. Umbrales auditivos de adolescentes de 6° Grado

f (Hz)	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	203	204	202	102	202	204	204	204	134
Pérdida media (dB)	11	10	9	9	6	5	4	4	2
Desv. Estándar (dB)	5,6	4,5	4,5	4,3	4,9	5,5	5,8	5,7	3,8
Error (%)	7	6	6	9	10	15	18	19	32
Tolerancia (dB)	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1

Tabla 7. Pérdida auditiva mínima esperable, según porcentajes de la población de 6° Grado

	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
95 %	1	5	1	1	0	0	0	0	0
90 %	3	5	3	2	0	0	0	0	0
75 %	6	7	6	6	3	1	0	0	0
50 %	10	10	9	9	6	4	3	3	2
25 %	15	14	12	13	9	8	7	7	4
10 %	20	17	15	15	13	12	12	12	8
5 %	22	20	18	19	16	16	15	14	10

Luego se aplicó nuevamente la prueba de Wilcoxon de diferencias entre pares.

Tabla 8. Umbrales auditivos de adolescentes de 9° Grado

f (Hz)	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	192	192	192	91	192	192	192	192	116
Pérdida media (dB)	12	12	11	11	8	7	5	6	4
Desv. Estándar (dB)	5,6	4,4	4,6	4,0	4,1	5,2	5,8	6,5	5,5
Error (%)	6	5	5	7	8	13	15	16	21
Tolerancia (dB)	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1

Tabla 9. Pérdida auditiva mínima esperable, según porcentajes de la población de 9° Grado

	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
95 %	2	5	3	3	0	0	0	0	0
90 %	4	6	5	5	1	0	0	0	0
75 %	8	8	7	7	5	2	1	1	0
50 %	12	12	11	11	8	6	4	4	3
25 %	17	15	14	14	11	9	9	9	7
10 %	21	19	18	17	14	14	14	15	13
5 %	23	21	20	20	16	17	17	18	18

En este caso, al comparar la mínima pérdida esperable para diferentes porcentajes de las dos subpoblaciones, resultaron en todos los casos diferentes al 95 % de confianza. Lo mismo ocurrió al comparar los resultados según frecuencias audiométricas, dejando en evidencia que las poblaciones de adolescentes de 6° y de 9° grado tienen umbrales auditivos disjuntos al 95 % de confianza.

Este resultado es relevante pues muestra que, en el caso analizado, los umbrales auditivos se modifican (empeoran) en los 3 años que median entre 6° y 9° grados escolares.

5 COMPARACIÓN CON OTRAS BASES AUDIOMÉTRICAS

Por último, se comparó el estado auditivo de la población de 9° grado con dos bases de datos de referencia: la base de la Norma ISO 7029:2000 (ISO, 2000) para jóvenes de 20 años de edad y la base de población juvenil uruguaya de entre 18 y 24 años de edad.

La base de datos de la Norma ISO 7029:2000 es una base de datos tipo "A", es decir, obtenida por cálculo suponiendo que se trabaja con una población ideal, otológicamente apantallada y no expuesta ni a drogas ototóxicas ni a socioacusia (ISO, 2000).

Para comparar con la base de la Norma ISO 7029:2000, se tomó el promedio de la pérdida de hombres y de mujeres de 20 años de edad. Los valores de comparación son los que se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Pérdida auditiva mínima esperable según porcentajes de la población de 20 años de edad, de acuerdo a ISO 7029:2000

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
90 %	-7	-6	-6	-7	-8	-8	-10	-11
50 %	0	0	0	0	0	0	0	0
10 %	9	8	8	9	10	11	12	14

De la comparación a través de la prueba de diferencias entre pares de Wilcoxon resultó que para los tres porcentajes de población considerados (10 %, 50 % y 90 %) la pérdida de los estudiantes de 9° grado resultó ser mayor que la de la población teórica de 20 años presentada por la citada norma ISO. Este mismo resultado fue reportado por Rodríguez Valiente (2015) cuando trabajó con población de entre 3 y 19 años.

Si bien la población representada por la Norma ISO 7029:2000 presenta un estado de salud auditiva ideal, es también una población de mayor edad, por lo que este resultado abre una ventana de alerta, ya que o bien se requiere desarrollar una base de datos diferentes a la que ofrece la ISO 7029:2000 para los casos de individuos más jóvenes, o podría haber un problema de comprensión de la prueba por parte de los participantes, o bien la situación amerita tomar medidas de precaución tan pronto como sea posible para evitar que la pérdida auditiva se instale a temprana edad en los adolescentes.

La última de las comparaciones se realizó contra la Base B de población uruguaya de entre 20 y 24 años de edad reportada por González y Perona (2020). Los datos característicos de esa población se presentan en las tablas 11 y 12.

Esa base fue desarrollada experimentalmente en el Departamento de Ingeniería Ambiental del IMFIA (Facultad de Ingeniería – Udelar) a partir de casi 500 fichas audiométricas de población juvenil de esa franja etaria. Su característica más remarcable es que presenta un error de ± 1 dB en todas las frecuencias audiométricas consideradas, entre 250 Hz y 8000 Hz.

Tabla 11. Umbrales auditivos de jóvenes montevidianos de entre 20 y 24 años de edad

f (Hz)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Datos válidos	415	499	499	499	233	499	233	499
Pérdida media (dB)	12	12	10	8	7	7	16	10
Desv. Estándar (dB)	8,0	7,7	6,5	6,6	5,3	7,3	9,1	9,2
Error (%)	6	6	6	7	10	10	7	8
Tolerancia (dB)	± 1							

Tabla 12. Pérdida auditiva mínima esperable, según porcentajes de la población juvenil montevideana de entre 20 y 24 años

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
95 %	0	0	0	0	-2	-4	0	-3
90 %	1	1	1	0	0	-3	4	0
75 %	6	6	5	3	3	1	9	4
50 %	11	11	9	8	7	6	16	9
25 %	17	17	14	12	11	11	23	15
10 %	24	19	19	17	15	16	30	22
5 %	27	23	22	20	18	21	33	25

Al aplicar la prueba de pares de Wilcoxon (Sachs, 1980) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los porcentajes de personas que acusan las menores pérdidas auditivas, hasta llegar al 50 % de la población, pero las pérdidas de los percentiles que experimentan mayor pérdida no resultaron comparables.

En cuanto a frecuencias, se aceptó la hipótesis nula en las frecuencias audiométricas de 250 Hz, 500 Hz y 2000 Hz y se rechazó en las restantes, mostrando un comportamiento heterogéneo que no aparenta tener una explicación sencilla. En las frecuencias de 250 Hz y 500 Hz podría estar relacionado con diferencias en la composición del ruido de fondo de los locales en que se realizaron las audiometrías, ya que en ninguno de los dos estudios fue posible utilizar cabina sonoamortiguada: se recurrió a espacios relativamente silenciosos, dentro de las posibilidades disponibles en cada caso.

Como aspecto más rescatable se observó que, si bien la población de estudiantes de 9° grado de enseñanza de Medellín tiene un umbral auditivo en general más elevado que la población teórica de 20 años que maneja la Norma ISO 7029:2000, éste es inferior al de una población real latinoamericana, también de 20 años.

6 CONCLUSIONES

Se ha presentado un análisis estadístico del estado de salud auditiva de población estudiantil adolescente de la ciudad de Medellín, Colombia.

Se determinaron los umbrales auditivos esperables para diferentes porcentajes de la población estudiada, compuesta por más de 400 fichas audiométricas de estudiantes de 6° grado y de 9° grado.

Se compararon las pérdidas esperables en ambos casos y se encontró que no son estadísticamente

comparables al 95 % de confianza, lo que muestra que hay un avance en la pérdida auditiva entre los adolescentes de ambos grados.

Los resultados obtenidos se compararon también con una población de referencia ofrecida por la Norma ISO 7029:2000 y, si bien se trata de una base de datos teórica, que corresponde a una población ideal, otológicamente sana y apantallada, se encontró que los adolescentes de 9° grado experimentan mayor pérdida auditiva que la población de 20 años de dicha base. Un resultado similar había sido obtenido por Rodríguez Valiente (2015), al estudiar una base audiométrica de población española.

Por último se comparó con la base audiométrica correspondiente a una población real de jóvenes de entre 20 y 24 años de la ciudad de Montevideo y se determinó que la pérdida de los adolescentes de 9° grado es inferior a la de dicha población, lo que concuerda con lo esperable, dado que se trata de una población real de mayor edad.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Prof. Dra. Doris Cardona Arango, Orientadora de la Tesis de Maestría en Salud Pública por la Universidad CES de Marcela Dávila Díez y Hugo Jaime Samacá.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Medellín, Departamento Administrativo de Planeación, DANE. Resultados Convenio Interadministrativo DANE-Municipio de Medellín. *Perfil Sociodemográfico 2005 – 2015 Total Medellín. Primera edición.* Agosto 2010.
- Anacona Narváez, Lilián Socorro; Gonzáles Losada, Nancy Cristina; Vela Polindara, Paola Andrea. *Caracterización del estado auditivo y condición de exposición a ruido de 15 discjockey de la ciudad de Popayán – Cauca.* Facultad de Ciencias de la Salud, Especialización de Audiología, Corporación Universitaria Iberoamericana. Bogotá, Colombia, Febrero, 2016.
- Blanquicett Pineda, Olga Cecilia; Pino Barona, Elizabeth Cristina; Pineda Montoya, Luz Adriana (S/A). *Diseño de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica para la Conservación Auditiva de los trabajadores de la Empresa Serviaseamos S.A.* Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia.
- Cáceres, Julieta Ileana (S/A). *La audición de los trabajadores de la industria pesquera.* Serie I, Tomo 2, Capítulo 11, pp. 303-397, Argentina.
- Colombo, Marina; Majul, Luciana (2012). *Resultados de estudios audiométricos y hábitos auditivos en jóvenes universitarios.* Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario, Rosario – Argentina, 2012.
- Dávila Díez, Diana Marcela (2011). *Uso de los reproductores auditivos de inserción factor de riesgo extralaboral en población joven laboralmente expuesta al ruido.* Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de la Salud Ocupacional. Facultad de Medicina, Universidad CES. Medellín, Colombia, 2011.
- Dávila Díez, Diana Marcela; Samacá González, Hugo Jaime (2018). *Disminución en la agudeza auditiva inducido por la utilización de reproductores musicales de inserción en jóvenes escolarizados de la ciudad de Medellín en el año 2017.* Observatorio de la Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad CES. Medellín, Colombia, 2018.
- García-Valdecasas Bernal, Juan; Cardenete Muñoz, Gabriel; Zenker Castro, Franz (2017). *Guía de Práctica Clínica. Audiometría Tonal por vía aérea y ósea con y sin enmascaramiento.* Asociación Española de Audiología. *Auditio: Revista electrónica de audiología.* 1 Abril 2017, vol. 4(3), pp. 74-87.
- González, Alice Elizabeth; Perona, Domingo Hugo (2020). Base de datos audiométricos de población juvenil de Montevideo, Uruguay. *Revista ECOS*, V.1, N° 1, pp.42-48. Montevideo, junio 2020.
- González Fernández, Alice Elizabeth (2008). *Valoración epidemiológica del umbral auditivo de la población adulta uruguaya,* en: Seminario Internacional en Ruido Ambiental, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de San Buenaventura–Medellín, Corantioquia. pp. 21-33. ISBN: 978-958-44-3029-8. Medellín, marzo 2008.
- Hernández, Luis; Quiroz, Leonardo; Corredor, Carolay; Rico, Viviana; Rugeles, Claudia; Deluque, Dayana; Medina, Katalina; Sarmiento, Rodrigo (2015). Efectos auditivos y extraauditivos por exposición al ruido ambiental en docentes de las localidades de Fontibón y Engativá. Bogotá, D. C., 2010. *Revista Investigaciones en Seguridad Social y Salud,*

- Enero-junio de 2015, volumen 17, número 1, pp.55-66.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1990). NTP 284: *Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea*. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. 7 pp., 1990.
- International Standard Organization. *ISO 1999:2013 Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss*. Tercera edición. Suiza: ISO; 2013.
- International Standard Organization. *ISO Standard 7029:2000. Acoustics - Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age*. Suiza: ISO, 2000.
- Jaime Pinilla, Ayda Yaneth; Flechas Castro, Carolina; Garzón Velandia, Sandra Liliana (2016). *Estado Auditivo de jóvenes usuarios de Reproductores de Audio Digital (RAD) Basados Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión*. Facultad de Ciencias de la Salud, Especialización de Audiología, Corporación Universitaria Iberoamericana. Bogotá, Colombia, Septiembre, 2016.
- Lagos Riveros, Gabriel; Arévalo Prieto, Valentina; Monsálvez Bórquez, Katherynne; Pereira Montecinos, Muriel (2020). Pérdida auditiva inducida por ruido recreativo en adolescentes. Revisión de literatura. *Horizonte sanitario* Vol. 19, N° 2, mayo - agosto 2020, pp.185-194, México. <http://revistas.ujat.mx/index.php/horizonte>
DOI: 10.19136/hs.a19n2.3344
- Martínez Luaces, Víctor (1995). *Tratamiento estadístico de datos ambientales*. GUEIQA, Facultad de Química, UdelaR. 86 pp., 1995.
- Muñoz Moreno, Lilian Mercedes; Pire de Bastidas, Beila (1999). *Determinación del umbral auditivo a través del Reflejo Estapedial con tono y ruido blanco. Servicio de Foniatría. Hospital "Antonio María Pineda". Barquisimeto. 1996 – 1997*. Boletín Médico de Postgrado. Vol. XV N°. 3 Julio-Septiembre. 1999 UCLA. Decanato de Medicina. Barquisimeto, Venezuela.
- Pinilla Urraca, M. (2011). Uso racional de las pruebas diagnósticas. Evaluación de la Audición. *Form. Act. Pediatr. Aten. Prim.* 2011; 4(3):187-193.
- Rodríguez Valiente, Antonio (2015). *Determinación de los umbrales de audición en la población española. Patrones de normalidad de la totalidad del espectro auditivo humano*. Tesis Doctoral. Servicio de Otorrinolaringología, Departamento de Cirugía, Hospital Universitario Puerta de Hierro – Majadahonda. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, 2015.
- Sachs, Lothar. *Estadística Aplicada*. Editorial Labor. 567 pp. 1978.