

**ESTADO AUDITIVO DE JOVENES USUARIOS DE REPRODUCTORES DE AUDIO
DIGITAL (RAD) BASADOS AUDIOMETRIA TONAL Y OTOEMISIONES
ACÚSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN**

AYDA YANNETH JAIME PINILLA

CAROLINA FLECHAS CASTRO

SANDRA LILIANA GARZÓN VELANDIA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGIA

BOGOTA D.C

SEPTIEMBRE DE 2016.

**ESTADO AUDITIVO DE JOVENES USUARIOS DE REPRODUCTORES DE AUDIO
DIGITAL (RAD) BASADOS AUDIOMETRIA TONAL Y OTOEMISIONES
ACÚSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN**

AYDA YANETH JAIME PINILLA

CAROLINA FLECHAS CASTRO

SANDRA LILIANA GARZÓN VELANDIA

DOCENTE ASESOR

ADA MERCEDES UJUETA GUERRA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGIA

BOGOTÁ D.C

SEPTIEMBRE DE 2016.

Contenido

1. Problema de investigación.....	6
1.1 Pregunta de investigación.....	7
1.2 Objetivo general.....	7
1.3 Objetivo específicos.....	7
1.4 Justificación.....	8
2. Marco Teórico.....	11
2.1 Estado del arte.....	11
2.2 Referentes teóricos.....	22
2.2.1 Sistema auditivo.....	22
2.2.2 Fisiología auditiva.....	26
2.2.3 Pérdida auditiva.....	29
2.2.4 Otoemisiones acústicas (OEA).....	31
2.3 Hipoacusia inducida por ruido.....	36
3. Metodología.....	39
3.2 Caracterización de población.....	39
3.2.2. Factores excluyentes.....	40
3.3 Procedimiento.....	41
3.4 Técnicas para recolección de Información.....	43
3.4.1 Instrumentos para exámenes Auditivos.....	44
4.1 Indicadores.....	46
8. Bibliografía.....	61
ANEXO I CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	64

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso de dispositivos de escucha personales, tales como reproductores mp3 y teléfonos móviles con música, se han vuelto más populares, sobre todo en los adolescentes y los jóvenes. De acuerdo con diferentes como el realizado por (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012) el uso de estos dispositivos deja como consecuencia una pérdida auditiva que varía según el tiempo de exposición, la intensidad y de las características de cada persona. Es importante anotar, que la pérdida auditiva es considerada una enfermedad silenciosa que no es percibida por el individuo, por lo que se pierde tiempo valioso para su prevención, diagnóstico, e intervención oportuna.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) mencionan que cerca de 1100 millones de jóvenes de todo el mundo están en riesgo de sufrir pérdida de audición debido a prácticas auditivas perjudiciales por el uso prolongado de estos reproductores de audio.

Colombia no es ajena a esta problemática, en un estudio realizado por (Chaves Peñaranda, 2010), refieren que muchos jóvenes son considerados como población vulnerable debido al uso reproductores de audio digital (RAD).

Ahora bien, es importante mencionar que, aunque Colombia ha avanzado en el tema, aún no se cuenta con todas las herramientas para diagnosticar a tiempo la pérdida de la audición. Generalmente en el país se aplica la prueba de audiometría tonal que determina el estado auditivo, pero esta no permite ver completamente la funcionalidad de todas las células de la cóclea.

Por tal motivo, se considera de vital importancia hacer uso de otras pruebas como las Otoemisiones Producto de Distorsión, para complementar los diagnósticos y así lograr identificar de manera más exacta el daño coclear y tener una mayor certeza sobre el estado de la cóclea antes de que el usuario pueda percatarse de ello. Esto

permitirá mejorar la calidad de vida de los pacientes y disminuirá los costos de los procedimientos que se dan en una detección tardía.

Por ello, con este trabajo de investigación se pretende caracterizar los resultados obtenidos en la aplicación de Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) en población colombiana (jóvenes entre edades comprendidas de 18 a 25 años) que hagan uso de reproductores de audio Digital (RAD), con el fin de mostrar el uso de una herramienta objetiva como prueba complementaria, para determinar el estado auditivo de jóvenes usuarios de reproductores de Audio digital (RAD).

1. Problema de investigación

Ante la gran preocupación que ha suscitado el aumento de la población con pérdida auditiva a nivel mundial causada por altos niveles de sonido y uso prolongado de reproductores de audio personales, importantes instituciones como la (OMS, 2015) han publicado datos epidemiológico que muestran la importancia de conocer los riesgos auditivos que conllevan al uso de estos dispositivos, para la salud auditiva de jóvenes y adultos jóvenes. Caracterizar estos datos mediante pruebas específicas brinda una herramienta investigativa importante para la base y probable predicción de los riesgos y alteraciones que pudiera presentar este tipo de población a nivel audiológico en el futuro.

Es así como en el año 2008, el Comité Científico de Riesgos Sanitarios Nuevos y Emergentes de la Comisión Europea, publicó un informe en el que advertía que escuchar música con reproductores musicales a más de 89 decibelios (dB) y durante más de 60 minutos al día podía causar sordera. (CCRSERI, 2008).

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que 1100 millones de jóvenes de todo el mundo podrían estar en riesgo de sufrir pérdida de audición debido a prácticas auditivas perjudiciales. De los adolescentes y jóvenes que se encuentran entre los 12 y 35 años, de países de ingresos medianos y altos, casi el 50% están expuestos a niveles de sonidos altos perjudiciales a consecuencia del uso de dispositivos de audio personales como reproductores de MP3 y teléfonos inteligentes. (OMS, 2015)

En nuestro país existen importantes estudios que se correlacionan con lo mencionado por entes internacionales como la OMS o el Comité Científico de Riesgos Sanitarios Nuevos y Emergentes de la Comisión Europea con lo que queda claro que Colombia no es ajena a esta problemática. Muchos jóvenes son

considerados como población vulnerable por el uso de estos dispositivos de audio digital (RAD), ya que aparentemente desconocen las medidas para el cuidado de su audición, generalmente abusan de los altos niveles de volumen y del tiempo de uso diario de estos dispositivos, lo que conlleva a mediano y largo plazo a daños graves e irreversibles en la audición (Chaves Peñaranda, 2010).

Con este trabajo de investigación se pretende determinar el estado auditivo de los jóvenes colombianos, estudiantes universitarios de la CUI, al aplicar pruebas audiológicas diagnósticas (Audiometría tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión OEAPD) como un primer estudio de acercamiento, que permita la detección temprana de deficiencias auditivas en jóvenes usuario de RAD.

1.1 Pregunta de investigación

La siguiente pregunta guiará el proceso de investigación:

¿Cuál es el estado auditivo de jóvenes usuarios de RAD, basados en Umbral Audiométrico y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión?.

1.2 Objetivo general

- ✓ Caracterizar el estado auditivo asociado al uso de RAD en jóvenes de 18 a 25 años de edad, mediante los resultados obtenidos en Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD).

1.3 Objetivo específicos

- ✓ Identificar el estado auditivo de un grupo de jóvenes de 18 a 25 años de edad, según los resultados obtenidos en Audiometría Tonal.

- ✓ Determinar las características funcionales de las células ciliadas externas a través de las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión.
- ✓ Comparar hallazgos de Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) como prueba complementaria, en la detección temprana de pérdida auditiva en jóvenes usuarios de reproductores de audio digital (RAD).

1.4 Justificación

Dadas las características de diseño de estos dispositivos se genera un impacto específico y variable a nivel físico-acústico (CCRSERI, 2008).

En los últimos años, el uso de dispositivos de escucha personales, tales como reproductores mp3 y teléfonos móviles con música, se han vuelto más populares en todo el mundo, sobre todo en los adolescentes jóvenes. Estos reproductores son utilizados, generalmente, con auriculares, los cuales pueden ser según (Gou, 2012) de inserción (los internos o intra-aurales), son los auriculares más perjudiciales para la salud auditiva, porque se colocan más cerca del tímpano y, por lo tanto, aumentan el nivel de presión acústica; los externos son los auriculares que quedan por fuera del pabellón de la oreja, son los menos nocivos, porque se colocan por fuera de la oreja y esto significa que quedan más separados del tímpano.

De acuerdo con diferentes estudios el uso de este tipo de dispositivos deja como consecuencia la pérdida auditiva que varía según el tiempo de exposición (número de horas seguidas escuchando música), intensidad (según lo elevado del volumen) y de las características de cada persona. (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012).

Según (Noguez & Martínez, 2002), la pérdida auditiva es considerada una enfermedad silenciosa que no es percibida por el individuo, por lo que se pierde tiempo valioso para su prevención, diagnóstico, e intervención oportuna.

Por tal motivo, es de vital importancia hacer uso de diferentes tipos de pruebas comportamentales, electroacústicas y/o electrofisiológicas que se complementan entre si y permiten determinar un diagnostico efectivo de la presencia de deficiencias auditivas La Audiometría Tonal es definida como una prueba subjetiva comportamental que busca determinar el estado auditivo (umbral auditivo) al igual que permite identificar de manera general el sitio de lesión. Por su parte las Otoemisiones Acústicas, describen el estado y funcionamiento de las células ciliadas externas de la cóclea, estructuras que se encuentran seriamente afectadas ante la exposición de sonidos de alta intensidad, y al ser una prueba electroacústica, resulta ser un complemento clínico para la detección temprana de alteraciones auditivas, en usuario de RAD.

Las otoemisiones acústicas representan una medida más exacta del daño coclear, proveen objetividad y certeza elevada, complementando el audiograma en el diagnóstico y monitoreo del estado de la cóclea (Células ciliadas externas), antes de que el usuario pueda percatarse de ello, lo que confirma que las otoemisiones acústicas ofrecen una elevada especificidad que es necesario conocer para obtener un diagnóstico preciso de la hipoacusia temprana. (Duci, y otros, 2004)

A nivel internacional se encuentran estudios de audiometría tonal y Otoemisiones acústicas en usuarios de RAD, los cuales sugieren que se necesitan más estudios longitudinales para entender la relación entre el riesgo de desarrollar pérdida de audición y el comportamiento de protección auditiva y desarrollar intervención efectiva, temprana para los jóvenes (Zhao, Manchaiah, French, & Price, 2010)

En Colombia (Chaves Peñaranda, 2010). realizaron un estudio en la universidad del cauca con población joven y adultos jóvenes con edades entre los 17 a 31 años, quienes eran usuarios de RAD con el objetivo de establecer el umbral auditivo, de igual forma (Córdoba Parra, 2013) realizó un estudio con población escolar con edades comprendidas entre los 15 y 17 años con el fin de efectuar un diagnóstico sobre los efectos auditivos producidos por el uso continuo de reproductores personales de audio, para lo cual hicieron uso de audiometría tonal en donde se menciona además que la hipoacusia causada por el uso de estéreos personales de audio por presión sonora en jóvenes de la institución educativa pablo tarso y estrategias para disminuir esta problemática en salud ambiental.

Lo anterior evidencia que no se han aplicado exámenes complementarios para realizar una detección temprana, y así disminuir la incidencia de hipoacusia causada por sonidos a alta intensidad, por uso de auriculares (RAD).

Por consiguiente, al realizar un estudio que incluya la caracterización de los resultados de la pruebas complementarias como la Audiometría Tonal y electroacústica, como las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión, permitirán realizar detección temprana de pérdidas auditivas, como consecuencia del uso frecuente de reproductores de audio digital (RAD), lo cual mejorara la calidad de vida de los usuarios y disminuirá los costos de los procedimientos requeridos en una intervención, que se dan en una detección tardía.

2. Marco Teórico

2.1 Estado del arte

La audición es el sentido que nos pone en contacto con nuestro medio ambiente y con nuestros semejantes. Es el principal medio por el cual aprendemos y nos desarrollamos intelectual y socialmente, ha sido calificada como el sentido humano más importante, crucial ya que es la clave del desarrollo del lenguaje, que se constituye en la base de buena parte de la evolución humana (Cerrillo & García Padrino, 2001) (Noguez & Martínez, 2002)

Por otro lado, es importante tener en cuenta que en el mundo contemporáneo, la música ha venido desempeñando un papel importante en nuestra vida cotidiana, estableciendo un vínculo entre los seres humanos y las artes a través de los sentidos y el placer, Sin embargo, si usamos la música de manera inapropiada, es decir, si hacemos uso abusivo de la duración, la intensidad y la frecuencia de exposición usando auriculares, puede tener un impacto adverso sobre nuestra función auditiva que con el tiempo conducen a problemas de comunicación (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012)

Dado que el uso continuo de auriculares para escuchar música contribuye al daño irreversible en las células ciliadas debido a la presión sonora que ejerce el nivel de volumen cerca del oído ocasionando pérdida de la audición, ésta se considera una enfermedad silenciosa, ya que se instala lentamente. En ocasiones son otras personas quienes sospechan del problema de audición del individuo, perdiendo tiempo valioso para un diagnóstico y tratamiento oportuno (Noguez & Martínez, 2002).

Por otra parte, la audición no es la única afectada, ya que también puede influir en la salud de los individuos a través de respuestas nerviosas y hormonales (ya que bajo estímulos intensos se liberan hormonas), que pueden configurar un cuadro de estrés generalizado. Esta situación genera en algunas personas: gastritis, úlceras, cefaleas y asma. (Córdoba Parra, 2013)

Según la Organización Mundial de la Salud se estima que una (1) de cada cinco (5) personas que escucha música por más de tres horas con los auriculares y a más de 90 dB, sufrirá hipoacusia prematura, es por eso que recomienda escuchar música a un volumen bajo y un máximo de 30 minutos por día, ya que la exposición diaria con auriculares para escuchar música no debe superara más de los 60 dB (OMS, 2015)

Por otra parte, un estudio internacional sobre cómo *oye el mundo*, realizado por Hear the World Foundation (2016), revela el poco conocimiento acerca de la pérdida auditiva, así como de las consecuencias potenciales para los oídos. Este estudio revela que los jóvenes estadounidenses se están exponiendo a un elevado riesgo de pérdida auditiva, un 60% de los adolescentes y los adultos jóvenes, escuchan por lo menos una hora de música al día a través de los auriculares, de los cuales un 15% lo hace a volumen muy alto o máximo. Las conclusiones de este estudio fueron: el 15% de los jóvenes americanos examinados (16-24 Años) arriesga su audición escuchando música a través de los auriculares a un volumen muy alto o máximo. Sin embargo, al aumentar edad hay mayor conciencia del problema, esto se evidencia en los siguientes resultados: mientras que el 11% de jóvenes entre 25 y 34 años escucha música muy alta o al máximo, entre los 35 y los 55 años, la cifra es apenas del 5%. Por otro lado, se evidenció que Alemania y Brasil lideran en la categoría de edad 16-24 con el 18% y el 16% que escucha música y a volumen muy alto, respectivamente (Audio en Portada, 2016).

De igual forma, (Gou, 2012) refiere que “Journal of American Medical Association” (JAMA) publicó investigaciones científicas que confirman, la aparición

de la sordera adquirida en edades cada vez más tempranas. Constataron además que la pérdida de audición aumentó hasta en un 31% entre los adolescentes y jóvenes estadounidenses en el periodo 2005-2006 respecto a las estadísticas del mismo grupo de población 15 años antes. Este trabajo arrojó un resultado impactante uno (1) de cada cinco (5) adolescentes entre 12 y 19 años tenía algún tipo de pérdida auditiva y entre otros factores de riesgo, escuchar música a un volumen alto es uno de los factores de riesgo más importantes en este sector poblacional.

En Colombia según el (DANE, 2001) cerca de 450 mil colombianos tienen limitaciones auditivas, es decir, 2,6 millones, de los cuales el 17,3% tienen limitaciones auditivas por exposición a ruidos superiores a los 85 decibeles.

Según la comisión Europea (2008), algunos autores insisten en que si los jóvenes siguen escuchando música durante largos períodos de tiempo y a altos niveles de volumen durante varios años, corren el riesgo de sufrir daños auditivos antes de alcanzar alrededor de 25 años. (CCRSERI, 2008).

Por consiguiente (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012) refieren que la primera manifestación de alteración auditiva por exposición continua al uso de reproductores de audio digital (RAD) es el incremento de la fatiga del órgano de Corti dando lugar a la aparición de lesiones en las células ciliadas externas (CCE), las cuales desorganizan su estructura y se atrofian, no logrando desempeñar el correspondiente papel de amplificador coclear.

“El daño coclear inicial puede implicar lesiones de las CCE en el extremo basal de la cóclea, el área que decodifica sonidos de frecuencias más altas que no son probados rutinariamente con audiometría convencional (Audiometría Tonal).

La evaluación con Otoemisiones Acústicas nos permitirá determinar si hay o no deterioro en las células ciliadas Externas del Órgano de Corti, ya que son las primeras en comprometerse por exposición a ruidos intenso. Por esta razón las Otoemisiones Acústicas ocupan un lugar preponderante, cuando se trata de evaluar la hipoacusia inducida por ruido, en este caso por el uso de auriculares. Investigaciones realizadas han demostrado que además de ser sensibles a ruidos intensos, las Otoemisiones Acústicas (OEA) pueden alterarse antes, que los signos de audiometría tonal. Las otoemisiones acústicas parecen ser más sensibles a cambios cocleares por exposición a ruido y por consiguiente más apropiadas para la selección selectiva y el monitoreo de oídos en riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido”. (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012)

Convencionalmente, las evaluaciones audiológicas que se utilizan en la detección de pérdida auditiva, incluidas en las pruebas básicas audiológicas, encontramos, la audiometría de tonos puros, la cual se constituye en la piedra angular de la evaluación auditiva y se caracteriza por ser subjetiva permitiendo hacer una valoración precisa de la audición; los sonidos varían de acuerdo con el volumen (intensidad) y con la velocidad de vibración de las ondas sonoras (tono); aporta información adicional sobre el problema subyacente y el posible causante de la pérdida auditiva.

Según (Sambola, 2006) la exposición al ruido recreativo puede causar lesiones en el oído interno, las emisiones otoacústicas producto de distorsión (OEAPD) pueden identificar estas alteraciones cocleares. Las lesiones iniciales a la cóclea no son detectadas por audiometría y que sólo se diagnostican una vez que el paciente los manifiesta. Por lo tanto, la posibilidad de utilizar métodos alternativos para completar los datos audiométricos y detectar alteraciones auditivas causadas por la exposición al ruido sería muy importante; refiere que algunas investigaciones en humanos han demostrado que las Emisiones

Otoacústicas (OAE) puede cambiar antes que la Audiometría de Tonos Puros (PTA), las Otoemisiones Acústicas (OAE) constituyen una prueba sensible y objetiva de la función coclear que permiten la identificación inicial temprana.

Según (Reavis & Mc Millan, 2013) las Otoemisiones Acústicas (OAE) tienen la ventaja de ser objetivas son más sensibles a los primeros signos de pérdida de la audición y se pueden medir con mayor precisión. La exposición al ruido es conocida por causar daño al oído interno, tanto en los seres humanos y en los animales, empezando por el daño a las células ciliadas externas.

De igual forma este mismo autor refiere que en los seres humanos, las Otoacústicas emisiones acústicas son conocidas por reducir la pérdida de la audición y varios estudios han conducido a la conclusión de que (OAEs) podrían ser más sensibles en la detección de pérdida de la audición en una etapa temprana (denominada daños preclínico). Los daños de las células ciliadas externas pueden ocurrir sin daño correspondiente a los umbrales de audición. Las emisiones otoacústicas serían más capaces de detectar pérdidas auditivas muy leves de (10-20 dB HL).

Según (Santaolalla, Martínez, Rodríguez, Sánchez del Rey, & Sánchez, 2008) Sugieren que se necesitan más estudios longitudinales para entender la relación entre el riesgo de desarrollar pérdida de audición y el comportamiento de protección auditiva, para desarrollar intervención efectiva, temprana para los jóvenes.

En revisión teórica se evidencia que las Otoemisiones Acústicas (OEA), se usan habitualmente en la evaluación del sistema auditivo en neonatos, infantes y niños pequeños, a fin de prevenir posibles alteraciones desde etapas muy

tempranas. También puede utilizarse para el diagnóstico de pérdida auditiva en adultos por diferentes patologías (Gutiérrez, Neira, Martínez, Olave, & Soler, 2010)

Existen dos tipos de (OEA): espontáneas y provocadas, estas últimas se pueden dividir a la vez en transitorias y en las de producto de distorsión. Estos tipos de Otoemisiones han sido utilizados en investigaciones con el fin de encontrar la herramienta más objetiva para medir y detectar de forma temprana pérdida auditiva por el uso de reproductores de audio Digital (RAD). A continuación se relaciona los estudios que han realizado a nivel internacional, nacional, el tipo de otoemisiones, los resultados obtenidos y las recomendaciones.

Este estudio realizado por (Keppler, Dooghe, & Vinck, 2015) cuyo objetivo fue evaluar los efectos de las actitudes y creencias hacia el ruido, pérdida de audición y difusores de alta presión sobre el estado de la audición de los adultos jóvenes. Realizaron evaluación audiológica usando audiometría de tonos puros (PTA), emisiones otoacústicas evocadas transitorias y por producto de distorsión. Encontraron diferencias significativas en los umbrales de audición en las frecuencias de las pruebas convencionales, también encontraron, diferencias significativas en amplitudes (TEOAE) en la banda de frecuencia media octavas 1,5 kHz y amplitudes (DPOAE), en las bandas de frecuencia media de octava 1,0 kHz y 2,0 kHz. Como conclusión en este estudio refieren que las actitudes de los jóvenes y las creencias acerca del ruido, pérdida de audición, tienen un impacto significativo en su estado auditivo medido con PTA y EOAes. Por lo tanto, sugieren que los profesionales deben proporcionar información a los jóvenes sobre los síntomas autónomos después de la exposición al ruido recreativo, además brindar información y conocimientos sobre la exposición al ruido y la pérdida de audición causada por el uso de reproductores de música. (Colombo, Majul, & Casaprima, 2012).

Otro estudio realizado en el 2008 en EEUU, cuyo propósito fue examinar si un nivel predeterminado de duración y exposición a un reproductor de música MP3 podría resultar en cambios significativos en la función coclear, medida con métodos audiométricos fisiológicos. Realizaron evaluación audiológica con audiometría tonal y emisiones otoacústicas por productos de distorsión (OAEDP), emisiones otoacústicas espontáneas, sincronizadas (SSOAE) y umbrales auditivos en 20 sujetos adultos normo-oyentes antes y 30 minutos después de exposición a un reproductor de música MP3. Los resultados de las condiciones de exploración en este estudio indican que los cambios en las Emisiones Otoacústicas pueden preceder al desarrollo de cambios de los umbrales auditivos inducidos por la música (Bhagat, 2008)

En otro estudio, (Sulaiman, Husain, & Seluakumaran, 2014) examinó la relación entre los niveles de audición, de audiometría tonal y emisiones otoacústicas, los hábitos de escucha relacionados con el uso de dispositivos de escucha personal. Encontraron que los adultos jóvenes que utilizan su sistema personal de música durante más de siete horas a la semana tenían umbrales de audición más pobres en comparación con otros adultos jóvenes que usan dispositivos de escucha personal con menos frecuencia. En este estudio sugieren que las investigaciones futuras deberían seguir explorando la posibilidad de valores DPOAE como indicadores de la futura pérdida de la audición. (Sulaiman, Husain, & Seluakumaran, 2014)

La investigación de (Hutchinson Marron, 2014) sugiere la presencia de una detección de daño en etapa temprana en un grupo de jóvenes usuarios de dispositivos de escucha personal, escuchando 1 h / día y en 50% de los ajustes máximos volumen de sus dispositivos. Refieren que el daño coclear inicial puede implicar lesión a las células ciliadas externas (CCE) en el extremo basal de la cóclea, el área que codifica sonidos de frecuencias más altas que no son probados rutinariamente en audiometría convencional. En comparación con la audiometría, el daño temprano coclear debido al uso (PLD) puede ser más fácilmente detectado mediante mediciones con (OAE). Concluyen que aunque la hipoacusia inducida por

ruido, se sabe que ocurre en ambos oídos simétricamente, refieren que la pérdida de audición podría ser más evidente en el oído izquierdo en comparación con el derecho y esto se ha atribuido al efecto protector del reflejo eferente, olivo coclear es más fuerte en el oído derecho (Hutchinson Marron, 2014)

Otras investigaciones en Australia y Ucrania, (Carter, Murray, Khan, & Waugh, 1984), (Axelsson & Lindgren, 1985) y (Meyer-Bish, 1996) plantearon que el PTA es un indicador pobre del grado de daño a las células ciliadas sensoriales. Por lo tanto, en la mayoría de estudios recientes relacionados con la pérdida de audición inducida por la música, las mediciones audiológicas avanzadas (por ejemplo, audiometría de alta frecuencia, Emisiones Otoacústicas), se han añadido a la baterías de pruebas básicas, como una herramienta más sensible, para la detección precoz de disfunción coclear en pacientes con hipoacusia inducida por la música, incluso antes de que los cambios se indican sobre audiometría de tonos puros convencional. La evidencia tiene demostrado que las mediciones audiológicas avanzadas se pueden utilizar como herramientas más eficientes para supervisión del estado auditivo en la etapa temprana de la disfunción coclear.

(Zhao, Manchaiah, French, & Price, 2010) sugiere que para futuras investigaciones, deben ser incluidos métodos más rigurosos y mediciones audiológicas más sensible en la batería de pruebas para monitorear los cambios fisiopatológicos en el sistema auditivo causado por la exposición de música. Además, afirma que se necesitan estudios longitudinales para investigar la relación entre la exposición a la música y la pérdida de la audición para aclarar posibles riesgos y factores importantes.

En investigaciones realizadas en el 2007 en los Estados Unidos, los autores han estimado que aproximadamente el 5% a 10% de los jóvenes que usan

reproductores MP3 están en riesgo de el desarrollo de la pérdida permanente de la audición después de 5 o más años a causa de la exposición a la música por más de 1 horas al día (7 horas por semana) en los niveles de sonido superior a 89 dB. (Vogel, Verschuure, Van Der Ploeg, Brug, & Raat, 2010)

Ahora bien, en un estudio realizado por Fissore (2003) en Argentina, cuyos objetivos principales fueron explorar la audición de un grupo de adolescentes mediante el uso de otoemisiones acústicas y de la audiometría tonal, establecer el conocimiento que los jóvenes poseen sobre los efectos nocivos del ruido en el individuo y determinar la presencia de hábitos auditivos, los resultados principales mostraron que un 63% de los adolescentes presentó productos de distorsión con amplitudes disminuidas, y un 6% hipoacusias perceptivas; 83% refirieron conocer los efectos nocivos del ruido; El 89% declararon que tenían el hábito de escuchar música a elevada intensidad; 76% admitió usar “walkman”; 91% manifestó asistir a lugares con música amplificada y 86%, tener síntomas posteriores a la exposición a música intensa.

Los resultados generales de este trabajo, muestran que un elevado porcentaje de jóvenes conoce los efectos nocivos del ruido en el individuo, a pesar de lo cual sus hábitos auditivos los colocan dentro de un grupo de riesgo auditivo potencial. El alto porcentaje de adolescentes con audición normal, pero con productos de distorsión disminuidos, podría estar indicando en forma precoz una disfunción coclear que aún no es evidente en la audiometría tonal y que estaría en relación con los hábitos auditivos anteriormente mencionado (Fissore, Janelli & Casaprima, 2003).

Así mismo, en Argentina, Hinalaf, Pavlik, Biassoni, Serra, Abraham, Curet, Joekes, Yacci y Righetti (2011) realizaron una investigación de tipo longitudinal,

abarcando un periodo de 4 años en el que fueron evaluados 69 estudiantes con edades comprendidas entre las 14 y 15 años de edad, con el objetivo de identificar si el estado auditivo de la vía eferente medial permite conocer la sensibilidad individual ante exposición a altos niveles sonoros en la etapa adolescente. Sus resultados fueron que todos los oídos evaluados observaron reducción de la respuesta de las TEOAEs (Otoemisiones Acústicas Transitorias), luego de la estimulación acústica contralateral, por lo que infirieron que la vía estaría actuando como mecanismo de protección, en la mayoría de adolescentes evaluados, independientemente de los umbrales auditivos y la participación según los niveles de exposición general a música.

En otras investigaciones internacionales de países como Alemania, China, Turquía, Brasil proponen el uso de las Otoemisiones Acústicas en la evaluación de pérdida auditiva en la población joven con uso de auriculares debido a su mayor objetividad (Neira, 2010).

En Colombia, un estudio sobre el umbral auditivo en estudiantes de la Universidad del Cauca, expuestos a ruido por reproductores auditivos, arrojó que 92 estudiantes evaluados con el examen de audiometría tonal convencional, encontraron que el 13.8% de los estudiantes evaluados presentaron una leve disminución del umbral auditivo y el 82.6% presentaron audición normal (Chaves, 2007).

Diversos estudios confirman que las otoemisiones acústicas, pueden ser una prueba más sensible de la función coclear, que la audiometría de tonos puros (PTA) al evidenciar daño coclear subclínico, por lo que su empleo puede ofrecer una oportunidad de predicción en el daño coclear inducido por reproductores de audio digital (RAD).

El uso de las otoemisiones Acústicas se ha popularizado en recién nacidos y población escolar, sin embargo es de considerar que dentro de sus aplicaciones se destaca el apoyo en diagnóstico específico de la función coclear, susceptibilidad al uso de auriculares detectando pérdidas auditivas inducidas por ruido antes de que aparezcan en el audiograma tonal, identifica funciones micrococleares, es decir, pequeños cambios que no aparecen en el audiograma, brindan información acerca de un amplio espectro de frecuencias, es una técnica viable para la detección temprana de pérdida auditiva por exposición a ruido. Según la OSHA, las otoemisiones acústicas se pueden utilizar para complementar la prueba de audiometría de tonos puros y realizar una detección precoz de la disfunción coclear en adultos que están en riesgo de sufrir una disminución auditiva por ruido antes de desarrollar una pérdida auditiva sensorial permanente (Neira, 2010).

Las otoemisiones acústicas, permitirán realizar detección e intervención temprana de pérdida auditiva, como consecuencia del uso frecuente RAD, lo cual mejorará la calidad de vida de los usuarios y disminuirá los costos de otros procedimientos en una detección tardía. Por tanto, surge la necesidad de caracterizar los resultados obtenidos en la aplicación de audiometría tonal y otoemisiones acústicas producto de distorsión en población colombiana (jóvenes entre edades comprendidas de 18 a 25 años) que hagan uso de reproductores de audio Digital (RAD), con el fin de mostrar el uso de una herramienta objetiva como prueba complementaria, para medir y detectar de forma temprana la pérdida auditiva y mejorar el diagnóstico audiológico en esta población.

2.2 Referentes teóricos

2.2.1 Sistema auditivo.

El sistema auditivo es lo suficientemente sensible para recibir las señales acústicas con amplitudes de las ondas de presión de magnitudes insignificantes; es capaz de procesar las señales acústicas que varían en magnitud, o rango de intensidad, en proporción sorprendente.



Fuente:

<http://www.digitalhearingaidcentre.com/research.html> 1995-2013

La transformación física de la información acústica se produce en tres grupos de estructuras, oído externo, medio e interno. El procesamiento neural comienza en el oído interno y continúa a través del VIII nervio craneal, en el sistema auditivo central.

El oído externo sirve para recoger y resonar el sonido, ayuda en la localización del sonido y funciona como un mecanismo de protección para el oído medio.

En el *oído medio* contiene la membrana timpánica, la trompa de Eustaquio y la cadena de huesecillos que son tres huesecillos continuos (martillo, yunque y

estribo), estos huesecillos unen a la membrana timpánica con la ventana oval. Las estructuras del oído medio funcionan como un dispositivo de adaptación de impedancia, proporcionando un puente entre las ondas de presión en el aire que golpea la membrana timpánica y las ondas de fluido transmitidas por la cóclea (Stach, 2010).

Las ondas de energía están en el aire y en los seres humanos esta energía necesita ser transformada en energía mecánica antes de ser convertida en energía hidráulica. La energía mecánica del oído medio sirve como un convertidor de energía eficiente del aire al líquido; si el oído medio no existiera, una cantidad sustancial de energía se perdería en el proceso.

“El oído interno está situado en el espesor del peñasco, compuesto de cavidades conocidas como laberinto óseo. Estas cavidades contienen otras, más pequeñas, de paredes blandas y membranosas por las que corre la endolinfa, denominadas laberinto membranoso. Entre el laberinto óseo y el membranoso se encuentra la perilinfa.

El laberinto óseo se compone de la cápsula otica, que comprende el vestíbulo, los canales semicirculares, el caracol, el conducto auditivo interno y los acueductos vestibular y coclear. El caracol membranoso o conducto coclear se origina en el suelo del vestíbulo, y se comunica con el sáculo por medio del Canalis reuniens de Hensen. Desde su origen, el conducto coclear describe dos y media vueltas de espiral, para terminar en un extremo cerrado en forma de saco. Su estructura anatómica comprende el ligamento espiral, la cinta surcada, la membrana de Reissner, la membrana basilar, una capa epitelial que reviste su superficie interior y, por último, el órgano de Corti. (Gómez, 2006).

El órgano de Corti se asienta en la membrana basilar y está constituido por dos tipos de células: células neurosensoriales (células ciliadas internas (CCI), células ciliadas externas (CCE); células de soporte (células de los pilares internos y externos, células de Deiters, células de Hansen, células de Claudius, células limitantes).

Las células de los pilares sustentan a las células ciliadas internas, y las células de Deiters son la base de las células ciliadas externas. Las células ciliadas, situadas por encima de las de soporte. Todas las células de soporte tienen su base en la membrana basilar. Entre las células de los pilares y células ciliadas internas, células de Deiters y células ciliadas externas, se conforma el llamado túnel de Corti. Todo este grupo celular se encuentra cubierto por una membrana llamada membrana tectoria.

La membrana tectoria está firmemente unida en su extremo libre a las células de Hansen, y queda un espacio libre entre las células ciliadas y la membrana tectoria que contiene los estereocilios de las células ciliadas. La activación de las células ciliadas se produce por el movimiento direccional de los cilios según el movimiento de la membrana tectoria.

El órgano de Corti contiene unas 15.500 células ciliadas, que se agrupan en una hilera interna de 3500 células y de 3 a 5 hileras externas que contienen unas 12.000 células". (Gómez, 2006).

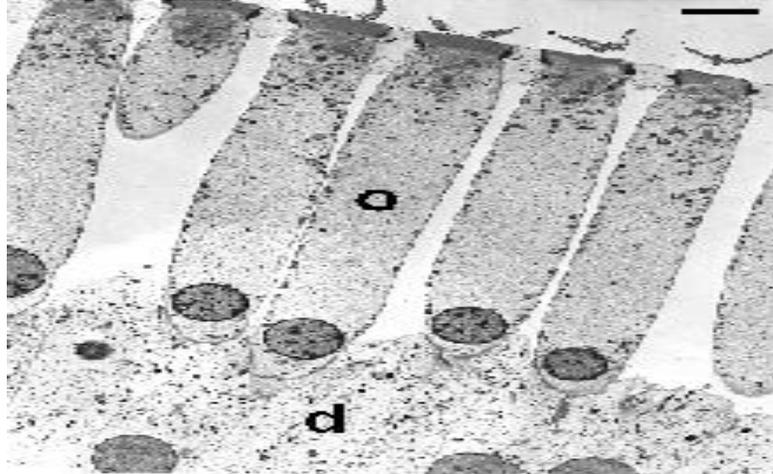
“Las células ciliadas son las encargadas de transformar la energía mecánica en bioeléctrica, mediante el proceso denominado transducción mecanoeléctrica. La capacidad de las células ciliadas externas para modular el sonido gracias a su

capacidad contráctil contribuye al análisis frecuencial fino que realiza el receptor auditivo.

Las células ciliadas poseen estereocilios en su superficie que se movilizan cuando la membrana tectoria los desplaza. Se ordenan en 2 o 3 hileras, aunque se encuentran unidos mediante puentes fibrilares que permiten que todos se muevan de forma coordinada. Si los cilios se mueven hacia la pared lateral se produce una despolarización de las células ciliadas por la apertura de los canales iónicos localizados en su región más apical y se inicia el proceso neurotransmisor del sonido. La despolarización de las células ciliadas internas provoca la liberación de glutamato, neurotransmisor excitador de un estímulo nervioso aferente a la neurona bipolar y mielínica (90-95% de las neuronas) del ganglio de Corti que se encuentra en el canal de Rosenthal y ésta envía su señal mediante su axón a los núcleos cocleares del tronco cerebral formando el nervio auditivo.

Las *células ciliadas externas* hacen sinapsis aferentes con neuronas pseudomonopolares amielínicas que son de menor cantidad (5-10%) y poseen a su vez, un sistema eferente medial de origen olivar, inhibidor cuyo neurotransmisor más conocido es la acetilcolina.

En el oído interno se encuentra los líquidos laberínticos: la perilinfa o líquido periótico, y la endolinfa o líquido otico. Es importante anotar, que aunque no está del todo comprobado, se cree que la perilinfa deriva de la filtración simple de líquido cefalorraquídeo y la endolinfa se segrega en la estría vascular de la cóclea y se reabsorbe por el saco endolinfático. La perilinfa tiene una composición similar a los líquidos extracelulares con alto nivel de sodio, mientras que la endolinfa tiene ricos niveles de potasio característico de los líquidos intracelulares y es más hiperosmótica". (Sambola, 2006).



Fuente: <http://www.cochlea.eu/en/hair-cells/outer-hair-cells-ohcs>

2.2.2 Fisiología auditiva.

El pabellón auricular tiene una función de captación de las ondas sonoras, sobre todo recibe mejor las frecuencias medias-altas, entre 3000 a 6000 Hz. El canal auditivo externo transmite la onda sonora hasta la membrana timpánica, siendo importante a este nivel, el ángulo de entrada del sonido hacia el meato auditivo externo.

La onda sonora provoca la vibración de la membrana y activa la cadena de huesecillos del oído medio: martillo, yunque y estribo; y éste último contacta con la membrana oval y presiona sobre la misma provocando una corriente de endolinfa en la cóclea que a su vez mueve la membrana basilar.

Además el oído medio tiene una serie de funciones como: adaptar la baja impedancia del sonido del medio aéreo al medio líquido (coclear), incrementar la presión sonora sobre la ventana oval, proteger al oído interno de sonidos de muy

alta intensidad que podrían ser lesivos para la cóclea (reflejo estapedial), mediante la trompa de Eustaquio, equilibrar presiones a ambos lados del tímpano, lo cual mejora la transmisión de la onda sonora del tímpano a la cadena oscicular.

El movimiento de la membrana basilar, de ascenso o descenso, provoca el movimiento de las células ciliadas internas y externas hacia la membrana tectoria. Los estereocilios de dichas células se mueven a su vez debido al desplazamiento de la membrana tectoria de forma que, si los cilios se mueven hacia la pared lateral o estría vascular por el ascenso de la membrana basilar, se produce una despolarización de la célula y su activación, mientras que a la inversa se produce la inactivación.

“La despolarización implica la apertura de canales iónicos con la entrada de potasio y la liberación sináptica de neurotransmisores, este es el mecanismo de la transducción mecanoeléctrica.

Las células internas son las únicas encargadas de enviar el mensaje auditivo al sistema nervioso central, mientras, las células ciliadas externas participan en la micromecánica coclear, modulando la intensidad del sonido que recibe el receptor auditivo, incrementándola si es débil o reduciéndola si es muy intensa. Gracias a los filamentos de actina y miosina, propios de las células musculares, las células ciliadas externas poseen actividad contráctil, permitiendo que la membrana basilar vibre suficientemente, incluso cuando se aplica un sonido de bajo nivel. Esto significa que tienen un efecto amplificador muy importante a niveles sonoros bajos, pero prácticamente ninguno cuando los niveles son elevados. Por esta función moduladora, la inervación coclear de las células ciliadas externas es principalmente eferente. Las células ciliadas externas por su capacidad contráctil contribuyen al análisis frecuencial fino que realiza el receptor auditivo. (Marco, 1990).

El mecanismo de la modulación del sonido por parte de las células ciliadas externas es el siguiente: la actividad moduladora de las células ciliadas externas reside en su contractilidad, rápida o lenta según la intensidad del sonido. Este movimiento provoca el acercamiento de la membrana tectoria a la célula ciliada externa, casi por tracción, ya que los estereocilios de estas células están anclados en dicha estructura.

Las contracciones rápidas son poco efectivas sobre la membrana pero producen un efecto de amplificación de los sonidos de baja intensidad al aumentar el número de contactos entre la membrana y la superficie celular y el movimiento de la membrana basilar, aumentando el desplazamiento de los estereocilios y multiplicando la estimulación de las células ciliadas internas; a la inversa ocurre con las contracciones lentas de las células ciliadas externas, que actúan como protectoras cocleares ante sonidos de muy alta intensidad.

Gracias a los filamentos de actina y miosina, propios de las células musculares, las células ciliadas externas poseen esta actividad contráctil, permitiendo que la membrana basilar vibre suficientemente, incluso cuando se aplica un sonido de bajo nivel. Esta actividad de las células ciliadas se ha constatado en estudios experimentales in vitro pero no todavía in vivo. (Sambola, 2006).

No obstante, esta actividad se puede captar en vivo, ya que estas células ciliadas externas, ante un estímulo frecuencial puro, responden con la emisión de una onda de idénticas características, registrable en el conducto auditivo externo mediante un micrófono muy sensible. Esta función no lineal que produce pequeñas cantidades de distorsión o eco coclear; son las llamadas Otoemisiones Acústicas (OEA) que pueden utilizarse, si se registran, para verificar el buen funcionamiento de dichas células". (Sambola, 2006).

2.2.3 Pérdida auditiva.

De acuerdo con los planteamientos de (Gómez, 2006) la pérdida de la sensibilidad auditiva es la forma más común de hipoacusia y se caracteriza por una reducción de la sensibilidad del mecanismo auditivo.

La pérdida auditiva según la American Speech-Language-Hearing Association (2012), por lo general se refiere a dos aspectos: Clasificación por sitio de lesión y grado de intensidad de la pérdida auditiva.

Sitio de lesión

Existe tres tipos básicos de pérdida de audición; conductiva, sensorineural y mixta.

Pérdida auditiva de conducción

Ocurre cuando el sonido no viaja con facilidad por el canal externo del oído hasta el tímpano y los huesecillos del oído medio. Este tipo de pérdida de audición se puede corregir mediante intervención médica o quirúrgica. Algunas posibles causas de la pérdida auditiva de conducción son: Fluido en el oído medio debido a resfriados o alergias, infecciones del oído (otitis media), mal funcionamiento de la trompa de Eustaquio, perforación en el tímpano, exceso de cera en el oído (cerumen), malformación del oído externo, el canal auditivo o el oído medio.

Pérdida auditiva sensorineural

Este es el tipo más común de pérdida permanente de audición, Ocorre cuando hay daño al oído interno (cóclea) o a los conductos de los nervios entre el oído interno y el cerebro. La mayoría de las veces, no es posible la intervención médica ni quirúrgica la pérdida auditiva. Algunas causas posibles de este tipo de pérdida de audición son: Medicamentos tóxicos para la audición, pérdida de audición en la familia (genética o hereditaria), la edad, lesiones en la cabeza, malformación del oído interno, *exposición a ruidos fuertes*.

Pérdida auditiva mixta

Se da cuando la pérdida auditiva de conducción ocurre de manera simultánea a la pérdida auditiva sensorineural. En otras palabras, puede haber daño al oído externo o medio, así como al oído interno (cóclea) o al nervio auditivo. Las causas de la pérdida de audición mixta son numerosas y variadas. Como por ejemplo el proceso de la enfermedad del oído medio puede también causar trastornos cocleares. Stach, B. A. (2010).

Grado de la pérdida auditiva

El grado de intensidad de la pérdida de audición se refiere a la severidad de la pérdida.

Tabla 1

Grado de Intensidad de la pérdida de audición.

Grado de la pérdida de audición	Escala de la pérdida de audición dB
Normal	0 – 20 dB
Leve	20 - 40 dB
Moderada	40-60 dB
Severa	60-85 dB
Profunda	Mas de 90dB

Fuente: ASHA. *Type, Degree, and configuration of Hearing loss*. En <http://www.asha.org/public/hearing/disorders/types.htm>.

2.2.4 Otoemisiones acústicas (OEA).

Las OEA están definidas como sonidos generados por la cóclea, la (OEA) se han convertido en un estudio fundamental como test de screening auditivo.

Las otoemisiones acústicas descubiertas por David Kemp del Instituto de Laringología y Otología de Londres, Inglaterra en 1978.

Kemp investigaba las características micromecánicas activadas en la cóclea. Ésta emite sonidos que son transmitidos al conducto auditivo externo, donde se pueden registrar y grabar (ecos cocleares o otoemisiones acústicas), registró las primeras emisiones otoacústicas (EOA) en ese año. (Gómez, 2006).

(Sambola, 2006) informa que las Emisiones Otoacústicas son sonidos de baja intensidad que se producen en el oído espontáneamente, como señales de tonos de banda estrecha durante o después de la estimulación acústica. El origen de estos fenómenos sonoros está en estudio pero se supone que se deben a subproductos de una actividad coclear no lineal, probablemente producida en las células ciliadas externas. Se ha propuesto que las vibraciones cocleares viajan hacia la base de la cóclea y después a la cadena oscicular en el oído medio, desplazando la membrana timpánica, además informa que las pruebas sobre el origen de las OEA en las células ciliadas externas se basan en estudios realizados principalmente por distintos autores en la década de los 90, llegando a las siguientes conclusiones:

1.- Si se destruyen las células ciliadas externas se produce una hipoacusia de 40-60 dB HL, que es la misma a la que se asocia la desaparición de las OEA.

2.- Sin células ciliadas externas las curvas de sintonía frecuencial que aparecen en los estudios de supresión de respuesta auditiva, se atenúan o desaparecen.

3.- El ácido acetilsalicílico inhibe la contracción de las células ciliadas, por lo tanto atenúa todas las OEA, pero su efecto es reversible.

4.- El uso de ototoxicos: aminoglucosidos, diuréticos, y altas dosis de ácido acetilsalicílico en humanos provoca la desaparición de las OEA.

5.- Los tratamientos con cisplatino, que destruyen selectivamente las CCE y la estría vascular, provocan la anulación de las OEA.

Según este autor las OEA tienen un comportamiento no lineal idéntico al que presenta la contracción de las células ciliadas externas. Además, por las características biológicas de las células ciliadas externas, con su capacidad contráctil, por la presencia de los filamentos de actina y miosina en su citoplasma, y

por su ubicación, unidas por su base a la membrana basilar y por sus cilios a la membrana tectoria, son capaces de traducir la energía mecánica o eléctrica de manera bidireccional, dando lugar como sub producto a las (OEA). (Sambola, 2006).

También las (OEA) tienen un efecto inhibitor y selectivo frecuencial por estimulación de la vía eferente medial contralateral, lo que se comprueba al practicar OEA, siendo las CCE las que reciben las conexiones nerviosas de esta vía. La sección de esta vía nerviosa coclear eferente provoca la desaparición del efecto supresor contralateral tanto en las OEA como en los potenciales de acción. Este hecho confirma las CCE como origen de las OEA. Este efecto inhibitor se observa en las OEA espontáneas y provocadas. (Sambola, 2006).

Clasificación

Las OEA se han clasificado en dos grandes grupos, otoemisiones acústicas espontáneas (OEAE) y otoemisiones acústicas provocadas (OEAP) que a su vez se subdivide en transitorias (OEAPT), continuas o producto de distorsión (OEAPD y estímulo – frecuencia (OEAEF). (Poblano, 2003).

La respuesta sonora se registra en decibelios (dB) SPL (sound pressure level), y no en la escala de decibelios HL (Hearing Level) o de pérdida auditiva de la audiometría tonal liminar.

El dB SPL es una medida acústica originada por la transformación matemática de la presión sonora del CAE (pascales) a decibelios físico-acústicos. (Poblano, 2003).

Otoemisiones acústicas espontaneas (OEAE)

Son señales acústicas de banda estrecha, generadas en la cóclea y registradas en el conducto auditivo externo, en ausencia de estimulación acústica externa. Tienen las características de ser continuas, con bandas de anchura de 1Hz, la mayoría de las OEAE caen dentro de las frecuencias de 1000 a 2000Hz aunque en algunos individuos puede tener OEAE con frecuencias de hasta 7000Hz. (Poblano, 2003).

Otoemisiones acústicas provocadas

Se definen como aquellos sonidos originados en la cóclea que requieren un estímulo para ser generados. Este estímulo puede ser un click, o estallidos tonales que se conocen como tonos burst, originando OEA provocadas transitoriamente, o continuas produciendo los llamados productos de distorsión. Estos últimos se originan tras estimular con dos tonos primarios y como consecuencia se genera un tercero.

Otoemisiones acústicas provocadas transitorias (OEAPT)

Cuando se administra un sonido de tipo chasquido, que es un click, es un estímulo sonoro breve, menor a 100 milisegundos que engloba una amplia gama de frecuencias sonoras. Este sonido estimula la cóclea globalmente, pero con mayor incidencia entre las frecuencias de 1 a 5 KHz.

Típicamente existe una latencia de 5 a 25 milisegundos entre la emisión del estímulo y la recepción por el micrófono, proporcionando una respuesta coclear amplia y de carácter general. Su utilidad clínica radica en que se han utilizado como

base de programas de rastreo de hipoacusia neonatal, en adultos se usa para estudiar la posibilidad de hipoacusia sensorineural, presbiacusia y también para el diagnóstico diferencial de patología retrococlear. (Poblano, 2003).

Otoemisiones Acústicas continuas o Producto de Distorsión (OEAPD)

Las Otoemisiones Acústicas conocidas como Productos de Distorsión se producen cuando se estimula la cóclea con dos tonos puros emitidos simultáneamente, cuya frecuencia es conocida como f_1 y f_2 , siendo f_2 mayor que f_1 . De esta forma, se generan por la cóclea unos sonidos, medibles en frecuencias sonoras determinadas. Se piensa que las OEAPD, se originan dentro de la cóclea como movimientos activos asociados de las células pilosas externas, tales procesos responden a sonidos de baja intensidad y utilizan energía metabólica que incrementa el movimiento inducido por los sonidos en la membrana basilar, cerca del lugar de la frecuencia característica su aplicación más común es detectar alteraciones auditivas de origen coclear mediante la observación de una reducción en la amplitud de OEAPD. (Sambola, 2006).

Las otoemisiones acústicas no debe ser usada como estudio único ya que no determina umbrales auditivos, y es importante determinar el estado del oído externo, la permeabilidad del conducto auditivo externo, la funcionalidad del tímpano y de la cadena oscicular.

También las Otoemisiones Acústicas tienen gran aplicabilidad en salud ocupacional para la detección más temprana de pérdidas auditivas por ruido y es una prueba de alta validez y confiabilidad, una de las aplicaciones tiene que ver con la detección temprana de pérdidas auditivas en población expuesta a ruido.

2.3 Hipoacusia inducida por ruido

La hipoacusia inducida por ruido se presenta por un deterioro significativo de las células cocleares del oído interno. Posiblemente por una combinación de estrés metabólico y físico. El daño celular se inicia en la región basal de la cóclea en donde se detectan los ruidos de frecuencias altas (en especial 3,4 o 6 kHz) y posteriormente se extiende hacia el área apical donde se encuentran las células sensibles al estímulo de frecuencias bajas, con el subsiguiente deterioro de la audición para las frecuencias conversacionales. El número de células dañadas aumenta en forma proporcional a la intensidad y duración del ruido. La pérdida de las células ciliadas es progresiva y va acompañada de la correspondiente disminución en la audición. (Córdoba, 2013).

El sistema de vigilancia epidemiología para la conservación auditiva se lleva a cabo a nivel laboral en cuanto a la recolección de información con énfasis en realizar controles del ruido abordando las evaluaciones ambientales como biológicas de las empresas donde exista el factor de riesgo ruido, se realizan de acuerdo a la legislación vigente y criterios internacionales (NIOSH), (OSHA). La publicación de NIOSH No. 98-126 recopila amplia documentación científica y técnica que justifica y recomienda el uso de un nivel de referencia de 85 dB y tasa de intercambio de 3 dB. La ACGIH (Publicación 2006 de los TLVs and BEIs) y la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) comparten los criterios de NIOSH sobre niveles de referencia y tasas de intercambio. (Niosh, 2005).

2.4 Ruido no ocupacional

La exposición a sonidos fuertes, independientemente de su duración, provoca cansancio en las células sensoriales auditivas, lo que da lugar a una pérdida temporal de audición o acufenos (sensación de zumbido en los oídos). Los sonidos de alta frecuencia (agudos) se ven afectados en primer lugar, por lo que esa pérdida podría no ser perceptible de forma inmediata. El uso de dispositivos de audio para uso personal como los reproductores de música, suelen escucharse a volúmenes perjudiciales y durante largos periodos de tiempo. Todo ello supone con frecuencia un grave riesgo de pérdida auditiva irreversible. (Córdoba, 2013)

Algunas personas pueden ser más propensas que otras a la pérdida de audición provocada por el ruido. La exposición al ruido durante la juventud contribuye a la pérdida de audición relacionada con la edad. Escuchar música a un volumen elevado durante la adolescencia puede provocar pérdida auditiva y considerables dificultades de comunicación en etapas posteriores de la vida. Se considera que 85 decibelios (dB) durante un máximo de 8 horas es el nivel máximo de exposición sin riesgos. El volumen de salida de los dispositivos de audio personales puede oscilar entre los 75 dB y los 136 dB. Por lo general, los usuarios de dispositivos de audio personales suelen fijar su volumen entre los 75 dB y los 105 dB (Córdoba, 2013).

2.5 Tipos de auriculares recreativos

Los auriculares se pueden clasificar según su diseño (externos e internos), calidad del sonido (abierta o cerrada) e impedancia (alta o baja). De acuerdo a su diseño, se dividen en dos grandes grupos:

- ✓ Los externos son los auriculares que quedan por fuera del pabellón de la oreja y que según algunas clasificaciones también se subdividen en *circumaurales*,

que son aquellos que rodean la oreja con una almohadilla de espuma, y los *supra-aurales*, que constan de una almohadilla que descansa sobre la oreja pero sin cubrirla del todo. En cuanto a la calidad del sonido, tanto unos como otros pueden ser abiertos, si permiten la fuga de sonido al exterior y también recogen parte de ese sonido exterior, o cerrados, si el sonido no sale hacia afuera y aíslan por completo del ruido ambiente.

- ✓ Los internos o intra-aurales, cuyo nombre técnico correcto es auriculares intracanales, son los que quedan dentro del conducto auditivo. Algunas clasificaciones también los subdividen en *ear-buds* o *botones* de oreja, que son los más habituales y que se colocan a la entrada de la oreja, pero no llegan a penetrar en ella, y los *intra-auriculares*, que sí se colocan dentro del canal auditivo. De nuevo, en este segundo caso, los expertos en audición son partidarios de designar a todos estos subtipos de auriculares bajo la nomenclatura de intracanales. Además de por su diseño, los auriculares se distinguen por una característica técnica se trata de la impedancia, que es la resistencia que el auricular ejerce al paso de la corriente. (Gou, 2012)

La audición es una facultad muy valiosa, y los daños auditivos provocados por el ruido excesivo son irreversibles. La pérdida de audición provocada por el ruido es prevenible, por lo que se deben invertir más esfuerzos en evitarla.

3. Metodología

3.1 METODO DE ESTUDIO

Este proyecto está basado en un estudio cuantitativo – descriptivo. Según (Hernandez, R, Fernandez, C Baptisita, L (2010) el método descriptivo busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Este mismo autor refiere que el enfoque cuantitativo permite medir fenómenos, utiliza estadísticas, tiene un proceso secuencial, deductivo.

Por consiguiente el presente estudio permite identificar y analizar los resultados basados en Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD), de jóvenes que usan RAD. Se caracteriza por ser de corte transversal ya que solo medirá en una sola ocasión las variables involucradas.

3.2 Caracterización de población

Se conformó un grupo de jóvenes estudiantes de la Corporación Universitaria Iberoamericana de primer y segundo semestre de la carrera de Fonoaudiología con edades comprendidas entre 18 a 25. Los sujetos fueron seleccionados con la aplicación de los siguientes procedimientos:

- Rango de edades comprendidas entre 18 a 25 años.
- Jóvenes que hacen uso de auriculares (mínimo 1 hora diaria).

- Tiempo de exposición, mínimo de un año.
- Jóvenes con integridad del oído externo y medio.
- Resultados con Timpanograma tipo A (integridad de membrana timpánica, movilidad y reflejos presentes).

3.2.2. Factores excluyentes.

- Antecedentes otológicos personales o familiares
- Tapones de cerumen
- Resultado de la audiometría tonal que indicara hipoacusia conductiva o hipoacusia mixta.
- Jóvenes con estado gripal activo.

Se realizó una selección cuidadosa y controlada teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión mencionados con anterioridad.

3.3 Procedimiento

Aplicación de encuesta, la cual debían responder previa a evaluación audiológica, este encuesta fue creado por las autoras (vera anexo), se utilizó con el objetivo de identificar quienes hacen uso de Reproductores de Audio digital (RAD), teniendo en cuenta el tiempo de uso, el tipo de auriculares, molestias auditivas generadas. Inicialmente la población incluyo a 122 alumnos, fueron excluidos 28 sujetos en esta etapa por rango de edad (18-25), 5 ya que no hacen uso de ningún tipo de Reproductor de Audio digital (RAD).

Después de haber seleccionado la población, los sujetos fueron informados de los procedimientos que se realizaron a través de consentimiento informado. (Ver anexo).

Una vez informados del procedimiento se realizó apertura de historia clínica (ver anexo), como etapa de proceso de evaluación inicial a fin de obtener el mayor número de datos sobre el paciente que permitió plantear hipótesis del estado auditivo inicial. En esta etapa se encontró que 6 sujetos presentaron antecedente otológicos 4 de ellos con estado gripal activo y 2 con episodios de otitis recurrente.

Luego se realizó una exploración de oído externo, por medio de otoscopia, para determinar su integridad y descartar presencia de alteraciones estructurales (tapón de cera, mal formación congénitas (etc.), que pudiera interferir en los resultados de las pruebas necesarias para el estudio. Al realizar otoscopia se encontró que 2 sujetos presentaban tapón total de cerumen.

Se continuo con prueba electroacústica (Inmitancia) para determinar el estado, integridad de oído medio, esta prueba se realizó con el fin de determinar el tipo de curva, la cual debía ser Tipo A (Jerger, 1970) para formar parte de la muestra. Cualquier curva distinta a esta fue motivo de exclusión, en segundo lugar se observó la presencia de reflejos en las frecuencias 0.5, 1,2 y 4 KHz ipsilaterales y 0.5 y 1 KHz para contralaterales, que debían estar presentes para formar parte de la muestra. Una vez obtenidos los resultados de esta prueba 2 sujetos presentaron alteraciones en oído medio. Finalizada esta etapa se descartan 24 participantes ya que no asistieron a la aplicación de ninguna pruebas. De esta manera la población quedo reducida a una muestra de 54 jóvenes.

Así mismo se realizó una prueba subjetiva comportamental (Audiometría Tonal), para determinar umbral auditivo. Se determinaron umbrales auditivos de todos los sujetos en estudio, en las frecuencias 0.25, 0.5, 1,2,3,4,6 y 8 KHz. Estas fueron tomadas por conducción aérea.

En seguida se aplicó prueba objetiva electroacústica de Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD), a fin de evaluar el estado e integridad de la cóclea (células ciliadas externas). El estímulo consistía en dos tonos puros (f_1 y f_2) con relación f_2/f_1 de 0,22. F_1 fue presentado a una intensidad de 65 dB y f_2 a 55 dB. Las frecuencias presentadas fueron 1, 2, 3, 4, 6 y 8 Hz. Dentro de los parámetros señal ruido se consideró que la relación señal /ruido debe ser mayor de 6dB.

Al realizar la prueba se tuvo en cuenta que los sujetos debían cumplir con mínimo 12 horas de reposo auditivo).

Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de audiolología de la Corporación Universitaria Iberoamericana. Esta cuenta con cabinas sonoamortiguada que cumplen con estándares de norma ISSO, para garantizar las condiciones adecuadas de silencio.

Una vez aplicadas las pruebas y obtenidos los datos se procedió a tabular, cuantificar los resultados y así realizar un análisis detallado.

3.4 Técnicas para recolección de Información

1. Encuesta semi- estructurada de pregunta cerrada que nos permito conocer los factores incluyentes y excluyentes de la población objeto de estudio.
2. El consentimiento informado, nos permitió la realización formal de los procedimientos audiológicos, con el fin de aplicar el concepto de autonomía por parte del usuario de participar o no en la investigación.
3. Anamnesis permitió identificar antecedentes audiológicos, genero, tipo de auricular, tipos de música, tiempo de escucha (años, semanal y diariamente), frecuencia e intensidad. Otoscopia: Observar la integridad física del pabellón auricular, conducto auditivo externo y membrana timpánica.
4. Inmitancia Acústica prueba electroacústica que determino integridad y funcionalidad de oído medio.
5. Audiometría Tonal que permitió determinar umbral auditivo, vía aérea.
6. Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión, (OEAPD), evalúan actividad coclear en frecuencias específicas, brindando información de zonas determinas de la cóclea.

3.4.1 Instrumentos para exámenes Aditivos.

1. Impedanciometro evalúa y establece la integridad y funcionalidad del Oído Medio. Se realizó este examen ya que fue tomado como un criterio de inclusión.
2. Cámara sonoamortiguada: Aísla el ruido externo y dio mayor confiabilidad en el examen.
3. Audiómetro: Prueba subjetiva, mide cuantitativamente y controlada la capacidad auditiva periférica determinado umbral auditivo.
4. Otoemisiones Acústicas: Equipo GSI Audera, modelo (AEP/CAEP/ASSR/OAE) Tipo 2 A. Ref .AU080913).
5. (Son sonidos que se producen en la cóclea normal por su propia actividad (Movimiento de células ciliadas externas aun sin una estimulación auditiva específica. Estas señales del oído pueden ser medidas con un micrófono sensible que registra las emisiones a partir de estímulos sonoros, y mide si la cóclea está funcionando normalmente.

ESTADO AUDITIVO DE JOVENES USUARIOS DE REPRODUCTORES DE AUDIO DIGITAL (RAD) BASADOS AUDIOMETRIA TONAL Y OTOEMISIONES ACUSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN

ACTIVIDADES	FECHA INICIO	FECHA FIN	2015				2016										
			SEPT/BRE	OCT/BRE	NOV/BRE	DIC/BRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT/BRE		
INICIO																	
Iniciación Proyecto de Grado	2015-09-18	2015-09-18															
PLANEACION																	
Estructuración Ante-Proyecto	2015-09-24	2015-09-29															
EJECUCION																	
Elaboración Propuesta Preliminar	2015-10-16	2015-10-16															
Elaboración y Revisión Bibliográfica	2015-10-17	2015-11-30															
Entregas	2015-11-17	2015-11-17															
Concepto Comité Focal Aprobado con ajustes	2016-01-25	2016-01-25															
Elaboración, Revisión Bibliográfica y Ajustes	2016-01-26	2016-01-31															
Ajustes y Revisión de la Metodología	2016-02-01	2016-03-04															
Elaboración Carta de Presentación del Proyecto	2016-03-08	2016-03-08															
Socialización de Avances del Proyecto	2016-03-10	2016-03-10															
Charla Informativa y Selección de Población	2016-03-14	2016-03-31															
Aplicación de Encuesta	2016-04-04	2016-04-16															
Entrenamiento Uso de Equipos	2016-04-18	2016-04-29															
Solicitud préstamo de laboratorio	2016-05-02	2016-05-13															
Aplicación de prueba auditivas (otoscopia, audiometría, Inmitancia acústica)	2016-05-16	2016-05-27															
Aplicación de pruebas electroacústicas	2016-05-30	2016-06-20															
Tabulación de información	2016-06-21	2016-07-08															
Análisis de resultados	2016-07-11	2016-07-22															
Elaboración de artículo y revisión	2016-07-25	2016-07-29															
Entrega de documento final al comité Focal	2016-08-01	2016-08-01															
Recibir ajustes por parte de comité focal	2016-08-15	2016-08-15															
Asesoría de ajuste del proyecto	2016-08-21	2016-08-21															
Revisión y elaboración de ajustes	2016-08-22	2016-09-02															
CONTROL																	
Asesorías	2016-01-30	2016-03-05															
CIERRE																	
Entrega de documento final	2016-09-05	2016-09-05															

4. Análisis de Resultados

Los datos recogidos a través de las diferentes pruebas aplicadas fueron sometidos a un análisis descriptivo, considerando tres partes: Análisis en la encuesta para describir los participantes del estudio, Análisis de los resultados de Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) y Prueba de comparación entre los resultados generales de Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD).

Análisis descriptivo: el estudio se realizó con 54 participantes quienes fueron seleccionados luego de aplicar los filtros definidos anteriormente en el estudio. El rango de edad de estos estaba entre los 18 y 25 años de edad a continuación.

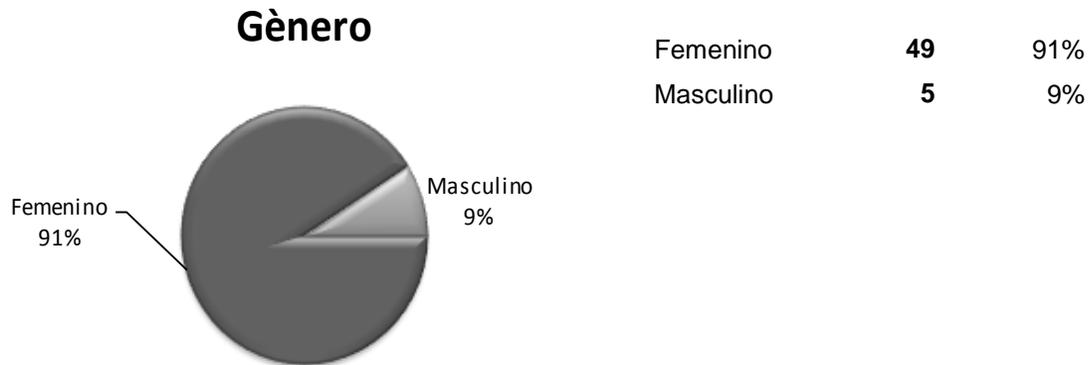
Para el análisis estadístico de datos se utilizó el programa Microsoft Excel, donde se tuvo en cuenta variables socio-demográficas como edad, género, relacionándola con umbral auditivo, Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión y hábitos auditivos.

4.1 Indicadores

Fueron evaluados 54 jóvenes usuarios (RAD); en la evaluación de Inmitancia acústica los resultados arrojados fueron que todos los jóvenes tuvieron Timpanograma tipo A y reflejos estapediales ipsi y contralaterales presentes, lo cual fue un indicador que la población cumplía con los requisitos para aplicación de OEAPD.

4.2 GÈNERO

Grafica 1



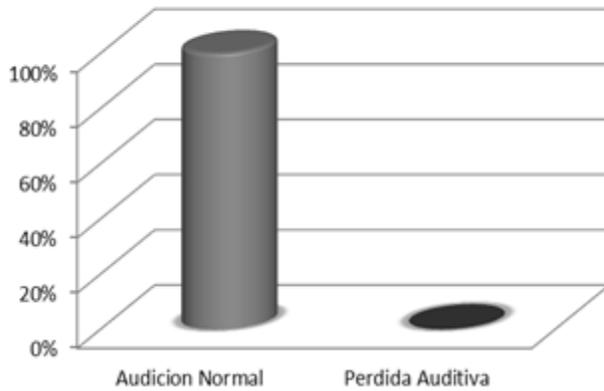
Los resultados mostraron que la mayor participación de los jóvenes usuarios (RAD) fue del género femenino con el 91 %.

4.3 AUDIOMETRIA TONAL

Grafica 2 Resultados Audiometría Tonal

Audición Normal	54	100%
Pérdida Auditiva	0	0%

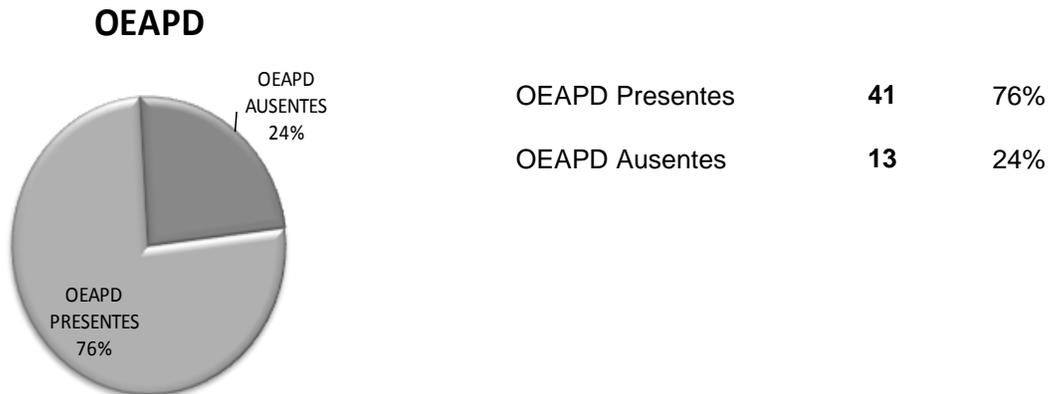
Audiometria Tonal



Al realizar la audiometría tonal, evaluando las frecuencias 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz y 8000Hz; los resultados obtenidos fueron que el 100% de la población evaluada tuvo Audición Normal Bilateral.

4.4 RESULTADOS OTOEMISIONES ACUSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN

Grafica 3. Resultados Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión



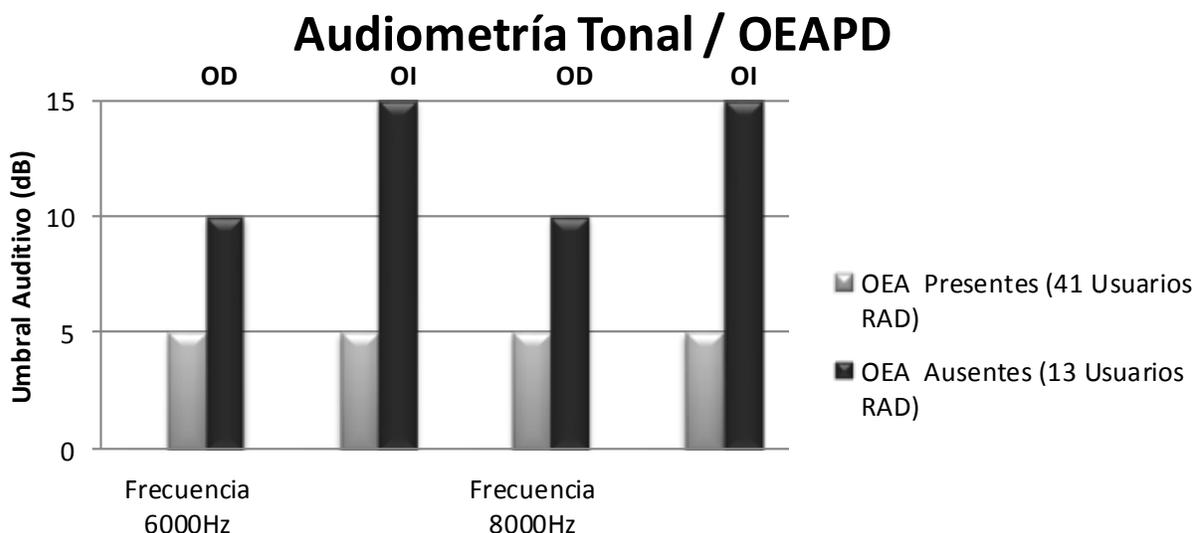
El 76% de la población evaluada, correspondiente a (41) usuarios de RAD, obtuvieron OEAPD producto de distorsión presentes, teniendo en cuenta nivel señal / ruido promedio mayor de 6 dB en todas las frecuencias (1 KHz, 2KHz, 3KHz, 4KHz, 6KHz, 8KHz), mientras que el 24% de la población correspondiente a (13) obtuvieron OEAPD ausente en las frecuencias (6 KHz y 8KHz).

De acuerdo a la presente investigación se evidenció que en las frecuencias de 6000 Hz y 8000Hz presentaron OEAPD ausentes para el 24% de los jóvenes evaluados.

A continuación se presentan los siguientes graficas correlacionando los resultados de audiometría tonal y hábitos auditivos tanto del 76% de jóvenes con OEAPD presentes como del 24% de jóvenes que tuvieron OEAPD ausentes.

4.5 RESULTADOS AUDIOMETRIA TONAL/ OEAPD

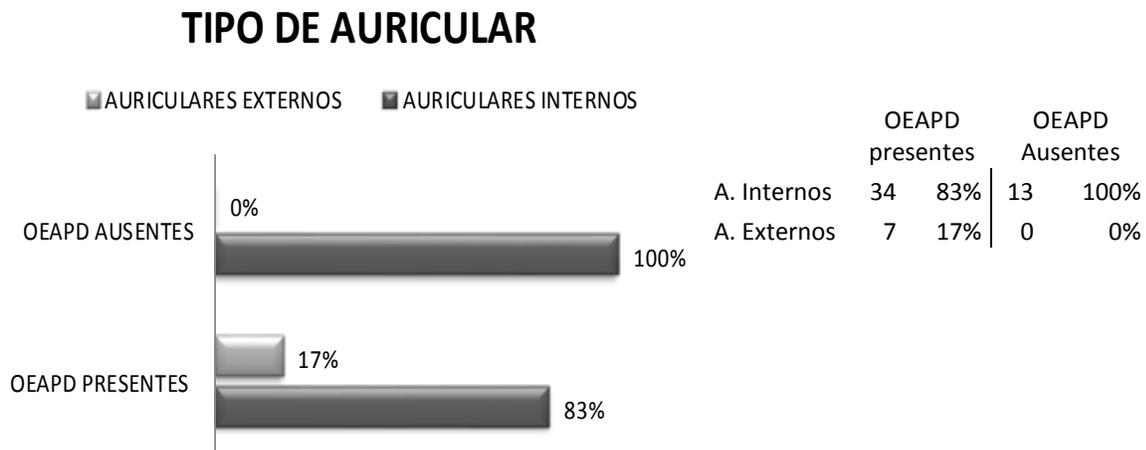
Grafica 4. Resultados Audiometría Tonal, promedio umbral auditivo Fr 6KHz, 8KHz / OEAPD



La grafica 4 muestra el promedio de los umbrales auditivos en las frecuencias analizadas de 6000Hz y 8000Hz. Se puede observar que todos los umbrales obtenidos se encuentran dentro de los rangos normales ($\leq 20\text{dB}$), en las Fr 6KHz y 8KHz, los jóvenes que obtuvieron OEAPD presentes el promedio de umbral auditivo hallado fue de 5dB en ambos oídos mientras que en los jóvenes que tuvieron OEAPD ausentes en las FR 6KHz, 8KHz en oído derecho el promedio de umbra auditivo fue de 10dB, y para oído izquierdo en Fr 6KHz y 8KHz fue de 15dB.

4.6 RESULTADOS TIPO DE AURICULAR

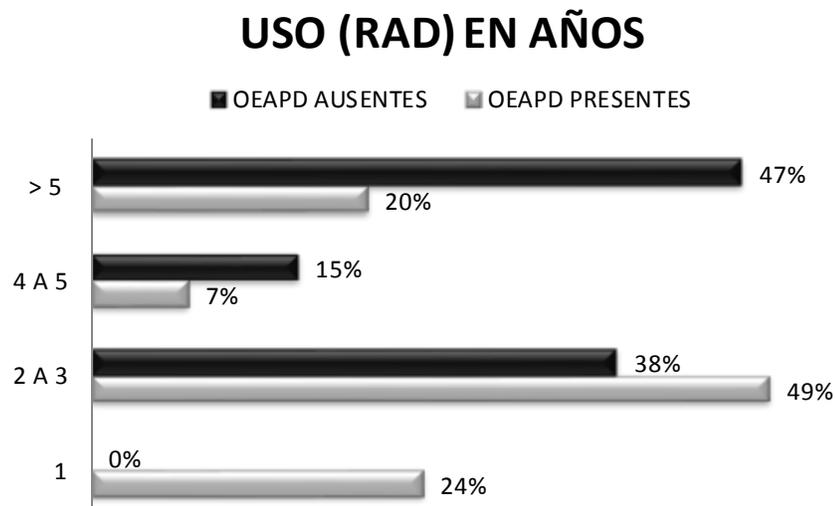
Grafica 5. Correlación de hábitos auditivos en jóvenes usuarios (RAD)



El 83% de jóvenes con OEAPD presentes, usan auriculares tipo interno, mientras que el 100% de jóvenes con OEAPD Ausentes, usan auriculares internos.

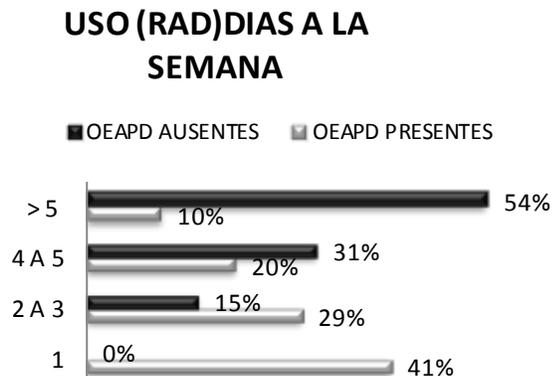
4.7 RESULTADOS HÁBITOS AUDITIVOS

Grafica 6. Hábitos auditivos por uso en años

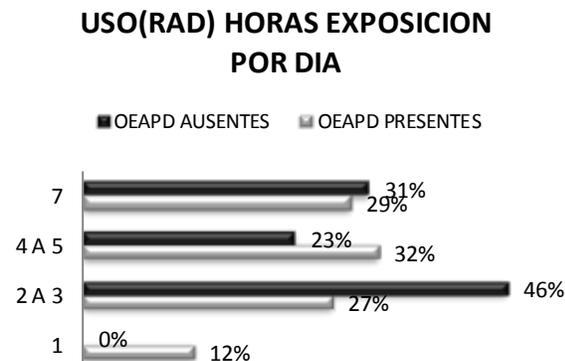


Los resultados por uso de RAD por años muestran que los jóvenes que presentaron OEAPD presentes usan los (RAD) de 2 a 3 años con el 49%, mientras que los jóvenes que presentaron OEAPD ausentes el 47% de ellos llevan más de 5 años usando (RAD).

Grafica 7. Uso (RAD) por semana



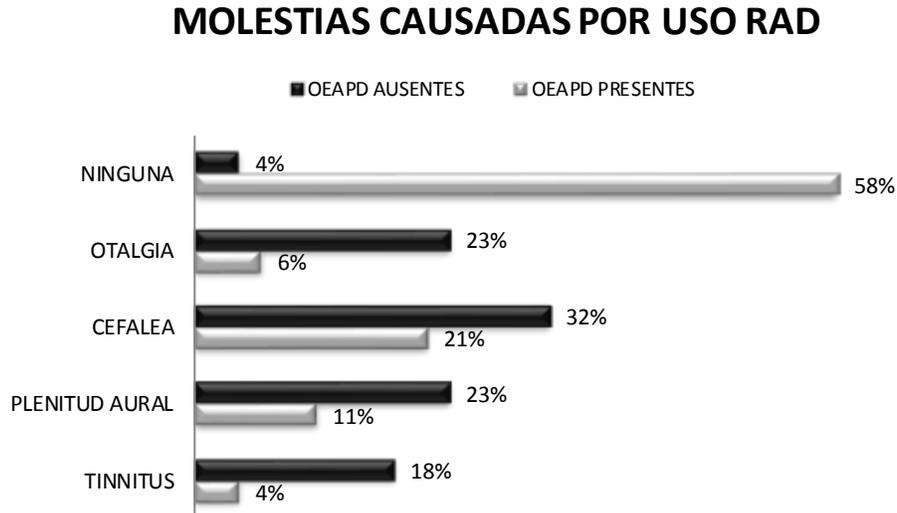
Gráfica.8 Uso (RAD) por horas



En la gráfica 7 y 8, los jóvenes usuarios (RAD) con OEAPD presentes, el 41% los usan un día a la semana y el 32% lo usan de 4 a 5 horas por día, mientras que los jóvenes con OEAPD ausentes, el 54% usan los RAD más de 5 días a la semana y 46% lo utilizan de 2 a 3 horas por día.

4.8 RESULTADOS MOLESTIAS AUDITIVAS

Grafica 9. Molestias causadas por uso RAD



Los resultados nos muestran que el 58% de jóvenes usuarios (RAD) con OEAPD presentes refieren no tener ningún tipo de molestia en su salud por el uso de (RAD), mientras que los jóvenes con OEAPD ausentes refieren presentar síntomas al usar (RAD) como otalgia, plenitud aural, tinitus y en mayor proporción cefalea con el 32%, solo el 4% manifiesta no tener ninguna molestia por uso (RAD).

5. Discusiones

De acuerdo a los hallazgos estadísticos reportados en la muestra que conforma el presente estudio corrobora que la utilización de Reproductores de Audio Digital (RAD) afecta la funcionalidad de las células ciliadas externas, inicialmente de forma incipiente. Esta afección se ve reflejada en los resultados obtenidos de las pruebas audiológicas aplicadas.

En de Audiometría Tonal los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de normalidad el según la ASHA (menor o igual a 20 dB)

Aunque los umbrales Audometricos se encuentran dentro del rango normal auditivo, 13 usuario RAD correspondientes al 24% de la población , en OEA presentaron ausencia de respuesta para las frecuencia 6 KHz y 8 KHz, lo que podría sugerir que el desempeño auditivo se encuentra disminuido por fatiga de las células ciliadas externas, según (Colombo, Majul & Casaprima, 2012) refieren que la primera manifestación de alteración auditiva por exposición continua al uso de reproductores de audio digital (RAD) es el incremento de la fatiga del órgano de Corti dando lugar a la aparición de lesiones en las células ciliadas externas (CCE), las cuales desorganizan su estructura y se atrofian, no logrando desempeñar el correspondiente papel de amplificador coclear, estas corresponden a sonidos de frecuencias más altas que no son probados rutinariamente con audiometría convencional (Audiometría Tonal).

De acuerdo a los hábitos auditivos el tipo de auricular de mayor uso por la población en general fue el auricular tipo interno, en los jóvenes con OEAPD presentes el promedio de uso se encuentra entre los dos a tres años, con promedio de 1 día a la semana y 4 a 5 horas por día; mientras que los jóvenes que presentan OEAPD ausentes en frecuencias aguda 6KHz y 8 KHz utilizan los auriculares en promedio hace 5 año o más, con promedio de 5 días a la semana y de 2 a 3 horas por día. Lo anterior sugiere que los usuarios con OEAPD ausentes pueden estar asociado a los hábitos auditivos por el tipo de auricular y el tiempo de exposición Según Gou, J. (2012). Refiere que Los auriculares internos son más perjudiciales para la salud auditiva, porque se colocan más cerca del tímpano y, por lo tanto, aumentan el nivel de presión acústica. Con respecto al tiempo de uso según (Colombo, Majul & Casaprima, 2012), estos dispositivos dejan como consecuencia la pérdida auditiva que varía según el tiempo de exposición (número de horas seguidas escuchando música), intensidad (según lo elevado del volumen) y de las características de cada persona según (Vogel, Verschuure, Van Der Ploeg, Brug & Raat, 2010).

Por otra parte investigaciones realizadas en el 2007 en los Estados Unidos, los autores han estimado que aproximadamente el 5% a 10% de los jóvenes que usan reproductores MP3 están en riesgo de el desarrollo de la pérdida permanente de la audición después de 5 o más años a causa de la exposición a la música por más de 1 horas al día (7 horas por semana) en los niveles de sonido superior a 89 dB.

Las molestias presentadas por el uso RAD en usuario con OEAPD ausentes fueron: otalgia, plenitud aural, tinnitus y en mayor proporción cefalea, mientras que los usuarios con OEAPD presentes en promedio no manifestaron ninguna molestia auditiva. Según (Noguéz Trejo & Martínez Wbaldo, 2002). Refiere que el uso continuo de auriculares para escuchar música contribuye al daño irreversible en las células ciliadas debido a la presión sonora que ejerce el nivel de volumen cerca del oído ocasionando pérdida de la audición, ésta se considera una enfermedad silenciosa, ya que se instala lentamente. En ocasiones son otras personas quienes sospechan del problema de audición del individuo, perdiendo tiempo valioso para un diagnóstico y tratamiento oportuno.

6. Conclusiones

Se identificó el estado auditivo, por medio de los resultados obtenidos en Audiometría Tonal, dando cuenta del funcionamiento adecuado del sistema auditivo y capacidad para escuchar los sonidos del lenguaje y del ambiente se encuentran entre parámetros normales (0 – 20 dB).

Se determinó las características funcionales de las células ciliadas externas a través de las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD), el parámetro de relación señal /ruido en promedio no es mayor de 6dB, por lo tanto se constatan como presentes para el 76% de la población. El 24% de la población restante, presenta Otoemisiones Acústicas ausentes para las frecuencias 6KHz y 8KHz.

Al comparar los hallazgos de Audiometría Tonal y Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) como prueba complementaria, en la detección temprana de pérdida auditiva en jóvenes usuarios de reproductores de audio digital (RAD) , se observa que dentro de la población usuaria de RAD un alto porcentaje de la muestra presenta ausencia de Otoemisiones Acústicas pese a tener una Audiometría tonal dentro de parámetros normales, lo cual podría sugerir que el uso de este tipo de dispositivos pueden generar deterioro incipiente a nivel coclear.

En relación con los resultados de audiometría tonal a pesar de que todos los promedios de los umbrales audiometricos en frecuencias agudas 6KHz y 8KHz se encuentran dentro del rango normal, existen algunos valores en la audiometría tonal que llaman la atención tanto en los jóvenes usuarios de RAD con OEAPD presente y OEAPD ausentes, ya que el promedio de umbral audiometricos de los jóvenes usuarios de RAD con OEAPD ausentes es mayor, para oído derecho en frecuencias agudas 6KHz y 8KHz (10dB) y para oído izquierdo (15dB); mientras que en los jóvenes usuarios de RAD con OEAPD presentes el promedio de umbral auditivo para frecuencias agudas de 6KHz y 8KHz fue de (5 dB) en los dos oídos, lo cual nos indica que pese a que estas frecuencias se encuentran dentro de parámetros de normalidad en audiometría tonal, si se empieza notar un proceso incipiente de deterioro en las OEAPD.

Entre los hábitos auditivos el tipo de auricular más usado por los jóvenes fue el auricular tipo interno.

Los jóvenes usuarios RAD que presentaron OEAPD ausentes han venido haciendo uso de estos dispositivos (auriculares) por más de 5 años, por más de 5 días a la semana y por más de 2 a 3 horas por día.

Los jóvenes con OEAPD ausentes refieren presentar síntomas al usar (RAD) como otalgia, plenitud aural, tinnitus y en mayor proporción.

Los cambios en las OEAPD es un índice significativo de lesión auditiva insipiente instaurada para estas frecuencias (6KHz y 8KHz).

7. Recomendaciones

Continuar con estudios longitudinales que permitan determinar en diferentes periodos de tiempo el estado auditivo de jóvenes usuarios de RAD.

Implementar las OEAPD como prueba de evaluación audiológica básica, que permita determinar el estado auditivo de población usuaria de RAD e intervención temprana, así mejorar la calidad de vida de los usuarios y a su vez, disminuir los costos de los procedimientos requeridos en una detección e intervención tardía.

En conjunto con los entes de salud implementar programas de conservación auditiva dirigida a adolescentes usuario de RAD, a fin de concienciar sobre el uso, el mal uso de estos dispositivos y las consecuencias de tipo auditivo que puede generar en el tiempo.

8. Bibliografía

- Axelsson, A., & Lindgren, F. (1985). Is there a relationship between hypercholesterolaemia and noise-induced hearing loss? . *Acta Otolaryngol* , 379-386 .
- Bhagat, S. P. (2008). Modification of otoacoustic emissions following ear-level exposure to MP3 player music. *International Journal of Audiology*, 751-760.
- Carter, N., Murray, N., Khan, A., & Waugh, R. (1984). A longitudinal study of recreational noise and young people's hearing. *J. Audiol*, 45-53.
- CCRSERI. (2008). Los científicos advierten de los riesgos para la salud derivados de la exposición al ruido procedente de reproductores de música personales. *Revista del Comité Científico de Riesgos Sanitarios Nuevos y Emergentes de la Comisión Europea*, 1-2.
- Cerrillo, P., & García Padrino, J. (2001). *Hábitos lectores y animación a la lectura* . La Mancha, España: Universidad de Castilla-La Mancha .
- Chaves Peñaranda, B. A. (2010). (Chaves Peñaranda, Barreto Arizabaleta, López Campo, Pino Gómez, Potosí Rodríguez & Sotelo Burbano, 2007). *Universidad del Cauca*, 1-6.
- Colombo, M., Majul, L., & Casaprima, V. (2012). *Resultados de estudios audiométricos y hábitos auditivos en jóvenes universitarios*. Argentina: Universidad del Rosario Unidad de ciencias médicas.
- Córdoba Parra, S. (2013). *Hipoacusia causada por el uso de estéreos personales de audio por presión sonora en jóvenes de la institución educativa pablo tarso y estrategias para disminuir esta problemática en salud ambiental*. Popayan: Universidad de Popayan.

- Córdoba, S. C. (2013). Hipoacusia causada por el uso de estéreos personales de audio por presión sonora en jóvenes de la institución Pablo Tarso y estrategias para disminuir esta problemática en salud ambiental. *UNIVERSIDAD DE MANIZALES CENTRO DE INVESTIGACIONES Y EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO CIMAD* (págs. 1-82). MANIZALES: UNIVERSIDAD DE MANIZALES.
- DANE, C. (2001). *Hábitos de lectura y consumo de libros en Colombia*. Bogotá: Fundalectura.
- Duci, R., Pons, A., Porta, L., Moya, A., Salomon, J., Martínez, H., . . . Marino, C. (2004). Detección universal de hipoacusias en recién nacidos. *Rev otorrinolaringol cir cab-cuello*, 143-150.
- Gou, J. (2012). De la música al silencio. *Salud*, 18-21.
- Gutiérrez, C., Neira, L., Martínez, M., Olave, D. S., & Soler, L. (2010). Descripción de otoemisiones acústicas en pacientes con. *Corporación Universitaria Iberoamericana.*, 13-18.
- Hutchinson Marron, K. S. (2014). Music Listening Behavior, Health, Hearing and Otoacoustic Emission Levels. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, , 7592-7607.
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*, 311-324.
- Keppler, H., Dooghe, I., & Vinck, B. (2015). Hearing in young adults. Part I: The effects of attitudes and beliefs toward noise, hearing loss, and hearing protector devices. . *Noise and Health*, 237-244.
- Meyer-Bish, C. (1996). Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (Personal cassette players, discotheques, rock concerts) High-definition audiometry survey on 1364 subjects. *Audiology*, 121-142.
- Noguez, L., & Martínez, M. d. (2002). Percepción auditiva vs. audiometría tonal en adultos sin valoración auditiva previa. *Anales de otorrinolaringología mexicana*, 29-32.

- OMS, O. M. (2015). *Escuchar sin riesgos*. Suiza: Organización Mundial de la Salud departamento de enfermedades no transmisibles, discapacidad y prevención de la violencia y los traumatismos (NVI).
- Reavis, K., & Mc Millan, G. (2013). Meta-Analysis of distortion product otoacoustic emission retest variability for serial monitoring of cochlear function in adults. *Ear hear*, 12-27.
- Sambola. (2006). *Otoemisiones acústicas en pacientes diabéticos no insulino dependientes*. Barcelona: Departamento de cirugía, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Santaolalla, F., Martínez, A., Rodríguez, A., Sánchez del Rey, A., & Sánchez, J. (2008). Evaluation of Cochlear Function in Normal-Hearing Young Adults Exposed to MP3 Player Noise by Analyzing Transient Evoked Otoacou. *Journal of Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 718-724.
- Sulaiman, A. H., Husain, R., & Seluakumaran, K. (2014). Evaluation of early hearing damage in personal listening device users using extended high-frequency audiometry and otoacoustic emissions. *European Archives of Otorhinolaryngology*, 1463–1470.
- Vogel, I., Verschuure, H., Van Der Ploeg, C. P., Brug, J., & Raat, H. (2010). Estimating Adolescent Risk for Hearing Loss Based on Data From a Large School-Based Survey. *American Journal of Public Health*, 1095-1100.
- Zhao, Manchaiah, French, D., & Price, S. (2010). Music exposure and hearing disorders: an overview. *Int J Audiol.* , 54-64.

ANEXO I CONSENTIMIENTO INFORMADO

 <p>iberoamericana CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA</p>	<p style="text-align: center;">CONSENTIMIENTO INFORMADO</p> <p>ESTADO AUDITIVO DE JOVENES USUARIOS DE REPRODUCTORES DE AUDIO DIGITAL (RAD) BASADOS EN AUDIOMETRIA TONAL Y OTOEMISIONES ACUSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN</p>
---	--

Yo, _____ con cédula de ciudadanía No. _____ de _____.

Autorizo el uso de mi información personal, antecedentes médicos/otológicos y resultados de la evaluación audiológica (Otoscopia, Audiometría Tonal, Inmitancia Acústica, Otoemisiones Acústicas) para la ejecución del proyecto de investigación: **“Estado auditivo de jóvenes usuarios de reproductores de audio digital (RAD) basados en audiometría tonal y otoemisiones acústicas producto de distorsión”**. El cual busca caracterizar el estado auditivo asociado al uso de RAD en jóvenes de 18 a 25 años de edad, mediante los resultados obtenidos en audiometría tonal y otoemisiones acústicas producto de distorsión. Confirmando que me han explicado la realización de los exámenes (Otoscopia, Audiometría Tonal, Inmitancia Acústica, Otoemisiones Acústicas) que consisten que a través de la otoscopia es una observación de la parte externa del oído, la Audiometría Tonal es una prueba de sensibilidad auditiva que no implica ningún riesgo físico y que requiere de respuestas simples, la Inmitancia acústica es una prueba que mide el estado del oído medio a través de presión de aire y presión sonora, las Otoemisiones Acústicas es una prueba no invasiva que mide respuestas de la cóclea ante estimulación con un sonido.

Entiendo que mi participación es voluntaria y no me acarrearé ningún gasto. Así como también, una vez que el proceso inicie puedo rehusarme a participar siendo parte de este estudio. Comprendo además que la recolección de la información para la presente investigación se llevará en el espacio del consultorio y que no seré sometido a ningún tipo de procedimiento en la que pueda encontrarme en riesgo, ya que el tipo de investigación se ubica dentro del artículo 11 de la resolución 8430 de 1993, dentro de riesgo mínimo: “Son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios”. De igual modo, entiendo que puedo ejercer mi derecho a tener conocimiento en relación con la información que se recolecte durante el desarrollo del proyecto

de investigación y que los datos personales que se me pidan como mi nombre y documento de identidad no serán de conocimiento público. Los resultados del estudio serán de gran ilustración para las estudiantes de la especialización en Audiología.

De igual forma entiendo que esta actividad se desarrolla dentro del marco institucional de la Corporación Universitaria Iberoamericana en la Ciudad de Bogotá, y que los datos obtenidos del trabajo serán utilizados solo para fines académicos considerándose dentro de éstos, posibles publicaciones. Comprendo además que si tuviera cualquier pregunta sobre el presente estudio, puedo dirigirme a las estudiantes de postgrado Esp. Audiología: Ayda Yanneth Jaime Pinilla, Carolina Flechas Castro, Sandra Liliana Garzón Velandia.

Firma del participante

Firma del investigador

Celular:

ANEXO 2 ENCUESTA

ENCUESTA	
 ibero. americana <small>CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA</small>	INVESTIGACIÓN “ESTADO AUDITIVO DE JOVENES USUARIOS DE REPRODUCTORES DE AUDIO DIGITAL (RAD) BASADOS EN AUDIOMETRIA TONAL Y OTOEMISIONES ACUSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN.”
Nombre: _____ Cedula _____ Edad _____	
Celular: _____ Fecha: _____ Genero: Femenino__ Masculino__ Mail: _____	
1. Usa auriculares para escuchar música? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
2.Cuál de los siguientes auriculares, según su diseño usa para escuchar música.	
	
A. Externos <input type="checkbox"/>	A. internos <input type="checkbox"/>
3. Hace cuánto tiempo usa auriculares para escuchar música?	
Desde hace 1 año	<input type="checkbox"/>
Desde hace 2 a 3 años	<input type="checkbox"/>
Desde hace 4 a 5 años	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

Desde hace más de 5 años

4. Cuantos días a la semana usa los auriculares para escuchar música?

Un día a la semana

De 2 a 3 días a la semana

De 4 a 5 días a la semana

Todos los días

5. Cuantas horas al día usa los auriculares?

Uso de 1 Hora

Uso de 2 a 3 Horas

Uso de 4 a 5 Horas

Uso de más de 5 Horas

6. Ha notado algunas de las siguientes molestias auditivas cuando usa los auriculares?

Pitos en los oídos

Dolor de oído

Sensación de oído tapado

Dolor de cabeza

Ninguna molestia

7. Cuando utiliza los auriculares para escuchar música, los usa:

Simultáneamente

Solo en el Oído Derecho

Solo en el Oído Izquierdo

8. En que ambientes usa los auriculares?

En ambientes silenciosos

En ambientes ruidosos

En ambos ambientes

**CORPORACION IBEROAMERICANA
ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGIA
HISTORIA CLINICA AUDITIVA**



1. DATOS PERSONALES									
Nombre:						N° Documento:			
Edad:	Género: M__ F__		Estrato: 1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__			Semestre:			
2. HISTORIA CLINICA									
ANTECEDENTES PERSONALES									
Diabetes			Migraña			Fármacos			
HTA			TBC			TCE			
Paperas			Fuma			Uso de Auriculares			
Rubeola			Practica Polígono			Frecuenta Discotecas			
Sarampión			Moto						
ANTECEDENTES OTOLOGICOS									
Otalgia			Otorrágia			Perforación Timpánica			Hipoacusia
otorrea			Infecciones			Cirugía de Oídos			Desde hace cuánto:
Tinnitus			Tipo: Grave			Agudo		continuo	
ANTECEDENTES FAMILIARES									
¿Existe alguna alteración auditiva en su familia?					Si	No	¿Cuál?:		

3. EVALUACIÓN AUDIOLOGICA

AUDIOMETRIA

OTOSCOPIA:

OIDO

DERECHO:

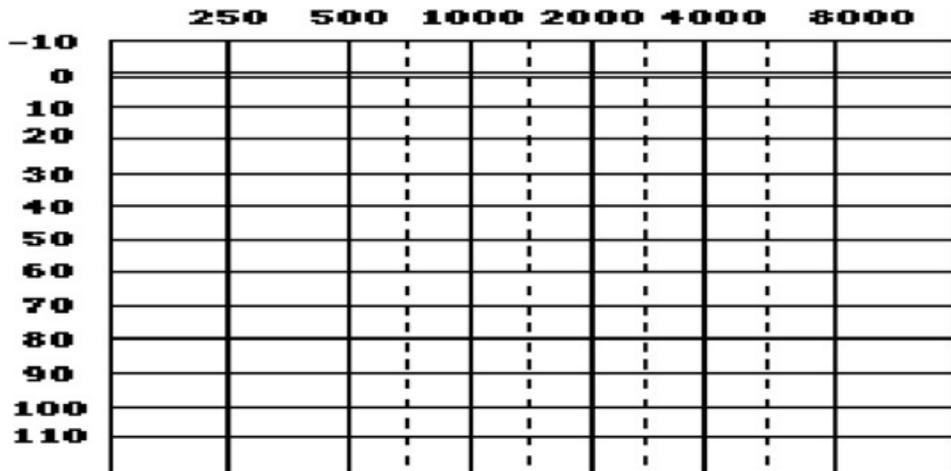
NORMAL ___ ANORMAL ___ DESCRIBA _____

OIDO

IZQUIERDO:

NORMAL ___ ANORMAL ___ DESCRIBA _____

AUDIOGRAMA



PTA OD ___ dB PTA OI ___ dB

Interpretación _____

INMITANCIA ACUSTICA

TIMPANOGRAMA

OIDO DERECHO		OIDO IZQUIERDO	
VFC		VFC	
Complacencia		Complacencia	
Presión		Presión	
Gradiente		Gradiente	
Tipo		Tipo	

REFLEJOS

OIDO DERECHO		OIDO IZQUIERDO		
IPSIL	CONTRA	ESTIMULO	IPSI	CONTRA
		500Hz		
		1000Hz		
		2000Hz		
		4000Hz		

Interpretación_____

Interpretación_____

Firma Evaluadora