

**ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS ESPACIOS  
ACADÉMICOS DE ENSAYO Y LOS EFECTOS EN LA AUDICIÓN DE UN  
GRUPO DE ESTUDIANTES DE MÚSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL  
SUROCCIDENTE COLOMBIANO.**

**BASTIDAS GONZÁLEZ, EDWIN FABIÁN**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA  
FONOAUDIOLOGÍA  
SANTIAGO DE CALI  
2016**

# **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS ESPACIOS ACADÉMICOS DE ENSAYO Y LOS EFECTOS EN LA AUDICIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE MÚSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO**

**BASTIDAS GONZÁLEZ, EDWIN FABIÁN**

**Trabajo de Grado.**

**Docentes asesoras:**

**Diana Patricia Jaramillo Agudelo**

**Laura González Salazar**

**Fonoaudiólogas**

**Especialistas en Audiología**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**FACULTAD DE SALUD**

**ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA**

**FONOAUDIOLOGIA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2016**

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>TABLA DE CONTENIDO</b>                                                              | <b>3</b>  |
| <b>IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>                                                     | <b>5</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO</b>                                                               | <b>7</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                        | <b>8</b>  |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                                                      | <b>9</b>  |
| <b>JUSTIFICACIÓN</b>                                                                   | <b>10</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO</b>                                                                   | <b>11</b> |
| DIAGRAMA MARCO TEÓRICO                                                                 | 12        |
| SONIDO                                                                                 | 13        |
| MAGNITUDES Y CUALIDADES FÍSICAS DEL SONIDO                                             | 13        |
| AMPLITUD O VOLUMEN                                                                     | 14        |
| FRECUENCIA                                                                             | 14        |
| TIMBRE                                                                                 | 15        |
| INTENSIDAD                                                                             | 16        |
| DECIBEL                                                                                | 16        |
| DECIBEL S.P.L                                                                          | 17        |
| DECIBEL H.T.L. O H.L                                                                   | 17        |
| MÚSICA, SONIDO Y BANDAS SINFÓNICAS                                                     | 18        |
| INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA                                                          | 19        |
| INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL                                                           | 20        |
| INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN                                                              | 20        |
| RUIDO                                                                                  | 21        |
| EFECTOS AUDITIVOS Y EXTRA-AUDITIVOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA | 21        |
| EFECTOS A NIVEL AUDITIVO                                                               | 22        |
| EFECTOS A NIVEL EXTRAUDITIVO                                                           | 23        |
| HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO                                                          | 24        |
| MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RUIDO                                                          | 25        |
| TIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA                                                           | 25        |
| PROTECCION AUDITIVA: TIPOS Y ATENUACION                                                | 26        |
| SONÓMETRO                                                                              | 26        |
| <b>OBJETIVOS</b>                                                                       | <b>27</b> |
| OBJETIVO GENERAL                                                                       | 27        |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS                                                                  | 27        |
| <b>ASPECTOS METODOLOGICOS</b>                                                          | <b>27</b> |
| TIPO DE ESTUDIO                                                                        | 27        |
| DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN                                                             | 28        |
| ENFOQUE DE INVESTIGACION                                                               | 28        |
| POBLACION                                                                              | 28        |

|                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PERIODO DE ESTUDIO                                                                                                                                                                                                          | 29        |
| FUENTES DE INFORMACION                                                                                                                                                                                                      | 29        |
| TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION                                                                                                                                                                                      | 29        |
| INSTRUMENTOS PARA EL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN                                                                                                                                                                             | 30        |
| EQUIPOS                                                                                                                                                                                                                     | 30        |
| CRITERIOS DE SELECCIÓN.                                                                                                                                                                                                     | 31        |
| PLAN DE ANÁLISIS                                                                                                                                                                                                            | 31        |
| <b>CONSIDERACIONES ÉTICAS</b>                                                                                                                                                                                               | <b>32</b> |
| <b>IMPACTO ESPERADO</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>32</b> |
| <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>                                                                                                                                                                                            | <b>33</b> |
| <b>TABLAS DE PRESUPUESTO</b>                                                                                                                                                                                                | <b>34</b> |
| TABLA 1. PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA POR FUENTES DE FINANCIACIÓN.                                                                                                                                                    | 34        |
| TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL POR SEMANA.                                                                                                                                                                  | 35        |
| TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL POR MES.                                                                                                                                                                     | 36        |
| TABLA 4. DESCRIPCIÓN GLOBAL DE LOS GASTOS DE PERSONAL.                                                                                                                                                                      | 37        |
| <b>VARIABLES DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN</b>                                                                                                                                                                             | <b>38</b> |
| TABLA 5 VARIABLES DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN                                                                                                                                                                            | 38        |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                                                                                                                                                           | <b>46</b> |
| RESULTADOS EN RELACIÓN A LA PREVALENCIA EN EL USO DE PROTECCIÓN AUDITIVA EN LOS LUGARES DE ENSAYO MUSICAL CON FINES ACADÉMICOS DE LOS INTEGRANTES DE UNA BANDA SINFÓNICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL SUR OCCIDENTE COLOMBIANO 49 |           |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                            | <b>54</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>60</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>61</b> |
| <b>CONFLICTO DE INTERESES</b>                                                                                                                                                                                               | <b>62</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>62</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>68</b> |
| CONSENTIMIENTO INFORMADO                                                                                                                                                                                                    | 68        |
| CARTA DE SOLICITUD PARA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN ESCUELA DE MÚSICA                                                                                                                                       | 70        |
| CARTA DE AVALA PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN ESCUELA DE MÚSICA                                                                                                                                                          | 72        |
| ACTA DE APROVACION COMITÉ DE ETICA HUMANA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE                                                                                                                                                       | 73        |

## IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |                                                                     |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Título:</b> Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una universidad del suroccidente colombiano.                                              |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Investigador Principal:</b><br>Edwin Fabián Bastidas González – 1038884                                                                                                                                                                               |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Co-investigadores:</b><br>Diana Patricia Jaramillo Agudelo<br>Correo electrónico: diana.patricia.jaramillo@correounivalle.edu.co<br>Teléfono: 3122514865<br>Laura González Salazar<br>Correo electrónico: lagonsa5@gmail.com<br>Teléfono: 31870777693 |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Nombre del Grupo de Investigación:</b> Gerontología y Geriatria.                                                                                                                                                                                      |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Línea de investigación:</b> Envejecimiento seguro y saludable.                                                                                                                                                                                        |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Entidad:</b> Universidad del Valle                                                                                                                                                                                                                    |                                                              |                                                                     |                               |
| Representante legal: Edgar Varela Barrios                                                                                                                                                                                                                |                                                              | Teléfono: 3392310                                                   |                               |
| Dirección: Calle 13 No. 100 - 00                                                                                                                                                                                                                         |                                                              | Fax: 3391486                                                        |                               |
| Ciudad: Cali                                                                                                                                                                                                                                             |                                                              | E-mail: rector@univalle.edu.co                                      |                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              | Departamento: Valle del Cauca                                       |                               |
| <b>Tipo de Entidad:</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                                                              |                                                                     |                               |
| Universidad Pública: <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                 | Universidad Privada: <input type="checkbox"/>                | Entidad Pública: <input type="checkbox"/>                           | ONG: <input type="checkbox"/> |
| Centro de Investigación Privado: <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                | Instituto de Investigación Público: <input type="checkbox"/> | Empresa: <input type="checkbox"/>                                   |                               |
| <b>Tipo de contribuyente:</b>                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                                     |                               |
| Entidad de derecho público: <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                          | Entidad de economía mixta: <input type="checkbox"/>          | Entidad industrial y comercial del estado: <input type="checkbox"/> |                               |
| Entidad de derecho privado: <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                     | Entidad sin ánimo de lucro: <input type="checkbox"/>         |                                                                     |                               |
| <b>Lugar de Ejecución del Proyecto:</b>                                                                                                                                                                                                                  |                                                              |                                                                     |                               |
| Ciudad: Cali                                                                                                                                                                                                                                             |                                                              | Departamento: Valle                                                 |                               |
| <b>Duración del Proyecto (en meses):</b> 12 meses                                                                                                                                                                                                        |                                                              |                                                                     |                               |
| <b>Tipo de Proyecto:</b> Investigación cuantitativa. Temática: Salud Auditiva en adultos.                                                                                                                                                                |                                                              |                                                                     |                               |
| Investigación Básica: <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                           | Investigación Aplicada: <input checked="" type="checkbox"/>  | Desarrollo Tecnológico o Experimental: <input type="checkbox"/>     |                               |
| <b>Tipo de Financiación Solicitada:</b> No aplica                                                                                                                                                                                                        |                                                              |                                                                     |                               |
| Recuperación Contingente: <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                       | Cofinanciación: <input checked="" type="checkbox"/>          | Reembolso Obligatorio: <input type="checkbox"/>                     |                               |
| <b>Valor solicitado a Colciencias:</b> No aplica                                                                                                                                                                                                         |                                                              |                                                                     |                               |

|                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valor Contrapartida: No aplica                                                                                                                                                                     |
| Valor total del Proyecto: No aplica                                                                                                                                                                |
| Descriptores / Palabras claves: Fonoaudiología, Audición, Acústica, Música Speech, Language and Hearing Sciences, Hearing, , Acoustics, Music                                                      |
| Nombre de la Convocatoria a la cual se presenta el proyecto: No aplica                                                                                                                             |
| Nombres completos, direcciones electrónicas, teléfono /fax e instituciones de 2 investigadores expertos en el tema de su propuesta y que estén en capacidad de evaluar proyectos en esta temática: |
| Julia María Fernández de Soto<br>Correo electrónico: juliafesa34@hotmail.com                                                                                                                       |
| Diana María Irurita Sánchez<br>Correo electrónico: diana.irurita@correounivalle.edu.co                                                                                                             |

## RESUMEN EJECUTIVO

**Título:** Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una universidad del Suroccidente Colombiano. **Problema:** Las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical, la exposición a altos niveles de presión sonora y la prevalencia del uso de protección auditiva, pueden influir directamente en la audición de los jóvenes estudiantes. **Objetivo:** Caracterizar la prevalencia en el uso de protección auditiva, las condiciones acústicas del lugar de ensayo académico musical y los tipos de instrumento usados por estudiantes pertenecientes a la banda sinfónica de la escuela de música de una universidad del suroccidente colombiano. **Aspectos metodológicos:** Se un realiza análisis de corte descriptivo con un marco de tipo correlacional trasversal, de tipo no experimental con un enfoque mixto. Se analizaron y correlacionaron la prevalencia en uso de protección auditiva de 29 estudiantes. Y las características de las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical a nivel académico de una universidad del suroccidente Colombiano. Para llevar a cabo la caracterización de las condiciones acústicas se tomaron en cuenta los parámetros establecidos desde la acústica arquitectónica e ingeniería de sonido para el acondicionamiento acústico de recintos; se generaron dos instrumentos que permitieran recolectar los datos de muestras; (1) un instrumento de recolección de datos estructurales, tipo y número de instrumentos pertenecientes a la banda sinfónica al igual que los niveles de presión sonora. (2) otro instrumento para identificar los daños y molestias por exposición a altos niveles de presión sonora y su posible relación con la acústica de las salas de ensayo.

**PALABRAS CLAVE:** Fonoaudiología, Audición, Acústica, Música.

## ABSTRACT

**Title:** Analysis of the acoustic conditions of rehearsal spaces academic and effects on hearing a group of music students from a university in the Colombian Southwest. **Problem:** Acoustic places of musical test conditions, exposure to high sound pressure levels and the prevalence of hearing protection can directly influence the hearing of young students. **Objective:** To characterize the prevalence in the use of hearing protection, acoustic music site conditions academic essay and types of instrument used by students from the school symphonic band music from a university in southwestern Colombia. **Methodological aspects:** To carry out this study is to analyze the characteristics of the acoustic conditions of the local musical academic level of a university in southwestern Colombia trial, to conduct the characterization of the acoustics parameters established from shall be taken into account architectural acoustics and sound engineering for the acoustic design of enclosures, two instruments that allow collecting data samples are generated, an instrument of data collection with the location, type and number of instruments in the orchestra, and another tool to assess from different points of view the damage and discomfort from exposure to high sound pressure levels and their possible relationship with the acoustics of the rehearsal rooms. Similarly a documentary analysis of recent studies of this population will be conducted to determine the prevalence level in the use of hearing protection, finally, the data resulting from the information gathered will be analyzed.

**Keywords:** Speech, Language and Hearing Sciences, Audición, Hearing, Acoustics, Music.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La relación entre la exposición al sonido de alta intensidad emitido por la música y la pérdida auditiva han llamado el interés de los investigadores desde inicios del siglo pasado, pero es solo hasta hace 60 años cuando se inicia a tener evidencia sobre esta problemática. Autores como (Chasin, 2009) hacen referencia a la problemática mencionada, y en este ámbito hacen una correlación entre la salud auditiva en los trabajadores y la salud auditiva de los músicos, pues el ruido de las empresas y la música tienen relaciones y diferencias, esto se comprenderá mejor al denominar al mismo efecto presión sonora.

La audición enriquece la vida, permite apreciar la música como expresión artística, socializar con otras personas, es el medio por el cual se nutre la adquisición del lenguaje oral, nos permite trabajar e interactuar, enseñar, comunicarse e incluso relajarse, de igual manera este sentido ayuda a mantener a las personas a salvo, advirtiéndolo o alertando del peligro potencial; la audición proporciona una enorme fuente de información alguna obvia y otra que apenas se distingue, pero cuando se combinan, esta información constituye el puente entre el mundo y la forma en que interactuamos con él.

Para la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2015) alguien que sufre una pérdida auditiva no es capaz de oír tan bien como una persona cuyo sentido de la audición es normal, es decir, cuyo umbral auditivo en ambos oídos es igual o inferior a 20 dB. La pérdida de audición se clasifica según la (ASHA, 2012) en Leve de 21dB a 40dB, Moderada de 41dB a 55dB, Severa de 56dB a 70dB o Profunda de más de 90dB afectando a uno o ambos oídos y se manifiesta en dificultades como oír una conversación o sonidos comunes entre otros.

De acuerdo a la ASHA (Cerquone, David, & Amy, 2011) la salud auditiva desempeña un papel esencial en la salud y calidad de vida de las personas; en la infancia, por ejemplo, una pérdida de audición conlleva retrasos en el desarrollo del lenguaje y del habla; en el adulto que empieza a perder su capacidad auditiva, y se presentan graves limitaciones en las relaciones interpersonales que pueden afectar la calidad de vida y la participación social entre otros.

Según lo anterior es importante mencionar que la (ONU, 2006) en la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad ha manifestado que más del 5% de la población mundial padece de alguna pérdida de audición lo que conlleva a dificultades en la participación social, política y económica. En Colombia de acuerdo con el estudio sobre la situación actual de las personas con discapacidad del (DANE, 2014), existen más de 159.778 personas

con algún tipo de discapacidad auditiva de los cuales 78.759 son hombres y 81.019 mujeres, cifra importante para un país que el año 2010 contaba con 45.508.205 de habitantes.

Algunas variables que pueden incidir sobre los niveles de audición de los músicos son las condiciones acústicas de los lugares de ensayo, el uso de protección auditiva, las características de las piezas musicales y la distribución espacial del lugar, encontrando en un estudio (ARÁNGUIZ, 2004) que 60% de los músicos presentaban síntomas de pérdida auditiva reversible, en donde convergían la exposición de cada músico al ruido de su propio instrumento en los ensayos individuales y el de los demás instrumentos y presentaciones grupales. (Cáceres Armendáriz P. &, 2001).

La pregunta que orienta esta investigación es ¿las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical, la exposición a altos niveles de presión sonora y la prevalencia del uso de protección auditiva, pueden influir directamente en la audición de los jóvenes estudiantes? Para dilucidar esta duda, se ha planteado el siguiente objetivo; caracterizar la prevalencia del uso de protección auditiva, las condiciones acústicas del lugar de ensayo académico musical y los tipos de instrumento usados por estudiantes pertenecientes a la banda sinfónica de la escuela de música de una universidad del suroccidente colombiano, con lo que se espera reunir información que permita identificar los riesgos a los que están expuestos los jóvenes músicos.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende responder a las necesidades identificadas a nivel de una universidad del suroccidente colombiano en cuanto a las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical académico y su posible correlación con la salud auditiva de una población, para esto se tienen en cuenta tres aspectos básicos:

- 1) Entender la salud auditiva en el área musical como un problema complejo que requiere soluciones e intervenciones sistémicas.
- 2) Generar conocimiento e innovación a través de la investigación en el campo de la salud auditiva del grupo poblacional y su correlación con las condiciones acústicas de su entorno.

### 3) Caracterizar e identificar la problemática actual de la audición y su correlación con las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical.

De esta manera la presente investigación obedece a una necesidad de transformar la manera de abordar la salud auditiva y las condiciones acústicas de los lugares de ensayo musical académico, haciendo énfasis en la necesidad de crear ambientes saludables para el desarrollo de las actividades de la población académica musical; propiciando un enfoque transdisciplinario que responda a las necesidades de este campo de acción, con una visión sistémico ecológica del ser y su relación con el entorno (Gómez, 2003).

## MARCO TEÓRICO

Existen varios estudios que demuestran que los músicos sufren más pérdidas de audición que el resto de la población. Según el Observatorio de prevención auditiva para los músicos (OPAM), aproximadamente el 50% de los músicos sufren problemas auditivos, de los cuales el 17% pueden llegar a ser graves.

Los músicos se someten a diario a niveles de presión sonora entre los 80dB y los 110dB, al hacer una referencia se encuentra que el umbral de dolor se establece en los 120dB y que el nivel máximo recomendado en un entorno laboral es de 85dB.

En el estudio “effects of noise on classical Musicians” realizado por el Instituto Finndés de Medicina Laboral se encontró que la presencia de pérdidas auditivas en los músicos además de estar relacionada con la exposición continua a altos niveles de presión sonora, también se encuentra asociada al tipo de instrumento musical, la acústica del lugar de ensayo y si dicho ensayo se realiza dentro de un colectivo o de manera individual; refiriendo que los ensayos de orquesta afectan negativamente al 41% de los músicos, durante los ensayos individuales se ven afectados solo el 18% de los músicos.

## DIAGRAMA MARCO TEÓRICO

### ACÚSTICA DE LAS SALAS DE ENSAYO MUSICAL Y EFECTOS EN LA AUDICIÓN DE SUS INTEGRANTES:

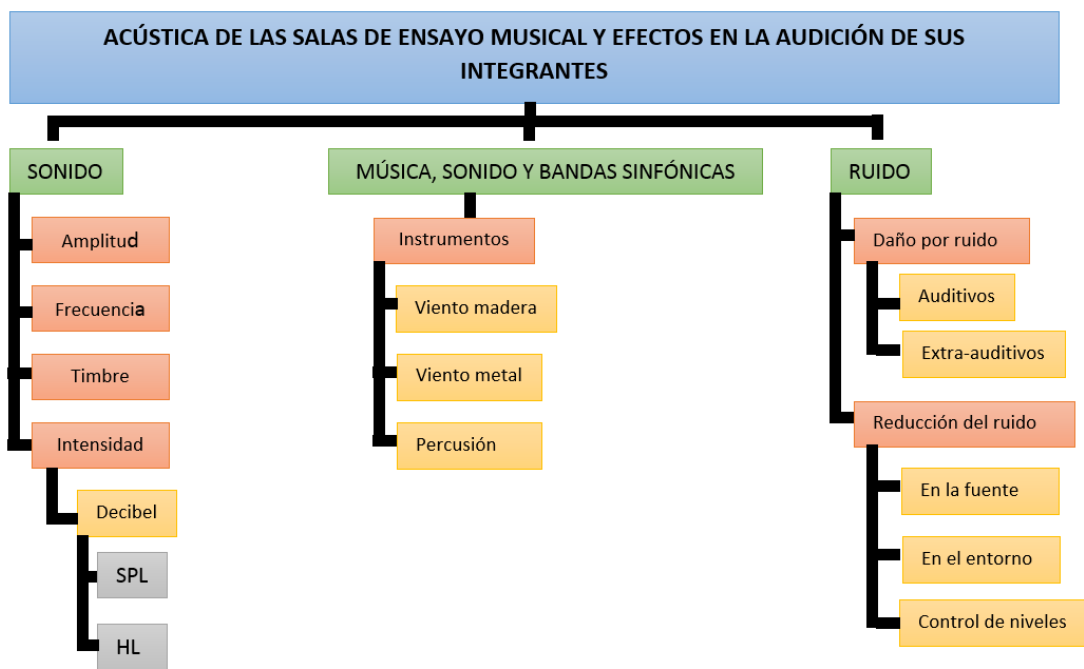


Diagrama visual del contenido del marco teórico elaborado, se realiza en el marco de trabajo de grado Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una universidad del suroccidente Colombiano. Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de la docente Diana Patricia Jaramillo Agudelo, Laura González Salazar. 2016.

La acústica es una de las ciencias clásicas más jóvenes, a pesar de que se conocen referencias desde el siglo I antes de Jesucristo, hasta finales del siglo XIX se seguía considerando como una ciencia inexacta cuando en 1877 el físico inglés lord Rayleigh publicó un tratado con el título de Theory of Sound, que contenía los fundamentos teóricos de esta ciencia y que aún hoy en día sirve de referencia.

El acondicionamiento acústico se refiere a las formas y revestimientos de las superficies interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo con miras a obtener una correcta atenuación en la transmisión de ruido y vibraciones entre los diferentes espacios que integran dicho recinto. Gracias a la

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

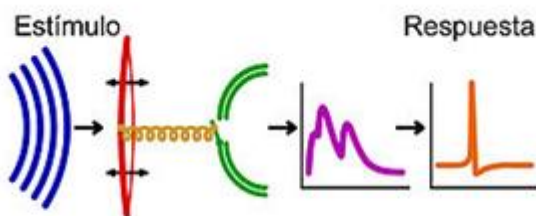
posibilidad que hoy día de utilizar equipos electrónicos, es posible obtener información que en otros tiempos sólo era posible evaluar subjetivamente como inteligibilidad de la palabra, claridad musical, reverberación, envolvente espacial del sonido o intimidad acústica; información que parte de las cualidades físicas básicas del sonido: Intensidad, frecuencia, timbre y duración. (Carrión, 1998).

## SONIDO

*“El sonido, se puede definir físicamente, como una vibración ondulatoria que es transmitida por un gas, fluido o sólido densos, procedente de un foco sonoro, producto de la perturbación. A su vez, sobre los organismos que pueden percibirlo, se puede definir como la sensación orgánico-psíquica que, causada por esa vibración anterior, les proporciona su cerebro.”* (Boix Palacián, 2011)

Para que se genere un sonido, es necesario que vibre alguna fuente. Los sonidos audibles por el ser humano consisten en oscilaciones de la presión del aire, en el caso de los fluidos en fluctuaciones de presión y en los sólidos variaciones del estado tensional del medio; se convierten ondas mecánicas en el oído y se perciben en el cerebro.

El sonido involucra transporte de energía sin transporte de materia para su propagación en ondas mecánicas longitudinales pues las vibraciones se producen en la misma dirección de propagación a través de materia sólida, líquida o gaseosa. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).



Representación esquemática del oído. (Azul: ondas sonoras. Rojo: tímpano. Amarillo: Cóclea. Verde: células de receptores auditivos. Púrpura: espectro de frecuencia de respuesta del oído. Naranja: impulso del nervio.

Ilustración 1 (Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD))

## MAGNITUDES Y CUALIDADES FÍSICAS DEL SONIDO

*“Como todo movimiento ondulatorio, el sonido puede representarse como una suma de curvas sinusoides con un factor de amplitud, que se pueden caracterizar*

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

*por las mismas magnitudes y unidades de medida que a cualquier onda de frecuencia bien definida: Longitud de onda ( $\lambda$ ), frecuencia ( $f$ ) o inversa del período ( $T$ ), amplitud (que indica la cantidad de energía que contiene una señal sonora) y no hay que confundir amplitud con volumen o potencia acústica. Y finalmente cuando se considera la superposición de diferentes ondas es importante la fase que representa el retardo relativo en la posición de una onda con respecto a otra.”*  
(UNAD).

Las cualidades físicas y psicofísicas del sonido son:

### AMPLITUD O VOLUMEN

Corresponde a la mayor elongación que puede alcanzar el movimiento ondulatorio que representa la presión (o sobrepresión) que acompaña a toda onda sonora, siendo esta la distancia máxima que puede separar a una partícula de su posición de equilibrio. Denominamos como Altura a la impresión que produce el volumen, dividiendo los sonidos en fuertes y débiles. (Boix Palacián, 2011)



Ilustración 2 Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

### FRECUENCIA

**Frecuencia ( $f$ )** *magnitud física que mide el número de vibraciones que el movimiento ondulatorio recorre en un periodo o el número de periodos por segundo que posee una onda sonora. Corresponde a la inversa del periodo ( $T$ ) dando el número de vibraciones o ciclos/segundo. En Europa se le denomina Hertz o Hercio Hz en honor a Henrich Hertz, físico alemán.*

Se conoce como Tono, Tonía o Tonalidad a la sensación subjetiva que produce la frecuencia y se mide en *Mel*. Se dividen los tonos en graves, medios y agudos.

Los sonidos entre 20 y 1000 ciclos/s serían tonos graves, entre 1000 y 3000 ciclos/s serían tonos medios y entre 3000 y 20.000 ciclos/s tonos agudos. (Boix Palacián, 2011)

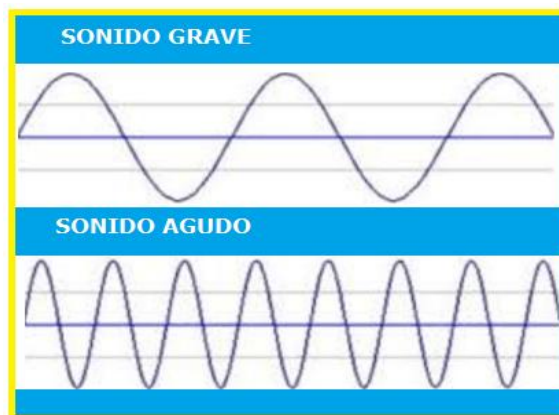


Ilustración 3 Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

## TIMBRE

**Timbre:** es la cualidad subjetiva que permite distinguir dos sonidos de igual intensidad y frecuencia emitidos por dos focos sonoros diferentes. Es por esta cualidad que se puede diferenciar la misma nota musical emitida desde dos instrumentos musicales diferentes. Esta cualidad se debe a que los diferentes focos emisores tienen la propiedad de ganar armónicos u ondas secundarias. Dichas ondas complejas pueden descomponerse mediante el análisis de Fourier pues este análisis parte del teorema de Fourier cuyo enunciado es: *todo movimiento periódico, no armónico (complejo) puede descomponerse en una suma de movimientos armónicos puros, cuyas frecuencias son múltiplos de la correspondiente al fundamental (o sonido puro), según una serie de números naturales* (Boix Palacián, 2011).

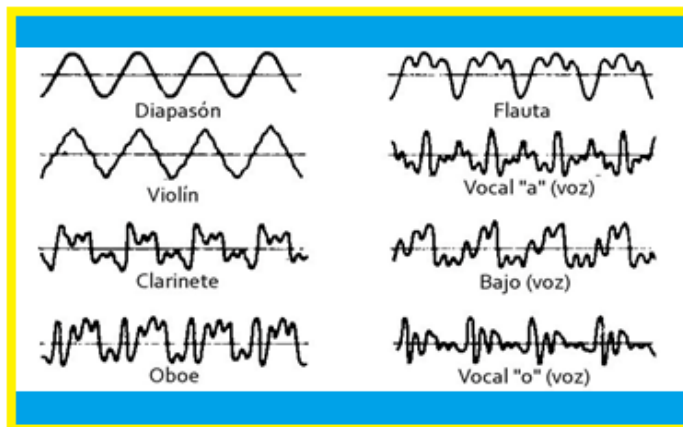


Ilustración 4 Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

*Sonidos de igual intensidad y frecuencia, pero diferente timbre*

## INTENSIDAD

**Intensidad:** una magnitud muy importante que a veces se confunde con la amplitud, es la intensidad. En un punto, I, que, para ondas en movimiento se define como la magnitud proporcional al cuadrado de la amplitud o presión sonora máxima (Boix Palacián, 2011).

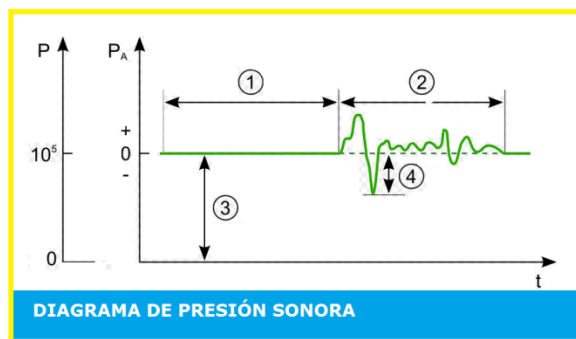


Ilustración 5 Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

## DECIBEL

**Decibel:** unidad de intensidad física equivalente a la décima parte de un Belio.  
Símbolo: dB (RAE, 2016).

## DECIBEL S.P.L

**Decibel S.P.L.:** en inglés *Sound Pressure Level* o nivel de presión de sonido, que proviene de la expresión:

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \text{ dB}$$

Standard pressure level
Pressure
Standard reference pressure

Ilustración 6 The National Center for Voice and Speech

A partir de los decibeles físicos se toman los valores para obtener curvas isofónicas, siendo la más importante la Curva del *umbral de audibilidad* o de 0 fones.

## DECIBEL H.T.L. O H.L

**Decibel H.T.L. o H.L.:** en inglés, *Hearing Threshold Level* o *Hearing Level* o umbral de Audición, definidos mediante la resta de cada valor en dβ S.P.L. menos sus valores correspondientes del umbral de audibilidad (que dependen de la frecuencia y constituyen lo que origina la curva Isofónica de 0 fones, pues no se escuchan igual unos sonidos que otros. (Boix Palacián, 2011)

Viene dado por la fórmula:

$$d\beta(H.L.) = d\beta(S.P.L.) - d\beta(\text{umbral})$$

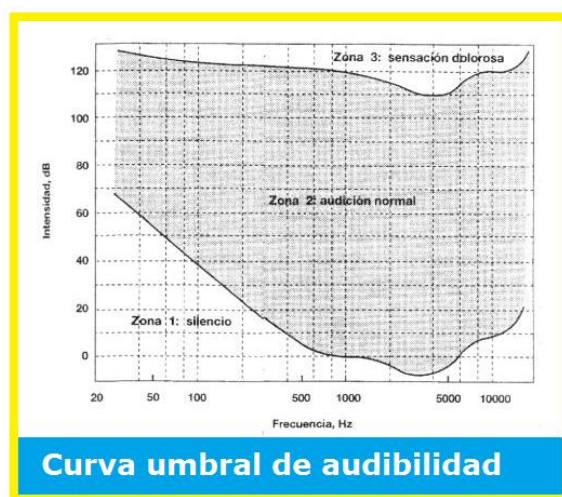


Ilustración 7 Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

## MÚSICA, SONIDO Y BANDAS SINFÓNICAS

La música es el arte de organizar el sonido con el fin de expresar algo, un instrumento musical es cualquier objeto utilizado por el ser humano para producir sonidos de tipo musicales (Maggiolo, s.f.).

La banda sinfónica es una agrupación de instrumentos de viento madera, viento metal y percusión y violonchelo y/o contrabajo. Tiene entre 35 y 85 músicos. Los instrumentos que integran las bandas actuales, suelen ser los siguientes: flautín, flautas, oboes, corno inglés, clarinetes, fagotes, saxos (contralto, tenor y barítono), cornetas, trompetas, trompas, bombardinos, trombones, tuba y percusiones (Educatur, s.f.).

*La diferencia fundamental entre orquesta y banda es, definitivamente, la presencia o la ausencia del timbre de los arcos (no es la única diferencia, pero sí la más destacada, desde el punto de vista del tratamiento tímbrico) (Bedoya Sánchez, 1989).*

A continuación, encontramos las diferentes frecuencias e intensidades a las cuales se ubican diferentes instrumentos musicales:

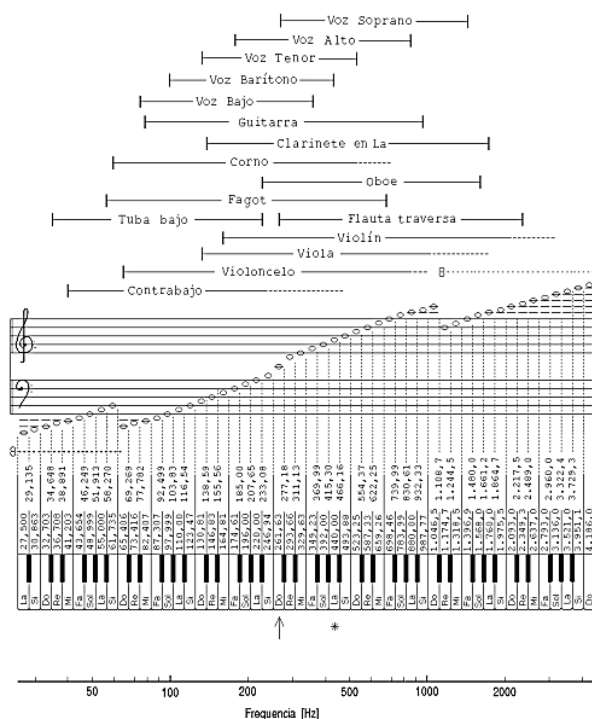


Figura 1.10: Rango de frecuencias de los sonidos producidos por las voces humanas y por varios instrumentos musicales. En el teclado del piano, el Do central se ha indicado con una flecha y la nota concertino con un asterisco. Las frecuencias de las distintas notas son las correspondientes a la afinación bien temperada.

### Ilustración 8 (Massmann & Ferrer, 1997) Instrumentos musicales: artesanía y ciencia página 51

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

*Rango dinámico en dB para sonidos graves y agudos que pueden ser logrados por la voz humana y por músicos profesionales en varios instrumentos.*

| Fuente de sonido | reg. grave |      | reg. agudo |      |
|------------------|------------|------|------------|------|
|                  | (pp)       | (ff) | (pp)       | (ff) |
| Voz soprano      | 35         | 70   | 84         | 90   |
| Voz alto         | 58         | 63   | 88         | 98   |
| Voz tenor        | 42         | 72   | 70         | 92   |
| Voz bajo         | 48         | 72   | 73         | 93   |
| Violín           | 42         | 72   | 46         | 68   |
| Viola            | 42         | 72   | 46         | 68   |
| Violoncelo       | 32         | 72   | 45         | 68   |
| Contrabajo       | 42         | 82   | 50         | 70   |
| Flauta traversa  | 45         | 72   | 75         | 85   |
| Clarinete        | 42         | 85   | 68         | 88   |
| Oboe             | 65         | 80   | 68         | 88   |
| Fagot            | 52         | 78   | 62         | 85   |
| Corno            | 40         | 70   | 70         | 100  |
| Trompeta         | 46         | 82   | 82         | 90   |
| Trombón          | 42         | 82   | 74         | 106  |
| Tuba             | 53         | 81   | 70         | 100  |
| Guitarra         | 30         | 65   | 35         | 65   |
| Piano            | 50         | 85   | 45         | 80   |

Ilustración 9 (Massmann & Ferrer, 1997) Instrumentos musicales: artesanía y ciencia página 30

(Massmann & Ferrer, 1997)

## INSTRUMENTOS DE VIENTO MADERA

Los instrumentos de viento suelen ser clasificados en las dos grandes familias de *madera* y *metal* (en algunos países conocidos como cobres o bronces), sin embargo, hay que aclarar que esta clasificación no se relaciona estrictamente con el material del cual esté hecho.

Una característica común de los instrumentos de viento de madera es la presencia de aberturas laterales o dispositivos llamados *llaves* que se manipulan abriendo o cerrando con los dedos, envolviendo y acortando la columna de aire. La columna de aire del interior suele oscilar entre dos y tres armónicos. Cuando oscila en el modo fundamental se dice que usa el registro grave, en el segundo armónico es registro intermedio y en el tercer armónico decimos que usa el registro agudo, el

resto de frecuencias y las diferentes notas se logran principalmente por medio de la digitación.

El ejecutante de un instrumento de viento de madera a través de la boquilla tiene poca influencia y control sobre los modos de oscilación que esta permite.

Otra característica de los vientos de madera es que el ensanchamiento cónico en su extremo abierto, característico de los instrumentos de viento conocido como campana o pabellón es relativamente pequeño o incluso ausente.

A esta familia pertenecen los flautines, flautas, oboes, corno inglés, clarinetes, fagotes y saxofones.

## INSTRUMENTOS DE VIENTO METAL

Los denominados metales se componen de tres principales partes:

**Embocadura:** pieza en la cual los labios son apoyados y se generan las primeras oscilaciones.

**Tubería:** la columna de aire a oscilar, se encierra allí. Son secciones cilíndricas o cónicas, las que son cilíndricas tienen pronunciado el pabellón (ej.: trompeta y trombón); los metales con columna de aire cónica poseen un pabellón más discreto (ej.: tuba y corno alpino).

**Pabellón:** También conocido como campana, se ubica en el extremo abierto del instrumento y actúa como lugar de transición entre la columna de aire hacia el exterior.

En los metales las oscilaciones de la columna de aire son introducidas por las variaciones de presión que el músico deja escapar de sus labios a través de embocadura, oscilando los labios con la frecuencia de las oscilaciones de la columna de aire, actuando estos como lengüeta. Sin embargo, la columna de aire no está definida solamente por la embocadura pues cambiando la tensión de los labios, el músico puede variar las oscilaciones de la columna de aire.

Una de las características más importante de los metales es la posibilidad de generar gran variedad de diferentes frecuencias de sonido sin cambiar la geometría de la columna de aire.

## INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN

La percusión consiste en golpear unos objetos con otros, produciendo sonidos o ruidos. Son sonidos de corta duración, pero ricos en matices y timbres de gran gusto para el oído humano. Sonidos tan variados como estallidos, ruidos sordos,

quebraduras, repiques, campanilleos, traqueteos, cascabeleos, truenos, pueden ser simulados por los instrumentos de percusión. Entre dichos instrumentos, destacan: timbales, congas, tambores, campanas, triángulos, xilófonos, marimbas, platillos, etc. (Massmann & Ferrer, 1997)

## **RUIDO**

Es todo sonido no deseado, que interfiere con el descanso o el desarrollo normal de las actividades. El ruido es definido en oposición a lo que es un sonido periódico, es decir, un conjunto indeterminado de frecuencias sin existir un patrón dado de proporciones. Recientemente se viene estudiando el contenido semántico y contextual del ruido, por ejemplo, dos conversaciones que se llevan a cabo de manera simultánea en el mismo lugar, resultan siendo desagradables la una para la otra. Estos sonidos que son diferentes a los ruidos neutros, a pesar de ser inteligibles, por estar fuera de contexto se convierten en ruido que desvía la atención. Estas características poco cuantificables nos remiten a una característica fundamental del ruido: es molesto y que en estos casos a pesar de ser difícil cuantificar son cualidades importantes de estudiar.

Sin embargo, son numerosos los estudios que proporcionan evidencia del daño auditivo producido por niveles elevados de intensidad sonora, por exposición periódica y por descanso entre exposiciones. Dichos efectos han sido ampliamente estudiados en contextos laborales y recreacionales y proporcionan el corpus teórico para el estudio del ruido, mostrando que, aunque para una persona un sonido no sea ruido, los efectos en el aparato auditivo se presentan si dichas intensidades sobrepasan los niveles permisibles (Miyara, 2001).

Para el presente documento se tomará como ruido a los sonidos compuestos por altos niveles de presión sonora.

## **EFFECTOS AUDITIVOS Y EXTRA-AUDITIVOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA**

La exposición prolongada a ruidos, contribuye a la disminución de la productividad y calidad laboral, pues da origen a cansancio excesivo aumentando la morbilidad general y laboral. Disminuye en un 60% la capacidad de trabajo intelectual y en un 30% la capacidad de trabajo físico, además contribuye al incremento de accidentes laborales. Por ejemplo, el Centro de Atención en Salud Ocupacional (CASO) del seguro social de Medellín reporta el ruido como la primera causa de morbilidad laboral. Numerosos elementos intervienen en la intensidad del ruido, como el número de elementos productores de ruido, ubicación de los elementos,

los materiales de los que están fabricados, los materiales de las estructuras arquitectónicas, etc. El ruido no sólo produce efectos a nivel auditivo, sino que también afecta a otros sistemas causando efectos extra-auditivos o extra-aurales (Martínez, 1995).

## **EFFECTOS A NIVEL AUDITIVO**

**Fatiga auditiva:** Puede considerarse el más común de los trastornos auditivos, pues es transitorio, pero puede convertirse en permanente. Se manifiesta como un cambio temporal en el umbral de audición, disminuyendo la sensibilidad auditiva en especial para las frecuencias agudas hasta por 16 horas luego de que se suspende la exposición al ruido. Suele ir acompañada de acúfenos, sensación de oído tapado y dolor de cabeza (González & Ramírez, 2007).

**Trauma acústico crónico:** corresponde al deterioro auditivo por exposición crónica a niveles elevados de ruido, produciendo hipoacusia neurosensorial inducida por ruido. Produce lesiones irreversibles en las células ciliadas del oído interno. Inicialmente puede pasar por desapercibido, hasta que empieza a afectar la comunicación oral. La hipoacusia se produce de manera neurosensorial bilateral, simétrica y acompañada de acúfenos. Característicamente presenta caída a 4000 Hz con recuperación a 8000 Hz. El daño auditivo varía según la magnitud, frecuencia magnitud, frecuencia y tipo de sonido, susceptibilidad individual y tiempo de exposición (Loera-González, Salinas-Tovar, Aguilar-Madrid, & Borja-Aburto, 2006).

**Acúfenos:** corresponde a la percepción de un sonido sin que exista fuente sonora externa que lo origine, siendo una falsa y molesta sensación de sonido que frecuentemente acompaña la hipoacusia, también se conoce como Tinnitus. Puede ser continuo o intermitente y se intensifica generalmente con la exposición al ruido. El tinnitus puede ser continuo o intermitente, suele ser bilateral, cuando es unilateral predomina en el lado izquierdo (Sáez- Jiménez & Herráiz-Puchol, 2006). Entre las causas de los acúfenos, encontramos principalmente lesiones en la vía auditiva como presbiacusia, diferentes enfermedades del oído externo, medio o interno; trauma acústico; infecciones óticas, vértigo de Menière, etc.; hábitos posturales nocivos con afectación principalmente de la musculatura temporomandibular y cervical (bruxismo o rechinar de dientes al dormir, así como otros malos hábitos craneofaciales, artrosis cervical, contracturas, variaciones de la posición normal de la espalda, etc.; estrés pues comprobado que los pacientes con acúfenos presentan una mayor actividad cerebral en la corteza cerebral

auditiva y en el área límbica, que es la parte del cerebro implicada en las emociones (Coromina, 2015).

**Adaptación Auditiva:** corresponde a un aumento leve y reversible del umbral auditivo por efecto de una exposición continua durante un cierto tiempo a un estímulo umbral (Badilla, 2006).

**Otalgia:** dolor de oídos (RAE, 2016). Aunque el campo dinámico es variable entre una persona y otra, especialmente el umbral de dolor para oídos normales se encuentra entre 110 y 130 dB. En oídos con procesos inflamatorios, el dolor se presenta con niveles más bajos, entre 80 y 90 dB.

### **EFFECTOS A NIVEL EXTRAUDITIVO**

Los efectos del ruido se traducen en una tensión, siendo descritos como alteraciones psíquicas, fisiológicas y hasta anatómicas en varios órganos de animales y en el propio ser humano (Ganime, Almeida da Silva, Robazzi, Valenzuela Sauzo, & Faleiro, 2010). Desde el punto de vista clínico, se vienen documentando signos y síntomas asociados a la exposición al ruido, tales como cefalea, irritabilidad, ansiedad, inestabilidad emocional, disminución del deseo sexual, insomnio, entre otros (Martinez, 1995). La revista enfermería global en su número 19 de 2010, describe en el artículo “El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura”, las siguientes reacciones como las principales del organismo:

**Circulatorio:** vasoconstricción y taquicardia que al parecer es consecuencia del aumento catecolaminas como estímulo glandular pues el organismo humano se prepara para responder a situaciones de deseo o miedo, para preparar al organismo para el ataque o la huida, aumentando la adrenalina. Por reacción a la vasoconstricción, el corazón realiza acciones compensatorias lo que genera alteraciones en la presión arterial. Individuos expuestos a situaciones de ruido intenso y prolongado presentan mayor prevalencia de hipertensión arterial sistémica, así como aumento de la frecuencia cardíaca y enfermedades cardiovasculares.

**Respiratorio:** Se han observado alteraciones a nivel de sistema nervioso central y patologías respiratorias en personas expuestas a ruido de baja frecuencia (<500 Hz) e infrasonidos, entre dichas patologías encontramos la enfermedad vibroacústica. Con la exposición prolongada, podrán surgir situaciones más graves, como derrames pleurales, insuficiencia respiratoria, fibrosis pulmonar y carcinomas del aparato respiratorio.

**Gastrointestinal:** reducción en la velocidad de la digestión como consecuencia de la reducción gástrica y de saliva ante situaciones de exposición a ruido. Además, en exposiciones prolongadas se puede encontrar alteraciones de la función intestinal y cardiovascular hasta lesiones en los tejidos de los riñones y del hígado, disminución de la resistencia a enfermedades infecciosas y perturbaciones en la función reproductora.

**Neurológico:** En los trabajadores metalúrgicos que trabajan en ambientes ruidosos, se observa mayor incidencia de problemas circulatorios y neurológicos. En exámenes neurológicos se han observado reflejos hiperactivos y trazado electroencefalográfico de no sincronización, semejante a aquellos encontrados en las alteraciones de personalidad.

**Psíquico:** Hay quejas de irritabilidad, fatiga y dificultad de adaptación estar incluyendo también, conflictos sociales entre los trabajadores expuestos al ruido, alteraciones en el estado de ánimo y afectividad.

**Comunicación:** Se afecta principalmente la comunicación oral pues el ruido intenso enmascara la voz. Se sabe también que el número de accidentes en la industria aumenta con el nivel de ruido, justamente por la disminución de la eficiencia en las comunicaciones.

## HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO

La hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (NIHL, por sus siglas en inglés, Noise Induced Hearing Loss) es la segunda causa más común de pérdida auditiva adquirida después de la presbiacusia, y representa el 20% de los pacientes en consulta audiológica (López, 2007), se clasifica bajo el (CIE-10: H919), o *Variación permanente del umbral*, VPU. Se produce por una exposición elevada ya sea de duración o intensidad o luego de periodos de fatiga auditiva sin recuperación. Este deterioro inicia en las frecuencias de 4000 y 6000 Hz; si la exposición continúa, el deterioro se extiende a frecuencias más elevadas y posteriormente a las más bajas, llegando a las conversacionales. Además de la dificultad para oír, la lesión se acompaña de otros síntomas como acufenos, dificultad para entender el lenguaje cotidiano, especialmente en ambientes ruidosos, distorsión de los sonidos, cefaleas, cansancio, mal humor. (López Ugalde, Fajard o Dolci, Chavolla Magaña, Mondragón González, & Robles, 2000)

## MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RUIDO

Los tres principales métodos para reducir el ruido, son:

- a - **En la fuente:** es el método más eficiente, mejora sustancialmente la calidad de los ambientes.
- b - **Por el planeamiento físico:** aislar los edificios o máquinas. La disposición apropiada de los equipos, de los sectores y de las estructuras de vibración,
- c - **Por el control sistemático de los niveles de ruido:** no permitiendo que estos se eleven, por el desgaste o por la falta de mantenimiento de la maquinaria, a niveles excesivos.

Además, en caso de no poderse reducir el ruido con los tres métodos anteriores, se debe utilizar equipos de protección individual como protectores auditivos que atenúan el ruido creando una barrera para reducir el sonido que llega por vía aérea a la membrana timpánica.

## TIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA

Son elementos de protección personal cuyas propiedades de atenuación sonora tienen por objeto prevenir los efectos dañinos en el órgano de la audición, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído, estos se pueden clasificar en: orejeras por sus dimensiones puede ser de una talla de cabeza o cubrir varias tallas. Tapones son protectores auditivos que se insertan en el conducto auditivo o en la cavidad de la oreja, bloqueando la transmisión del sonido por vía aérea, estos se sub clasifican según su vida útil y su adaptabilidad. Protectores auditivos especiales hechos a la medida del usuario, obtenidos a partir de un molde del conducto auditivo de cada usuario, suelen ser de tipo reutilizable. Los protectores auditivos dependiendo del tipo y material de construcción, pueden ofrecer dependiendo la frecuencia un nivel de reducción de ruido o presión sonora.

Otras de las características al momento de elegir la protección auditiva según (Salesa Batlle, Perelló Scherdel, & Bonavida, 2013) son; la eficacia, que es la atenuación adecuada de acuerdo con el nivel de ruido que se pretende atenuar. La facilidad de colocación, para que el nivel de atenuación sea el indicado. Comodidad, ya que las largas jornadas pueden disponer de cansancio a la persona que los lleva. Higiene, con lo que se evitan problemas de contaminación. Economía, factor relacionado con la posibilidad de adquirir los protectores auditivos.

## PROTECCION AUDITIVA: TIPOS Y ATENUACION

| Frequency in Hz                                          | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| average attenuation of DLO®-Silicone without filter      | 23.7 | 24.7 | 21.8 | 22.8 | 32.3 | 37.9 | 36.7 |
| standard deviation of DLO®-Silicone without filter       | 5.8  | 5.1  | 5.9  | 2.7  | 4.8  | 4.3  | 5.2  |
| assumed protection value of DLO®-Silicone without filter | 17.9 | 19.6 | 15.9 | 20.1 | 27.5 | 33.6 | 31.5 |

Ilustración 10 Nivel de atenuación en protectores auditivos

(ICONTEC, 2007)

## SONÓMETRO

El sonómetro es definido por (Moncayo, 2016) como una herramienta que permite medir el nivel de presión sonora en un tiempo determinado o en un período de tiempo establecido. El micrófono mide los cambios continuos de presión en el aire, estos cambios de presión son medidos en pascales. Generalmente se podría representar a estos cambios constantes de presión gracias a un gráfico y a una línea que varía en el tiempo. La función específica que realiza el instrumento es la de una función matemática compleja llamada integración, por ende justifica el nombre que lleva el dispositivo. El resultado de los datos es conocido como nivel de exposición sonora o en inglés SEL (o Le), estos valores son entregados en ponderación A dando como resultado el indicador Lae. Los sonómetros integrados suelen ser usados en casi todas las mediciones de ruido reglamentarias u ocupacionales, especificando los límites de exposición de ruido. Por ejemplo los valores de ruido integrado que requieren, valga la redundancia, de un sonómetro integrado. Básicamente son usados para todas las medidas que requieran valores integrados dónde la exposición al sonido fue promediada en el tiempo durante el período de medición establecido.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la prevalencia en el uso de protección auditiva, las condiciones acústicas del lugar de ensayo académico musical y los tipos de instrumento usados por estudiantes pertenecientes a la banda sinfónica de la escuela de música de una universidad del suroccidente colombiano.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la prevalencia en el uso de protección auditiva en los lugares de ensayo musical con fines académicos de los integrantes de una banda sinfónica de una universidad del suroccidente colombiano.
- Caracterizar los tipos de instrumento y su localización en la sala de ensayo académico musical de una banda sinfónica de una universidad del suroccidente colombiano.
- Identificar los materiales de construcción de las salas de ensayo académico de una banda sinfónica musical de una universidad del suroccidente colombiano.
- Determinar si las condiciones estructurales cumplen con los parámetros establecidos para la acústica en recintos en salas de ensayo académico musical de una banda sinfónica.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

### TIPO DE ESTUDIO

En el presente estudio se realizará un análisis de corte descriptivo con un marco de tipo correlacional transversal. Su propósito es describir variables permitiendo especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos o fenómenos sujetos de análisis o estudio en varios puntos o periodos especificados, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, 2010).

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo no experimental, en donde por medio de una investigación mixta (Cuantitativo-cualitativo) se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos (Hernández, 2010).

## ENFOQUE DE INVESTIGACION

El enfoque tomado para la realización de esta investigación es mixto Cuan-cual, según (Hernández, 2010), pues permite realizar análisis de variables a partir de los datos y características recolectadas durante el proceso.

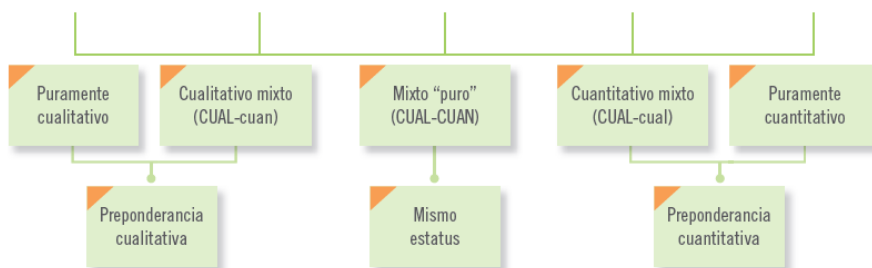


Figura 17.1 Los tres principales enfoques de la investigación hoy en día, incluyendo subtipos de estudios mixtos.

(2010) (Hernández, 2010). *Metodología de la investigación*. Cap. 17: Los métodos mixtos. Pág. 546. [Fotografía].

## POBLACION

29 estudiantes de un programa académico de música, que sean mayores a 18 años y menores de 35 años de edad, que participan de ensayos en una banda sinfónica en ambientes académicos, de una universidad del suroccidente colombiano.

Los criterios de inclusión a partir de los 18 años, debido a que dicha población, no contaba con antecedentes auditivos previos en la investigación de "Sensibilidad auditiva de adultos jóvenes pertenecientes a una banda sinfónica" y la edad máxima de 35 años, debido a la prevalencia de presentación de presbiacusia en adultos jóvenes mayores de 35 años.

## **PERIODO DE ESTUDIO**

Fecha de inicio de la investigación: marzo 2016.

Fecha de finalización de la investigación: julio 2016.

## **FUENTES DE INFORMACION**

Las fuentes de información que se utilizaron en esta investigación son primarias y secundarias.

### **Fuentes primarias**

- Entrevista estructurada.
- Observación no participante: los investigadores asistirán a los espacios de ensayo musical de una Universidad del Sur Occidente Colombiano con el fin de recolectar la información necesaria para llevar a cabo el estudio a través del registro de un formato para la toma de muestras con equipo de sonometría.
- Análisis de Bases de Datos: Se utilizará SPSS versión 22, EPIINFO versión 7 y Excel para el análisis de Base de datos

### **Fuentes secundarias**

- Revisión bibliográfica: se consultarán diferentes fuentes: Trabajos de investigación anteriores con la misma población, bases de datos indexadas, libros, publicaciones virtuales y literatura gris (tesis, informes, artículos de sociedades o periódicos locales y documentos oficiales de instituciones privadas).

## **TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION**

A continuación se describen las fuentes de información y la metodología establecida para el desarrollo del proyecto propuesto.

**Directas:** Recolección de lecturas con sonómetro en sitio de ensayo académico musical, para esto se recolectaron 18 muestras en 6 punto de la sala de ensayo, esto con el fin de calcular la media y la desviación estándar. Se realizará observación y se recolectará información del sistema estructural, los materiales de construcción y organización de la sala de ensayo académica musical.

**Indirectas:** Encuesta auto diligenciada, tipo cuestionario.

## INSTRUMENTOS PARA EL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

- Cuestionario Para Integrantes De Banda Sinfónica Rejilla de recolección de datos para información documentada sobre uso de protección auditiva en ambientes de ensayo musical modificada por Laura González y Edwin Fabián Bastidas González en el 2015.

El cuestionario corresponde a una adaptación del “cuestionario para músicos de orquestas sinfónicas” desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del gobierno de España, este cuestionario fue aplicado en la investigación del gobierno español denominado “Protejamos el oído musical en las orquestas sinfónicas”. Pretende evaluar desde diferentes puntos de vista los daños y molestias por exposición a altos niveles de presión sonora y su posible relación con la acústica de las salas de ensayo.

- Rejilla de recolección de datos para acondicionamiento acústico de lugares de ensayo musical modificado por Laura González y Edwin Fabián Bastidas González en el 2015.

Es una síntesis de los aspectos generales del diseño acústico de espacios arquitectónicos. Pretende recolectar la información necesaria sobre la exposición a altos niveles de presión sonora y su posible relación con la acústica de las salas de ensayo. Este instrumento no estandarizado permite la recolección y recopilación de información necesaria para la identificación y clasificación de las variables presentes en la acústica de las salas de ensayo.

- Para el ingreso y organización de la información se utilizó una base de datos con el programa SPSS V22, EPIINFO versión 7 y la aplicación Microsoft Excel.

## EQUIPOS

- Sonómetro (VT RTA-168 Real Time Audio Spectrum Analyzer, Sound Level Meter & Polarity) (Equipo facilitado por el Doctor Rafael Santiago Castaño Valencia)

## CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Jóvenes universitarios que participen de jornadas académicas de ensayo en la banda sinfónica, con más de una hora de exposición a música diaria, que sean mayores de 18 años y menores de 35, que lleven realizando ensayo con la banda sinfónica mínimo con 3 meses de antelación y máximo 5 años.

## PLAN DE ANÁLISIS

Con el fin de obtener resultados relevantes a través de la información recolectada, los datos obtenidos se analizaron teniendo en cuenta el tipo de variable, ya sea de forma cuantitativa o cualitativa artificial, como se especifica a continuación:

Se tomaron en relación las características de los materiales de construcción, características de organización estructural, y teniendo como punto de partida la refracción, reflexión, difracción y absorción del sonido en los espacios de ensayo musical con fines académicos. Se realizó la recolección y recopilación de información necesaria para la identificación y clasificación del sistema estructural y diseño acústico de espacios arquitectónicos, describiendo los materiales de construcción y el volumen de la sala de ensayo académico musical, para lo cual se identificó mediante visualización los materiales predominantes en techo, paredes y piso.

Respecto a la toma de muestras sonoras se dividió la sala de ensayo en 6 sub sectores, los cuales contaron con distancias semejantes entre sí, en cada sub sector se tomaron 3 muestras con diferencias de 15 minutos entre cada toma.

Se incluyó el análisis de la variable de prevalencia de uso de protección auditiva relacionado con el tiempo de explosión a alta presión sonora en los momentos de ensayo musical académico. Los criterios que se tomaron en cuenta para la inclusión en la investigación y participación en el Cuestionario Para Integrantes De Banda Sinfónica fueron: ser jóvenes universitarios que participaran de jornadas académicas de ensayo en la banda sinfónica, que llevaran realizando ensayo con la banda sinfónica mínimo con 3 meses de antelación y máximo 5 años, con más de una hora de exposición a música diaria, y que participaran de forma voluntaria de la misma.

Estudios previos resaltan que dependiendo del tipo de Instrumento musical y su ubicación espacial en la sala de ensayo genera un impacto auditivo diferente para los músicos.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

Según la resolución 008430 del ( MINISTERIO DE SALUD, 1993), en su artículo 11 literal B) esta investigación se clasifica con **riesgo mínimo**, ya que se emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes.

En cuanto al riesgo de confidencialidad de los participantes; se recolecto la información utilizando codificación alfanumérica de los datos personales, estos datos solo fueron manejados por el personal involucrado en la investigación y tuvieron usos investigativos.

## IMPACTO ESPERADO

Se espera que los resultados de la presente investigación visibilicen la problemática tratada, además que sirvan como insumo en la delimitación de las condiciones acústicas y la prevalencia en el uso de protección auditiva en los lugares de ensayo musical académico, por último se espera que con los datos obtenidos los actores involucrados puedan llevar a cabo acciones de contención y mejoramiento de las condiciones acústicas, así como la creación de políticas que planteen soluciones viables a corto, mediano y largo plazo.

Para el quehacer fonoaudiológico esta temática y población es de vital importancia ya que es un campo de acción poco explorado, con oportunidades de impacto benéfico en la prevención, promoción y atención. De igual manera como campo de estudio científico.

Las instituciones de educación superior, podrían desde la creación de los proyectos educativos plantear acciones encaminadas a articular tareas conjuntas para conservar la salud aditiva de sus docentes y estudiantes, así mismo como crear una cultura de la corresponsabilidad en el quehacer de los músicos.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES                                          |              |              |               |                   |                   |              |              |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| ACTIVIDADES A REALIZAR/FECHA                                       | Junio (2015) | Julio (2015) | Agosto (2015) | Marzo-Mayo (2016) | Mayo-Junio (2016) | Junio (2016) | Julio (2016) |
| Revisión de literatura científica y ajustes al proyecto.           |              |              |               |                   |                   |              |              |
| Revisión del proyecto por parte del comité de ética.               |              |              |               |                   |                   |              |              |
| Ajustes de la revisión del proyecto por parte del comité de ética. |              |              |               |                   |                   |              |              |
| Recolección de información.                                        |              |              |               |                   |                   |              |              |
| Análisis de datos recogidos y discusión.                           |              |              |               |                   |                   |              |              |
| Informe definitivo proyecto de grado.                              |              |              |               |                   |                   |              |              |

## TABLAS DE PRESUPUESTO

**Tabla 1. Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación.**

| RUBROS                         | TOTAL                                               |                  |                    |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|--------------------|
|                                | ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA- FACULTAD DE SALUD | RECURSOS PROPIOS | TOTAL              |
| PERSONAL POR 1 INVESTIGADORES  | \$ 0                                                | \$140.800        | \$140.800          |
| PERSONAL POR 2 CO-INVESTIGADOR | \$ 0                                                | \$1.440.000      | \$2.880.000        |
| MATERIAL BIBLIOGRÁFICO         | \$0                                                 | \$20.000         | \$20.000           |
| TRANSPORTE Y ALIMENTACIÓN      | \$0                                                 | \$200.000        | \$200.000          |
| <b>TOTAL</b>                   |                                                     |                  | <b>\$6.763.200</b> |

**Tabla 2. Descripción de los gastos de personal por semana.**

| Investigadores                   | Formación académica                                    | Función dentro del proyecto | Dedicación Horas | Recursos Vicerrectoría Bienestar | Recursos propios | Total            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|------------------|
| Laura González Salazar           | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador             | 8 h              | \$ 0.0                           | \$ 45.000        | \$ 360.000       |
| Diana Patricia Jaramillo Agudelo | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador             | 8 h              | \$ 0.0                           | \$ 45.000        | \$ 360.000       |
| Edwin Fabián Bastidas González   | Estudiante fonoaudiología Universidad del Valle        | Investigador ppal.          | 8 h              | \$0.0                            | \$4.400          | \$ 35.200        |
| <b>Total</b>                     |                                                        |                             |                  |                                  |                  | <b>\$755.200</b> |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

**Tabla 3. Descripción de los gastos de personal por mes.**

| Investigadores                   | Formación académica                                    | Función dentro del proyecto | Dedicación Horas | Recursos Vicerrectoría Bienestar | Recursos Propios | Total              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|
| Laura González Salazar           | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador             | 16 h             | \$ 0.0                           | \$ 45.000        | \$ 720.000         |
| Diana Patricia Jaramillo Agudelo | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador             | 16 h             | \$ 0.0                           | \$ 45.000        | \$ 720.000         |
| Edwin Fabián Bastidas González   | Estudiante Universidad del Valle                       | Investigador ppal.          | 16 h             | \$0.0                            | \$4.400          | \$70.400           |
| <b>Total</b>                     |                                                        |                             |                  |                                  |                  | <b>\$1.510.400</b> |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

**Tabla 4. Descripción global de los gastos de personal.**

| <b>Investigadores</b>            | <b>Formación académica</b>                             | <b>Función dentro del proyecto</b> | <b>Dedicación Horas</b> | <b>Recursos Vicerrectoría Bienestar</b> | <b>Recursos Propios</b> | <b>Total</b>       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Laura González Salazar           | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador                    | 32 h                    | \$ 0.0                                  | \$ 45.000               | \$1.440.000        |
| Diana Patricia Jaramillo Agudelo | Fonoaudióloga Esp. Audiología y Docencia Universitaria | Co-investigador                    | 32 h                    | \$ 0.0                                  | \$ 45.000               | \$1.440.000        |
| Edwin Fabián Bastidas González   | Estudiante Universidad del Valle                       | Investigador ppal.                 | 32 h                    | \$0.0                                   | \$4.400                 | \$140.800          |
| <b>Total</b>                     |                                                        |                                    |                         |                                         |                         | <b>\$1.580.800</b> |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

## VARIABLES DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 5 Variables de interés en la investigación**

| NÚMERO | NOMBRE                                      | DEFINICIÓN                                                                                                | CÓDIGO VARIABLE<br>(Variable de tipo cualitativo artificial y cuantitativo)                                    |
|--------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Edad                                        | Delimitación de la persona que participará del estudio: tendrá una edad mayor a 18 años y menor a 35.     | Variable de tipo cuantitativo:<br>Estadística descriptiva                                                      |
| 2      | Genero                                      | Construcción social masculina o femenina.                                                                 | Masculino<br>Femenino                                                                                          |
| 3      | Inicio de exposición a música               | Tiempo que lleva vinculado a actividades musicales de manera permanente.                                  | 1=Entre 1 y 5 años<br>2=Entre 6 y 10 años.<br>3=Mas de 10 años.                                                |
| 4      | Instrumento principal                       | Cuál es el principal tipo de instrumento musical que toca.                                                | 1=Cuerda<br>2=Viento/madera<br>3=Viento/metall<br>4=Percusión                                                  |
| 5      | Exposición a música por factores académicos | Tiempo que dedica en horas/semana a las actividades musicales académicas grupales relacionadas a la banda | 1=Ensayos y conciertos con la banda entre 1 y 3 horas<br>2=Ensayos y conciertos con la banda mayores a 3 horas |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|   |                             |                                                                                                               |                                                                                                                                                         |
|---|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                             | Tiempo que dedica en horas/semana a las actividades musicales académicas individuales relacionadas a la banda | 1=Perfeccionamiento individual entre 1 y 5 horas<br>2=Perfeccionamiento individual entre 6 y 10 horas<br>3=Perfeccionamiento individual más de 10 horas |
|   |                             | Cuánto tiempo lleva tocando en esta banda                                                                     | 1= Menos de un año<br>2= Entre 1 y 2 años<br>3= Entre 3 y 5 años<br>4= Mas de 5 años                                                                    |
| 6 | Otras actividades musicales | Otras orquestas/bandas sinfónicas                                                                             | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Orquestas de cámara (tríos cuartetos, quinteto)                                                               | 1=actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Bandas de música, asociaciones no profesionales                                                               | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Profesor de instrumento musical (conservatorio, clases individuales...)                                       | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Grabaciones                                                                                                   | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Recitales individuales                                                                                        | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
|   |                             | Recibiendo clases como alumno                                                                                 | 1=Actividad puntual<br>2=Actividad continua                                                                                                             |
| 7 | Percepción de nivel sonoro  | Práctica y perfeccionamiento individual                                                                       | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa                                        |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|   |                                                                |                                                           |                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                | Ensayos y actuaciones con la orquesta                     | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa |
|   |                                                                | Otras actividades musicales académicas a lo largo del año | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa |
| 8 | Percepción de nivel sonoro instrumentos vecinos                | Cuerda                                                    | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa |
|   |                                                                | Viento/madera                                             | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa |
|   |                                                                | Viento/metal                                              | 1=nada ruidosa<br>2=un poco ruidosa<br>3=moderadamente ruidosa<br>4=bastante ruidosa<br>5=extremadamente ruidosa |
| 9 | Medidas de prevención de ruido en ensayo académico de la banda | Utilización de pantallas acústicas                        | 1=No<br>2=Si                                                                                                     |
|   |                                                                | Se eleva la posición de los músicos                       | 1=No<br>2=Si                                                                                                     |
|   |                                                                | Se facilita protección auditiva individual                | 1=No                                                                                                             |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|    |                            |                                                                                                               |                                                                                     |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                            | (tapones...)                                                                                                  | 2=Si                                                                                |
|    |                            | Se modifica la posición de los instrumentos en la banda                                                       | 1=No<br>2=Si                                                                        |
|    |                            | Se reorganiza los ensayos de la banda por secciones                                                           | 1=No<br>2=Si                                                                        |
|    |                            | Se tiene en cuenta la distancia entre los instrumentos                                                        | 1=No<br>2=Si                                                                        |
|    |                            | Se tiene en cuenta el acondicionamiento acústicos del sitio de practica                                       | 1=No<br>2=Si                                                                        |
|    |                            | Se tienen en cuenta la distribución de las pausas y descansos, especialmente en piezas musicales muy ruidosas | 1=No<br>2=Si                                                                        |
| 10 | Sordina en instrumento     | Es posible usar sordina en el instrumento                                                                     | 1=No<br>2=Si                                                                        |
|    |                            | Usa la sordina en el instrumento                                                                              | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre         |
| 11 | Uso de protección auditiva | Utiliza protección auditiva                                                                                   | 1=Si.<br>2=No, los he utilizado pero no me acostumbro.<br>3=No, nunca los he usado. |
|    |                            | Qué tipo de protección auditiva usa                                                                           | 1=Desechables<br>2=Reutilizables<br>3=Moldeados (técnica vaciado)                   |
|    |                            | Cuánto tiempo le llevo acostumbrarse a utilizar la protección auditiva                                        | 1= menos de un mes.<br>2=más de un mes menos de un año.<br>3=más de un año.         |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|  |  |                                                                                  |                                                                                                                                                                       |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Cuánto tiempo lleva usando protección auditiva                                   | 1= menos de un mes.<br>2=más de un mes menos de un año.<br>3=más de un año.                                                                                           |
|  |  | Con qué frecuencia utiliza la protección auditiva en ensayo individual           | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                           |
|  |  | Con qué frecuencia utiliza la protección auditiva en ensayo con la banda         | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                           |
|  |  | Con qué frecuencia utiliza la protección auditiva en presentaciones con la banda | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                           |
|  |  | Con qué frecuencia utiliza la protección auditiva en otras actividades musicales | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                           |
|  |  | Cómo conoció la protección auditiva que utiliza                                  | 1=Curso o charla informativa en la banda<br>2=Curso o charla fuera de la banda<br>3=Por recomendación de los compañeros<br>4= Por el Fonoaudiólogo<br>5=Por el Médico |
|  |  | Recibió información sobre uso y cuidado de la protección auditiva                | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                          |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|    |                                   |                                                          |                                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                   | Utiliza protección auditiva en ambos oídos               | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                                                                  |
|    |                                   | Presento problemas cuando utiliza la protección auditiva | 1=Incomodidad<br>2=Dificultad en la interpretación del instrumento<br>3=Dificultad en la interpretación de otros músicos<br>4=Oigo mi respiración<br>5=Sensación de presión en los oídos al llevarlos puestos |
| 12 | Percepciones auditiva             | Cómo está mi audición                                    | 1=Oigo con normal<br>2=Oigo una conversación normal con pequeñas dificultades<br>3=Oigo una conversación normal con gran dificultad                                                                           |
| 13 | Percepción de problemas auditivos | Percibe alguna molestia en su audición                   | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                                                                  |
|    |                                   | Tinnitus o acufenos                                      | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                                                                   |
|    |                                   | Hiperacusia                                              | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                                                                   |
|    |                                   | Distorsión                                               | 1=Nunca o casi nunca                                                                                                                                                                                          |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

|    |                                                                              |                                                                                                                  |                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                              |                                                                                                                  | 2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                                                        |
|    |                                                                              | Diploacusia                                                                                                      | 1=Nunca o casi nunca<br>2=A veces<br>3=A menudo<br>4=Siempre o casi siempre                                                                                                |
| 14 | Exámenes auditivos previos                                                   | Tiempo en cual se le realizaron exámenes audiológico previos                                                     | 1=Este año<br>2=El año pasado<br>3=De dos a tres años<br>4=De cuatro a cinco años<br>5=De seis a diez años<br>6=No lo recuerdo<br>7=Nunca                                  |
|    |                                                                              | En esa revisión le detectaron pérdida auditiva                                                                   | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                               |
| 15 | Información en ambiente académico sobre el uso de protección auditiva        | A nivel académico en alguna asignatura le han explicado los riesgos para su audición y las medidas de prevención | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                               |
|    |                                                                              | En esta banda le han explicado los riesgos para su audición y las medidas de prevención                          | 1=No<br>2=Si                                                                                                                                                               |
| 16 | Materiales y elementos de construcción y su relación con fenómenos acústicos | Materiales de construcción predominantes en techo                                                                | Variable de tipo cualitativo artificial:<br>1=Material predominante para Reflexión.<br>2=Material predominante para Difracción.<br>3=Material predominante para Refracción |
|    |                                                                              | Materiales de construcción predominantes en                                                                      | Variable de tipo cualitativo                                                                                                                                               |

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.



|  |  |                                                  |                                                                                                                                                                            |
|--|--|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | paredes                                          | artificial:<br>1=Material predominante para Reflexión.<br>2=Material predominante para Difracción.<br>3=Material predominante para Refracción                              |
|  |  | Materiales de construcción predominantes en piso | Variable de tipo cualitativo artificial:<br>1=Material predominante para Reflexión.<br>2=Material predominante para Difracción.<br>3=Material predominante para Refracción |

## RESULTADOS

Los datos del presente estudio fueron obtenidos con el software de análisis estadístico SPSS versión 22 y la aplicación Microsoft Excel 2010. La primera de ellas se utilizó para el análisis de variables cuantitativas de muestras independientes y la segunda para la correlación de más de dos variables.

Los datos obtenidos de esta investigación se encuentran en tablas, gráficas, cuadros, diagramas, etc.

De igual manera los criterios que se tuvieron en cuenta para la inclusión en la investigación y participación en el Cuestionario Para Integrantes De Banda Sinfónica fueron, ser jóvenes universitarios que participen de jornadas académicas de ensayo en la banda sinfónica, que lleven realizando ensayo con la banda sinfónica mínimo con 3 meses de antelación y máximo 5 años, con más de una hora de exposición a música diaria, que participarán de forma voluntaria de la misma. Se continuara con los resultados obtenidos de la Rejilla de Recolección de Datos Para Acondicionamiento Acústico de Lugares de Ensayo Musical.

### Caracterización de la población de estudio

Tabla 6

| Población y género |            |            |                   |                      |
|--------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
|                    | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Femenino           | 12         | 41,4%      | 41,4              | 41,4                 |
| Masculino          | 17         | 58,6%      | 58,6              | 100,0                |
| Total              | 29         | 100,0%     | 100,0             |                      |

| Edad (en años) |       |
|----------------|-------|
| Total          | 29    |
| Media          | 23,03 |
| Mediana        | 22,00 |
| Moda           | 22    |
| Rango          | 12    |
| Mínimo         | 19    |
| Máximo         | 31    |

Ilustración 11 Edad de los participantes

A continuación se describen las características demográficas de la población de estudio, con un total de N=29 participantes, se encontró en relación al género que el 59% corresponde a masculino (M) y el 41 % a femenino (F). En relación a la edad de los participantes se puede observar como edad mínima 19 años, máxima de 31 años, media de 23 años, moda y mediana correspondiente a 22 años.

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

Respecto al tiempo que dedican en horas/semana a las actividades musicales académicas individuales relacionadas a la banda sinfónica se evidenció que, el 89% de los participantes realizan perfeccionamiento individual con más de 10 horas a la semana. En relación al tiempo de vinculación de los participantes a actividades musicales de manera permanente, se encontró que el 41% de los encuestados lleva entre 1 y 5 años desarrollando esta actividad, el 28% entre 6 y 8 años, y el 31% más de 10 años. Lo hallado en cuanto al tipo de instrumento principal fue el 52% toca instrumentos de viento madera, el 38% viento metal y un 10% instrumentos de percusión.

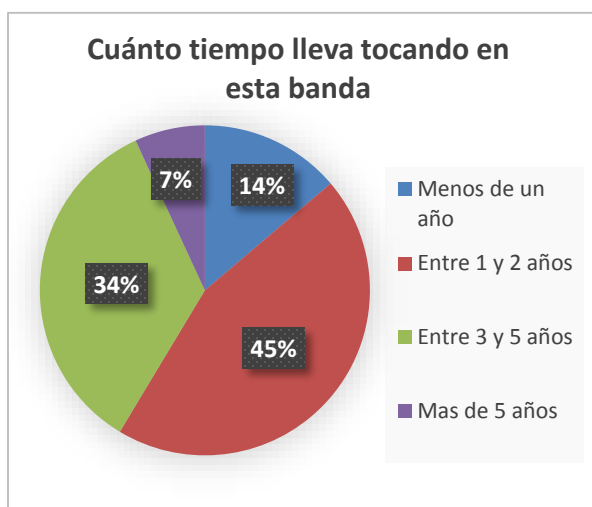


**Ilustración 12 ¿Cuánto tiempo lleva tocando en esta banda?**

Ante la consulta sobre la percepción de nivel sonoro se encontró en orden decreciente que, la práctica o perfeccionamiento individual es considerada moderadamente ruidosa por el 48% de la población, el 30% la considera como bastante ruidosa, le sigue poco y nada ruidosa ambas con 11%. Por otra parte los ensayos y actuaciones con la orquestas son considerados como bastante ruidosas por el 71% de la población, moderadamente ruidoso por el 21% y seguido por poco ruidoso por el 8%.

Respecto al tiempo de vinculación a la banda sinfónica se encontró que el 45% de los encuestados lleva entre 1 y 2 años participando en esta, el 34% lleva entre 3 y 5 años y un 14% lleva menos de un año. En relación a otras actividades musicales llevadas a cabo por los participantes de forma continua durante el año se puede observar que, participar de otras bandas u orquestas ocupa un 51%, seguido de recibir clase como alumno y la vinculación a dúos, tríos o cuartetos ocupan un 41%.

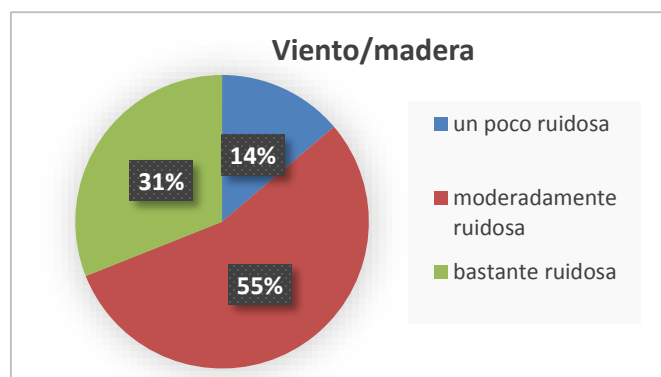


**Ilustración 13 Percepción nivel sonoro instrumentos Viento/Madera**

En cuanto a la percepción de nivel sonoro de los instrumentos vecinos, se encontró que el grupo de viento madera son considerados moderadamente ruidosos por el 55% de los participantes, mientras que un 31% los consideran bastante ruidosos y un 14% poco ruidosos.

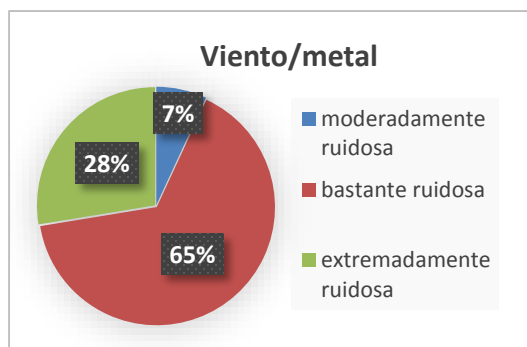


**Ilustración 14** Percepción nivel sonoro instrumentos Viento/Metal

Los instrumentos de viento metal son considerados por el 65% como bastante ruidosos, le sigue un 28% como extremadamente ruidoso y un 7% como moderadamente ruidosos. Los instrumentos de cuerda en un 52% fueron clasificados como poco ruidosos, mientras que un 30% los clasifico como moderadamente ruidosos y un 18% como nada ruidosos. Los instrumentos de percusión fueron clasificados como bastante y extremadamente ruidoso ambos con un 48% y poco ruidoso con un 4%.

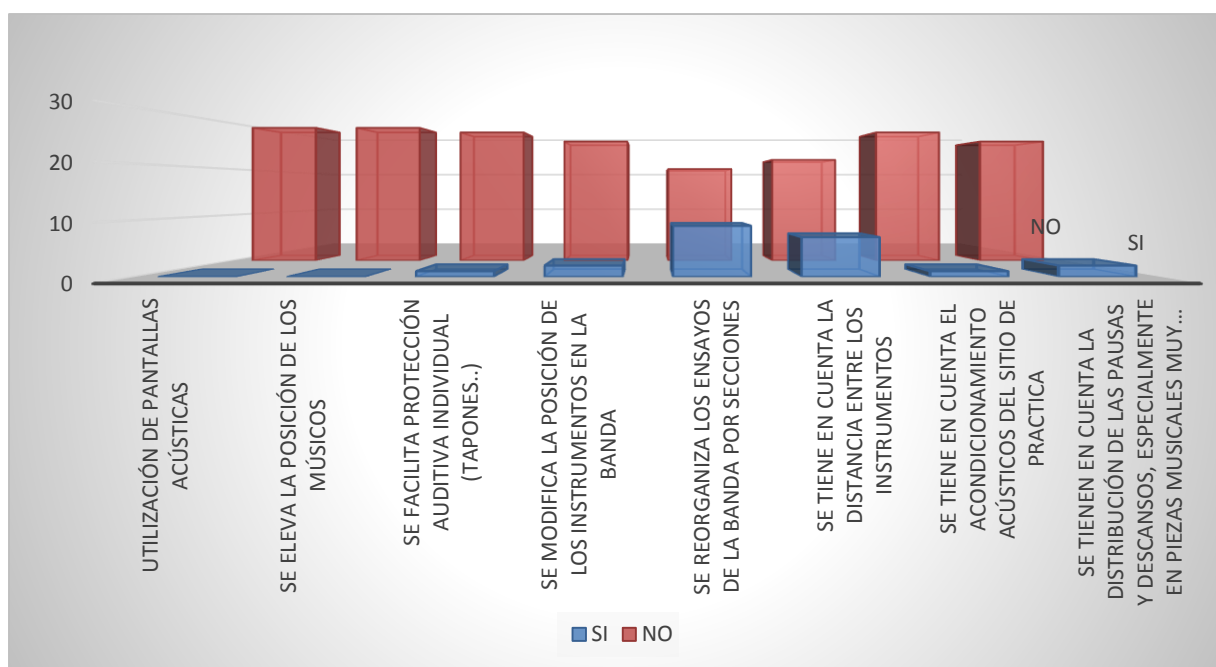
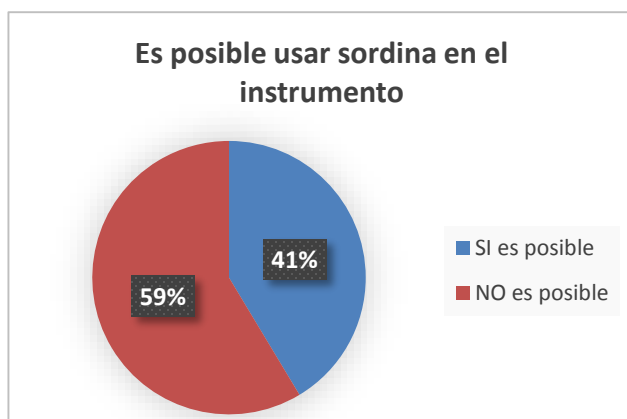


**Ilustración 15** medidas de prevención de ruido en ensayos académico

Sobre las medidas de prevención de ruido en ensayos académico de la banda sinfónica se encontró que los participantes manifestaron en mayor medida con un 31% la reorganización del lugar donde se posicionan en la banda como medida de prevención, seguido por un 27% en tener en cuenta la distancia con otros músicos, por otra parte el 100% de manifiesta que no se tienen en cuenta el uso de pantallas acústicas ni la elevación de los músicos en relación a otros, el 96% de los participantes manifestaron que no se les suministra protección auditiva ni se tiene en cuenta el acondicionamiento acústico de la sala de ensayo.



Respecto a la posibilidad de utilizar sordina en el instrumento se encontró que el 41% no tiene la posibilidad de utilizar este aditamento, mientras que en un 59% es posible usarla. En relación a los instrumentos en los que sí es posible utilizar sordina se encontró que de estos, el 50% nunca lo utilizan, el 42% lo utiliza a veces y el 8% lo utiliza a menudo.

Ilustración 16 Posibilidad de uso de sordina en el instrumento

**Resultados en relación a la prevalencia en el uso de protección auditiva en los lugares de ensayo musical con fines académicos de los integrantes de una banda sinfónica de una universidad del sur occidente colombiano.**

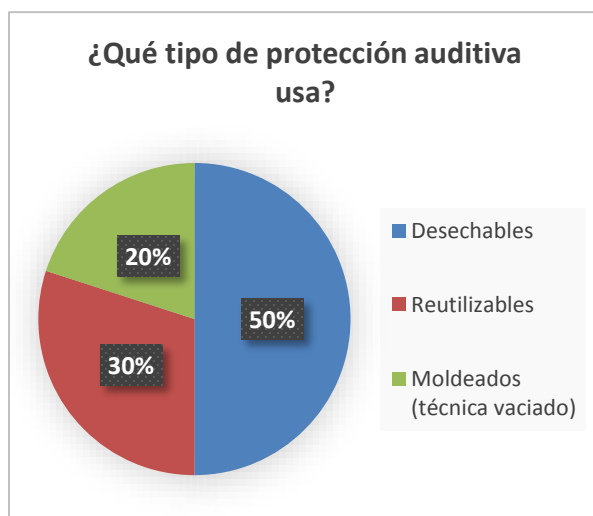


Ilustración 18 ¿Qué tipo de protección auditiva usa?

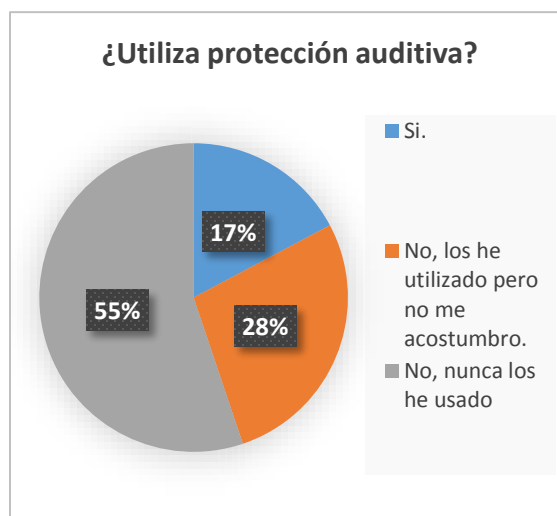


Ilustración 17 ¿Utiliza protección auditiva?

En relación a la uso de protección auditiva se consultó, si a nivel académico en alguna asignatura se le había explicado los riesgos para la audición y las medidas de prevención, encontrándose que el 86% de la población respondió negativamente y un 14% afirmativamente. De igual manera se pregunta si en la banda se le ha explicado estos riesgos y medidas de prevención evidenciándose que el 52% manifestó que no se le había comunicado, y el 48% restante afirmó que si había recibido esta información.

Se encontró que de los participantes encuestados N=29, que el 55% nunca la ha usado protectores auditivos, seguido por 28% que los ha usado pero aún no se acostumbra y un 17% que si los usa. Respecto a los resultados sobre el tipo de protección auditiva que usan fueron en un 50% protectores auditivos desechables, 30% reutilizables y 20% moldeados por técnica de vaciado. El tiempo que lleva utilizando los protectores auditivos fue, más de un año el 50% y menos del año el 50%. El tiempo para acostumbrarse a utilizar la protección auditiva fue menos de un mes para el 83% y más del año para el 17%.

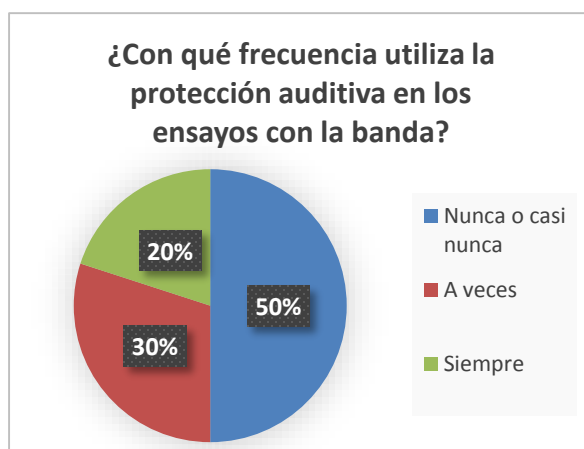


**Ilustración 19** Frecuencia de uso de la protección auditiva

La frecuencia de uso de la protección auditiva en espacios de ensayo individual fue de siempre o casi siempre en un 25%, a menudo con un 13%, a veces un 12% y nunca o casi nunca el 50%. La misma variable en relación a la frecuencia de uso de protección auditiva en los ensayos de la banda fue, 50% nunca o casi nunca, 30% a veces y 20% siempre o casi siempre. De igual manera para las presentaciones con la banda, un 86% nunca o casi nunca usa protección auditiva, y un 14% la usa a veces. Por ultimo sobre el uso de

protección auditiva en otras actividades musicales se encontró que el 43% usa está a menudo, el 29% siempre o casi siempre y el 28% nunca o casi nunca.

En relación al conocimiento de la protección auditiva refieren que la conoció a partir de recomendaciones de los compañeros 34%, por un fonoaudiólogo 27%, por el médico, con cursos o charlas dentro y fuera de la banda con un 13% respectivamente. Ante la pregunta si se le fue explicado el uso y cuidado que debe tener la protección auditiva, el 52% no lo sabía mientras que un 48% respondieron afirmativamente.

Los problemas en relación al uso de protección auditiva en ambientes académicos musicales fueron, dificultad en la interpretación propia y de otros músicos, al igual que oigo mi propia respiración con un 23% respectivamente, le continua la sensación de presión en los oídos con el 18%, la incomodidad ocupa el último lugar con el 13% de las respuestas.

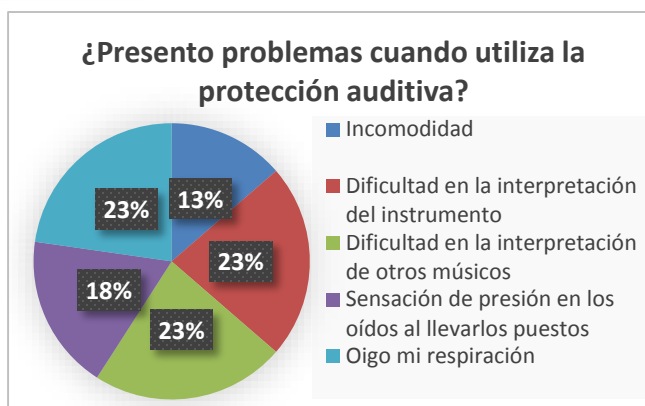


Ilustración 20 . Problemas al usar la protección auditiva

### Resultados en relación a la percepción de la audición

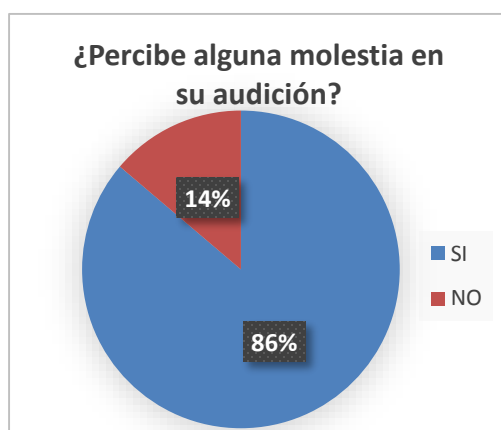


Ilustración 21 percepción del estado de la audición

Ante la pregunta ¿cómo está mi audición? y en orden decreciente se encontró que, el 72% de los consultados manifestaron oír con normalidad, seguido de un 28% que afirmaron oír una conversación normal con pequeñas dificultades. El 86% de esta misma población respondió que percibe algún tipo de molestia a nivel auditivo, mientras que un 14% no perciben estas dificultades. Ante la pregunta sobre la percepción de tinnitus o acúfenos se evidencio que el 5% de los participantes presentan este problema siempre o casi siempre, otro 15% lo presentan a menudo, un 28% respondió que lo siente a veces, y

por ultimo un 53% manifestó nunca o casi nunca percibir esta molestia. La misma población respondió afirmativamente a las preguntas sobre; percepción de hipercuasía a veces en un 25%. Distorsión auditiva 5% siempre o casi siempre, y un 8% a veces y a menudo. Diploacusia 5% siempre o casi siempre, 12% a veces.

Se consultó a la población en mención sobre la realización de exámenes auditivos previos encontrándose que se les había realizado por lo menos un examen audiológico el año pasado al 68%, mientras que el 3% se les realizó este año, y un 29% restante supera los dos años o nunca le han realizado ningún examen audiológico. Por

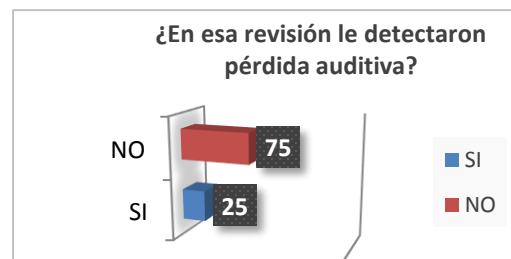


Ilustración 22 Pérdida auditiva confirmada previamente

otra parte se encontró que el 25% de las personas a las que se les realizó un examen audiológico previo les fue detectado algún nivel de pérdida aditiva.

### **Característica sistema estructural y de condiciones acústicas**

Se realizó la recolección y recopilación de información necesaria para la identificación y clasificación del sistema estructural y diseño acústico de espacios arquitectónicos, describiendo los materiales de construcción y el volumen de la sala de ensayo académico musical, para lo cual se identificó mediante visualización los materiales predominantes en techo, paredes y piso.

| <b>Estructura/característica</b> | <b>aislante</b> | <b>reflexión</b> | <b>difracción</b> | <b>refracción</b> | <b>absorción</b> |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| <b>Características techo</b>     | mayor           | mayor            | medio             | medio             | bajo             |
| <b>Características Paredes</b>   | medio           | mayor            | medio             | medio             | bajo             |
| <b>Características Piso</b>      | mayor           | mayor            | bajo              | bajo              | bajo             |

Ilustración 23 Relación material y característica sonora predominante

En relación a los materiales de construcción de la sala de ensayo académica musical, específicamente el techo se encontró que corresponde en un 100% a hormigón, con una estructura en divisiones de panel cuadrado del mismo material, el cual presenta en mayor medida características reflexivas y aislantes de las ondas sonoras. En cuanto al piso se encontró que predomina en un 90% baldosa cerámica y 10% hormigón, de igual manera estos materiales ofrecen características de reflexión del sonido y aislantes a las ondas sonora. Las paredes se constituyen en un 70% ladrillos de hormigón, material con características reflexivas y absorbentes y 30% de metal puertas corredizas, este material provee mayor reflexión a las ondas sonoras seguido por la difracción. De lo anterior se puede observar que los materiales de construcción de la sala de ensayo en su mayoría ofrecen características de reflexión, seguido de difracción y refracción, respecto a los materiales con características de absorción se encontró que son bajos para techo, paredes y piso.

### **Condiciones de presión sonora**

Para la toma de muestras sonoras se dividió la sala de ensayo en 6 sub sectores, los cuales contaban con distancias semejantes entre sí, en cada sub sector se tomaron 3 muestras con diferencias de 15 minutos entre cada toma. Para el procedimiento de medición se realizó la previa calibración del sonómetro, la obtención de los datos se llevó a cabo configurando el equipo por octavas en curva A (dBA).

Al momento de la recolección de las muestras lo músicos se encontraban realizando un ensayo académico 30 estudiantes de música, y la recolección de la muestra fue realizada en las horas de la tarde.

| Resultados de las mediciones en los sub sectores N=número de muestras (se manejan datos con dos decimales) |         |         |         |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|------------------------|
| Subsector                                                                                                  | Toma t1 | Toma t2 | Toma t3 | Promedio por subsector |
| S1                                                                                                         | 77.92   | 66.02   | 59.44   | 97,79                  |
| S2                                                                                                         | 75.75   | 90.75   | 77.68   | 81,39                  |
| S3                                                                                                         | 76.75   | 78.22   | 89.26   | 81,41                  |
| S4                                                                                                         | 77.86   | 78.23   | 88.47   | 81,52                  |
| S5                                                                                                         | 78.02   | 78.08   | 90.39   | 82,16                  |
| S6                                                                                                         | 91.18   | 91.79   | 81.80   | 88,25                  |
| PROMEDIO TOTAL                                                                                             |         |         |         | 80,53                  |

Ilustración 24. Muestras nivel de presión en sonora por sectores (dBA)

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Valor mínimo              | 59,44 |
| Valor máximo              | 93,79 |
| Varianza muestra          | 80,54 |
| Desviación estándar       | 8,97  |
| Coefficiente de variación | 0,11  |

Ilustración 25. Valores estadísticos en relaciona la muestra por subsectores

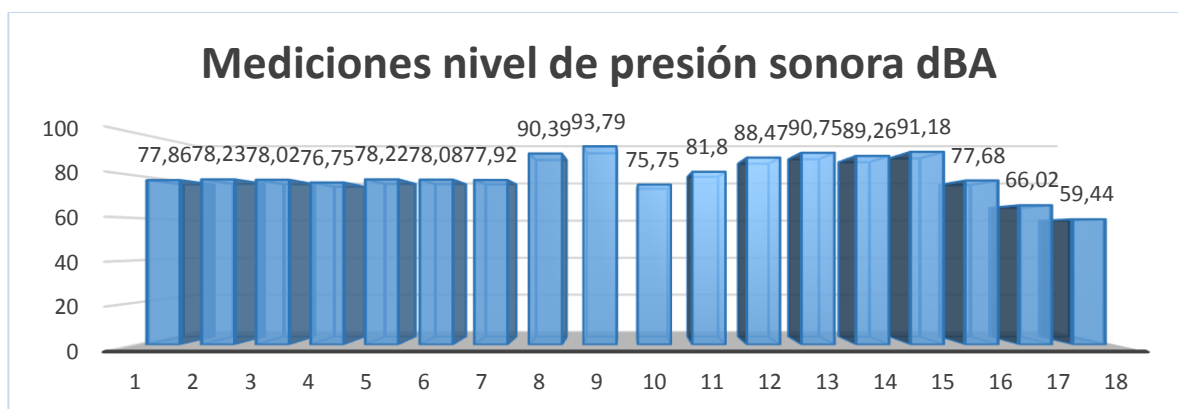
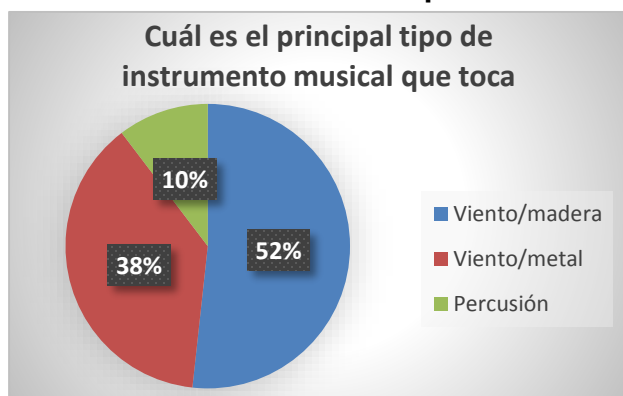


Ilustración 26. Mediciones nivel de presión sonora dBA

Se encontró que los datos obtenidos en las muestras para N=18, que el valor mínimo en dBA en la sala de ensayo fue 59.44dBA el máximo 93.79dBA, con una desviación estándar de 8.97dBA. En el caso de los resultados por sub sectores se evidenció que en orden decreciente el sub sector con mayor intensidad sonora fue S1=97.79dBA, seguido de S6=88.25dBA, S5=82.16dBA, S4=81.52dBA,

S3=81.41dBA, hallándose S2=81.39dBA el sub sector con menos promedio de intensidad sonora.

### Resultados en relación al tipo de instrumento usado



En relación al tipo de instrumentos utilizados por la banda, siendo N=29 se pudo evidenciar que la categoría de mayor participación fue viento/madera ocupando el 59%, seguido a este se encuentra viento/metal con un 38% y por ultimo con menor participación los instrumentos de percusión con un 10%.

Ilustración 27. Principal instrumento

## DISCUSIÓN

### Características demográficas

En esta investigación uno de los puntos a discutir radica en las características demográficas de la población, ya que a partir del análisis estadístico se encontró que existe una diferencia mínima en cuanto a la participación por género, con mayor población del sexo masculino que el femenino, esto contrastado con un 17% de diferencia. El rango de edad que se tuvo en cuenta para la inclusión en la muestra era de 18 a 35 años de edad, la moda permaneció en 22 años, con lo que esta población se puede considerar como joven. Sobre lo anterior (Navarro, 2013) menciona en relación a la edad; la parte media de la vida hay más posibilidades de lesión auditiva; existe la posibilidad de que el efecto de la lesión se sume a la presbiacusia propia de la edad y sea este proceso degenerativo el que favorezca la aparición de la lesión acústica. Por otra parte (Alves, 2007) menciona que los músicos son un grupo de personas que tienen un alto grado de probabilidad de tener pérdida auditiva de origen ocupacional, donde los cambios son graduales e irreversibles.

### Sobre el tiempo de exposición a presión sonora.

Se hace necesario discutir sobre la cantidad de tiempo que la población de estudio dedica a actividades musicales con la banda sinfónica, a lo cual se encontró que, el 45% participa en la banda de manera continua desde hace 1 y 2 años, el 34%

lleva entre 3 y 5 años y un 14% lleva menos de un año, otro aspecto a tener cuenta es que el 89% de los participantes dedican más de 10 en horas a la semana en actividades de perfeccionamiento individual. De igual manera se puede mencionar que en relación a otras actividades musicales se encontró que el 51% participan de otras bandas u orquestas, y un 41% reciben clase como alumno o están vinculados a dúos, tríos o cuartetos. Dado lo anterior en estudios realizados por (Lindgren, 1981), (Hart, 1987); (Heli Laitinen, 2008) se menciona que, la exposición a la música es una de las principales causas de Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido, en una mayor proporción en músicos profesionales, (Navarro, 2013) comenta que el efecto adverso de presión sonora sobre la audición es proporcional a la duración de la exposición y está relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno. El mismo autor también considera que una exposición a un nivel de ruido de 80 dB(A) durante 8 horas de exposición diaria es el umbral de riesgo para la pérdida de audición.

### **Sobre el uso de protección auditiva**

Durante la revisión de datos en relación a la prevalencia del uso de protección auditiva se encontró que, al indagar en la población si a nivel académico en alguna asignatura universitaria se le había explicado a los músicos los riesgos para la audición y las medidas de prevención, siendo N=29 el resultado que se hayo fue que el 86% negó haber recibido dicha información y un 14% comentó que si había recibido esta información, esta misma pregunta extrapolada a los ensayos académicos de la banda mostro que el 52% no se le había comunicado esta información, y el 48% restante sí. Sobre lo anterior, él ( Ministerio de Salud y Protección Social, 2015) recomienda a las instituciones educativas, deben informar a los estudiantes sobre las normas de protección del ambiente y realizar actividades que inviten a preservar los ambientes tranquilos como entornos protectores, promover comportamientos apropiados para reducir el ruido en el aula y el bienestar docente, e implicaciones de la contaminación sonora y daños en el ecosistema producidos por los altos niveles de ruido. (Navarro, 2013) Menciona que el número de personas del sector de la música que sufre problemas derivados del ruido como pérdida de audición, tinnitus y otros trastornos médicos permanentes; demuestra que se trata de un ambiente con riesgo en el que se pueden producir daños auditivos.

Teniendo en cuenta la presentación de los resultados obtenidos, se resalta que, el 55% de la muestra consultada refirió NO utilizar protección auditiva, para dar otro ejemplo se puede comparar este resultado con una investigación del (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2014) en donde se indago a músicos sobre el mismo asunto, encontrándose que el 44% de ellos no usaban ningún tipo de protección auditiva. Otros estudios correlacionan la ausencia de protectores auditivos con pérdidas de audición (Adam Bray, et al, 2004; Poulsen, 2008; Aranguiz, 2004). Un intento por comprender la baja

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

incidencia en el uso de la protección auditiva, podría estar dada por la falta de conciencia respecto al daño al que se exponen constantemente, ya que la música no resulta algo molesto como si lo es la exposición a altos niveles de presión sonora con equipos de maquinaria pesada (Carvajal & Morales, 2007).

Lo anterior relacionado con los periodos de tiempo de exposición a niveles de presión sonora que la población estudiada posee como mínimos 5 horas a la semana, y teniendo en cuenta que el efecto descrito de pérdida en la capacidad auditiva no depende de la cualidad más o menos agradable que se le atribuye al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no, sino que es un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto a variaciones individuales. A lo cual (Navarro, 2013) menciona que, los profesionales de la música sometidos durante años a sonidos de intensidad suficiente, teniendo en cuenta su susceptibilidad personal, el tiempo de dedicación y los fenómenos ambientales propios de los lugares de ensayo, pueden desarrollar un traumatismo acústico entre otros problemas de salud laboral. En la sordera transitoria o fatiga auditiva no hay aún lesión. La recuperación es normalmente casi completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústicos menos de 50 decibelios en vigilia o de 30 durante el sueño (Carlos Cenjor & Villacampa Auba, 2006), sin embargo como encontramos en los resultados los participantes del estudio continúan después de sus prácticas con la banda, con sus ensayos individuales y muchos de ellos en otras actividades académicas musicales, lo que lleva a pensar que la predisposición a generar daño auditivo sea mayor. La sordera permanente está producida, bien por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75dBA, bien por sonidos de corta duración de más de 110dBA, o bien por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación, hay lesión del oído interno (células ciliadas externas) se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la percibe hasta que es demasiado tarde, salvo en algunos casos excepcionales de auto observación. Puede ir acompañada de zumbidos en los oídos (acúfenos) y trastornos del equilibrio (vértigo) (López Ugalde, Fajard o Dolci, Chavolla Magaña, Mondragón González, & Robles, 2000).

### **Sobre los materiales de construcción y condiciones acústicas**

Posterior a la descripción de los materiales y las características acústicas con los que se encuentra diseñada la sala de ensayo musical de la banda sinfónica, se encontró que los materiales de construcción y revestimiento tienen propiedades absorbentes muy variables, de lo anterior autores como (Pinto, 2016) (Ruggiero & Russo, 2015) (Rizzi, Ascari, Ghelfi, & Ferroni, 2015) (Jaramillo, 2007) mencionan que para lograr una absorción sonora elevada se recomiendan materiales como: la lana de vidrio, que se presenta en dos formas como fieltro y como papel rígido, la absorción aumenta con el espesor y también con la densidad; otro tipo de material son las espumas de polieuretano o de melanina, estos materiales que se fabrican

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

en forma de cuñas anecoicas, la cual se comporta como una trampa de sonido, ya que el mismo sonido que incide sobre la superficie de una cuña se refleja varias veces en dicha cuña y en la contigua, el resultado es un aumento de la superficie efectiva de tres veces o más.

En el caso de la sala de ensayo de la banda se observó que: se encuentra ubicada en un edificio, con una puerta en lámina metálica de 2.48 de alto x 3.12 de ancho y espesor de 4cm, el envoltorio de la sala la constituyen paredes compuestas por bloques de hormigón sin recubrimiento absorbente y sin aislamiento acústico. El techo es de plaquetas fundidas de hormigón y el piso en baldosa, el equipamiento está formado por sillas de metal, archivadores metálicos, bongos, estanterías metálicas, atriles metálicos, una batería, una marimba, cajas de cartón.

Cualquier recinto sin importar su tamaño, puede ser considerado como un resonador acústico complejo, ya que entre sus superficies limitantes se establece una gran cantidad de ondas estacionarias (resonancias), denominados modos propios o normales de vibración (Sebastián P. Ferreyra, 2012). Los modos propios de los recintos dependen de las dimensiones del mismo y de los materiales con los que está construido (condición de borde absorbente, reflejante o híbrida), cada modo propio tiene asociada una frecuencia de resonancia. A lo largo del eje de frecuencias la distribución de los modos propios cambia. Para las frecuencias bajas se distribuyen en forma discreta, a medida que la frecuencia aumenta la distribución se vuelve continua y la amplitud de los modos disminuye. Al analizar la excitación de ciertos modos propios para una configuración espacial fuente – receptor en el recinto, se evidencia el aumento de energía sonora entorno a determinadas frecuencias propias, dándole un sonido particular a un recinto, denominado coloración.

Al momento de elegir las dimensiones de una sala de ensayo se debe tener en cuenta que una sala cuyo volumen es menor de 47m<sup>3</sup> produce distorsiones en el sonido que complican su correcta interpretación, según sean las dimensiones del recinto los modos propios se distribuirán de manera uniforme o no en el espectro de frecuencias, por ejemplo: en una sala de 6 metros de largo, 4.2 m de ancho y 2.75 m de altura, genera un volumen de 69.3 m<sup>3</sup> y una distribución uniforme de los modos normales (GUAITA, PÉREZ, & RAVOTTI, 2012). Es así como la sala de ensayo de la banda en estudio tiene 14.42 m de largo, 14.22 m de ancho y 3.12 m de altura, genera un volumen de 639.763488 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) y una distribución uniforme de los modos normales.

Las salas de ensayo tienen por función, la práctica habitual de conjuntos musicales y solistas; es por este hecho que debe considerarse el acondicionamiento acústico de dichos recintos. Las características acústicas de

dichos recintos varían según el género musical para el cual es utilizado, la variedad de instrumentos empleados, niveles sonoros, y componentes espectrales (GUAITA, PÉREZ, & RAVOTTI, 2012). La acústica arquitectónica estudia los fenómenos vinculados con la propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto, esto involucra el aislamiento acústico entre recintos y el aislamiento de fuentes externas sonoras. (Trejo Collazo, 2009). Se observa como la acústica arquitectónica de la sala de ensayo musical, se ve afectada por la falta de aislamiento acústico, esto permite el ingreso de ruido externo al ambiente de ensayo de la práctica musical.

El campo sonoro es el conjunto de puntos en el espacio de ensayo musical que pueden caracterizarse a través de niveles de presión sonora producidos por una fuente localizada en un espacio delimitado; cuando se realiza en un espacio cerrado como es el caso de la sala de ensayo musical de la orquesta, se analizan dos tipos de campos sonoros: uno es el formado por los sonidos emitidos de los instrumentos desde la fuente sonora y el otro es el formado por los sonidos que llegan al oyente, es decir a todos los participantes de la orquesta luego de haberse reflejado múltiples veces en objetos del recinto y su estructura. El campo sonoro se ve afectado por la estructura y los materiales con que está construido la sala de ensayo, el campo sonoro aumenta en la medida en que aumente la reflexión y reverberación de las ondas de presión que se desplazan a través del espacio del recinto de ensayo, exponiendo así a los músicos que ejecutan la práctica a una mayor intensidad de ondas acústicas emitidas y reflejadas, para disminuir los efectos del campo acústicos es necesario acondicionar el recinto con un revestimiento que tenga la capacidad de absorber las ondas de presión sonora evitando así los efectos tanto de reflexión, refracción, reverberación y ecos. (Palomo Masquefa, 2014)

En la acústica de recintos se denomina ruido de fondo o residual a los sonidos indeseado presentes en un recinto producido por fuentes externas o internas que no contienen información en el canal de comunicación acústica, la evaluación del ruido se toma midiendo los niveles sonoros espectrales en el recinto cuando no está funcionando ninguna fuente de información acústica interior, esta medida fue tomada en horas de la mañana, en un momento en el que no se encontraba ensayo musical y se registra como dato 59.44 dB, esta medición da cuenta de la falta de aislamiento acústico del aula de ensayo musical de la orquesta.

Si bien no se puede establecer una “regla de oro” para conseguir una buena acústica en todas los escenarios, debido a que cada sala presenta unas particularidades cualitativas que hacen variar su acústica (particularidades geométricas, de revestimiento, reverberación, focalización...), si se puede seguir unas condiciones mínimas que coadyuven a un ambiente más sano para la audición de la población. Esta problemática es muy amplia en muchos aspectos,

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

por esta razón el problema se limita a ser tratado desde tres enfoques relevantes de la acústica: la acústica arquitectónica, la acústica ocupacional y la acústica ambiental. Teniendo en cuenta que las tres se complementan y que son ramas con gran importancia en nuestro entorno dentro de campo tan amplio como lo es la acústica, así como es descrito por (Beranek, 1996).

### **Sobre las mediciones acústicas**

El (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2014) Menciona que los niveles de presión sonora son resultado de su propio instrumento y los instrumentos que le rodean que deben considerarse en la determinación de la exposición. Esto en relación a la población de estudio y sumado al alto número de horas de ensayo musical semanal (el 89% de población dedica más de 10 horas a la semana a afinamiento individual, sumado a mínimo 5 horas de ensayo con la banda), durante periodos anuales continuos, resalta lo que se evidencia en las muestras obtenidas de la sala de ensayo, (picos mínimos de presión sonora en 59 dBA y máximos en 93 dBA). A lo cual el Ministerio de Salud de Colombia en seguimiento de lo propuesto por la OMS, ha establecido que el máximo permitido durante las horas del día en las zonas residenciales es de 65 decibeles (dB); en zonas comerciales e industriales, hasta 70 dB y en zonas de tranquilidad 45 dB; mientras que en las noches el máximo permitido es de 45 dB en zonas residenciales; 60 dB, en comerciales; 75 dB, en industriales; y 45 dB, en tranquilidad. Entendiéndose que los niveles de presión sonora a los que se encuentran expuestos la población de estudio se asemeja a zonas comerciales y va más allá de lo permitido en zonas industriales. Además incluyendo al personal docente de música, y en relación a las conductas protectoras en el lugar de trabajo recomendadas por el ( Ministerio de Salud y Protección Social, 2015) que menciona: aplicar los programas de conservación auditiva de la empresa y de la Administradora de Riesgos Laborales (ARL), conocer los elementos de protección personal adecuados para cada tipo de ruido y conocer los acuerdos de convivencia para evitar generar ruido innecesario a los demás. Y en relación a lo solicitado a las Empresas Administradoras de Servicios de Salud que es, Informar y educar a sus usuarios sobre las pautas de cuidado del oído, medidas de prevención y conductas protectoras. Por lo mencionado anteriormente se considera esta como una población en riesgo ya que se encuentra en un ambiente que puede propiciar daños a nivel auditivo entre otros.

### **Sobre el tipo de instrumentos y su localización en la sala de ensayo**

Es importante mencionar que, al analizar las mediciones de intensidad sonora, y la ubicación por sub sectores se encontró que los lugares en lo que el nivel de presión sonora aumenta en relación a la media son en donde se ubican los instrumentos de percusión y viento metal, se resalta la importancia del uso de protección auditiva, el acondicionamiento acústico idóneo, regulación del instrumento “sordina-paneles divisorios”. Teniendo en cuenta los tres principales

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

métodos para reducir el ruido, son: (1) En la fuente: es el método más eficiente, mejora sustancialmente la calidad de los ambientes. (2) Por el planeamiento físico: aislar los edificios o máquinas. La disposición apropiada de los equipos, de los sectores y de las estructuras de vibración. (3) Por el control sistemático de los niveles de ruido: no permitiendo que estos se eleven, por el desgaste o por la falta de mantenimiento de los equipos y del recinto de ensayo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencia que la prevalencia en el uso de protección auditiva en los lugares de ensayo musical con fines académicos, no tiene la aceptación requerida para cumplir como medida de prevención en relación a los problemas de salud auditiva de la población de estudio.

En el momento las condiciones acústicas del lugar de ensayo musical con fines académicos de la banda, no ofrece un entorno óptimo de funcionamiento, presentando factores de riesgo auditivo para la población.

Los materiales de construcción y revestimiento no satisfacen las características recomendadas para ofrecer un entorno acústico ideal según la finalidad de la sala de ensayo.

En esta investigación, por correlación de los datos obtenidos se identificó que los instrumentos de percusión y viento metal, emitieron mayores niveles de presión sonora. Ubicando a estos instrumentos y sus vecinos con mayores riesgos en la salud auditiva.

La mayoría de la población en mención cumple con largas jornadas de exposición a altos niveles de presión sonora, entre actividades académicas y personales (ensayos individuales y con otras orquestas), sin cumplir con momentos de descanso auditivo, lo que puede traer consigo riesgos en la salud auditiva a futuro.

Con los resultados obtenidos en esta población no hay evidencia fuerte, que demuestre que desde la formación académica, se presentaran medidas de prevención a auditiva con relación a los altos niveles de presión sonora a los que se exponen los estudiantes de música.

Se concluye que esta población por las particularidades mencionadas, se encuentra en riesgo de presentar dificultades en la salud auditiva desde su formación académica.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio epidemiológico sobre la población académica (estudiantes y docentes) expuestos a estos factores de riesgo, con el fin de obtener información precisa y proveer soluciones a la problemática hallada.

Concertar con el programa de Fonoaudiología para realizar exámenes audiológicos de ingreso y control a la población académica de música de la Universidad, a fin de diagnosticar posibles alteraciones auditivas a tiempo y tener registro clínico de la población.

Ubicar los actores involucrados a nivel Universidad y sus diferentes entes de funcionamiento interno, a fin de concertar soluciones integrales a la población y problemática en mención.

Desde el ámbito de salud, proveer y realizar acciones encaminadas a la prevención y promoción de la salud auditiva.

Desde el ámbito académico y en relación a esta población, se recomienda informar sobre los posibles riesgos a los que se ven expuestos y las medidas de protección existentes.

Se recomienda ubicar la pertinencia de esta población como de riesgo, desde lo educativo y laboral, dada las condiciones y particularidades de su quehacer profesional.

Con el programa Académico de Fonoaudiología, específicamente con las asignaturas de Práctica Profesional I y II, implementar y desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica en la población expuesta a riesgos auditivos para ser ejecutado inicialmente en la Escuela de Música y que pueda ser replicado en otras áreas de la Universidad.

Se recomienda crear un observatorio de la salud auditiva de la población universitaria.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de la presente investigación declaran no tener conflictos de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE SALUD. (4 de Octubre de 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. *Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (02 de 03 de 2015). *minsalud*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Ruido-excesivo-en-entornos-una-de-las-principales-causas-para-perdida-auditiva.aspx>
- Organizacion Mundial de la salud. (Marzo de 2015). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>
- ACHS. (1999). Decreto Supremo N° 594. *Asociación Chilena de Seguridad*.
- Alves, M. A. (2007). *Análise do perfil audiológico dos músicos da Orquestra Sinfônica de Minas Gerais (OSMG)*. Belo Horizonte.
- ARÁNGUIZ, M. R. (2004). Comparación de Valores Audiométricos entre Músicos que Utilizan Amplificación y los Parámetros de Normalidad Correspondientes a la Norma ISO 7029.2000. Santiago de Chile, Chile.
- ASHA. (2012). *ASHA*. Obtenido de <http://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>
- Baso, G. (2006). *Percepción auditiva*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Bedoya Sánchez, S. (1989). *Módulos de capacitación para instrumentistas y directores de banda de vientos*. Bogotá: Programa nacional de bandas.
- Beranek, L. (1996). *Published by the American Institute of Physics for the Acoustical Society of America*. New York: Published by the American Institute of Physics for the Acoustical Society of America,.

- Boix Palacián, J. M. (2011). *Acústica y audiometría*. Alicante: Editorial Club Universitario ECU.
- Bray, A., Szimasnki, M., & Mills, R. (Febrero de 2004). Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs. *The Journal of Laryngology & Otology*, 118, 123-128.
- Cáceres Armendáriz, P. &. (2001). El ruido y los músicos de la orquesta sinfónica. *El ruido y los músicos de la orquesta sinfónica*. XII Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Cáceres Armendáriz, P., & García González, J. (2001). El ruido y los músicos de la orquesta sinfónica. *Póster. XII Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*, España.
- Carlos Cenjor, E., & Villacampa Auba, J. M. (2006). Efectos patológicos del ruido. *Ambienta. la revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (59), 30-38.
- Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Edicions UPC.
- Carvajal, P., & Morales, K. (2007). *Características audiológicas de trabajadores de discotecas. Trabajo de grado. Santiago de Chile*. Chile.
- Cerquone, J., David, A., & Amy, J. (2011). ASHA. Obtenido de ASHA: <http://www.asha.org/About/news/spanish/Nuevo-estudio-de-la-AARP-y-ASHA/>
- Chasin, M. (2009). *Hearing Loss in Musicians Prevention and Management*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Coromina, J. (2015). *Centro Médico Teknon*. Obtenido de Unidad de acúfenos: <http://www.teknon.es/web/coromina/unidad-de-acufenos>
- DANE. (Febrero de 2014). *DANE*. Recuperado el Febrero de 2015, de <https://www.dane.gov.co/files/BoletinProyecciones.pdf>
- Educastur. (s.f.). Recuperado el 3 de Febrero de 2016, de La banda sinfónica o banda de concierto: <http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/musica/musica/banda.htm>
- Ganime, J., Almeida da Silva, L., Robazzi, M. d., Valenzuela Sauzo, S., & Faleiro, S. (2010). El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura. *Enfermería global*, 1-15.

- García Ferrandis, X., García Ferrandis, I., & García Gómez, J. (2010). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia. *DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES*(24), 123-137.
- García Gómez, J. (1983). Sordera por ruido. El traumatismo acústico y los accidentes auditivos en la industria. *Boletín de la oficina sanitaria Panamericana*, 14-20.
- Gil-Caicedo, L. M., & Vallejo, L. Á.-C. (2004). *Otología*. Madrid: Médica Panamericana, S.A.
- Gómez, C. (2003). Modelo de intervención sistémico ecológico. *Modelo de intervención sistémico ecológico*. Santiago de Cali, Colombia.
- González, L., & Ramírez, M. (2007). *La audición y el trabajo*. Colombia.
- Goodhill, V. (1986). EL OÍDO. En V. Goodhill, *Enfermedades, sordera y vértigo* (págs. 526-533). Barcelona: Salvat Editores.
- GUAITA, J. M., PÉREZ, A. S., & RAVOTTI, N. (2012). Criterios generales para el diseño de una sala de ensayo musical folklórica argentina. *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN. FRC)*,.
- Hart. (1987).
- Heli Laitinen, T. P. (2008). *Questionnaire investigation of musicians' use of hearing protectors, self-reported hearing disorders, and their experience of their working environment. International Journal of Audiology*.
- Hernández, F. B. (2010). *Metodología de La Investigacion*. Mexico DF: Mc Graw Hill.
- ICONTEC, I. C. (2007). *Revista Audiología Visión de Hoy, suplemento de Salud Ocupacional, edición Octubre 2007*. Bogota.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (Diciembre de 2014). *Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo*. (I. N. (INSHT), Ed.) Recuperado el 29 de Enero de 2016, de Protejamos el oído musical en las orquestas sinfónicas: <http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Riesgos%20específicos/Ruido/M%C3%BAgicos%20ruido.pdf>
- Jaramillo, A. M. (2007). *Acustica la ciencia del sonido*. Medellin: Instituto Tecnológico Metropolitano.

- Juliana Rollo Fernandes Maial, 1., & Russoll, I. C. (2008). *Estudo da audição de músicos de rock and roll*. Sao Paulo.
- Kim Kähäriab, G. Z. (2003). *Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians: Evaluación de la audición y de los problemas auditivos en músicos de rock y jazz*.
- Larregui, G. A. (2005). *Hipoacusia inducida por música (HIM), la otra cara de la música. Evaluación de la audición en músicos de una orquesta sinfónica provincial*.
- Lindgren, A. y. (1981). *Hearing in Classical Musicians*.
- Loera-González, M. d., Salinas-Tovar, S., Aguilar-Madrid, G., & Borja-Aburto, V. H. (2006). Hipoacusia por trauma acústico crónico en trabajadores afiliados al IMSS, 1992-2002. *Revista Médica Instituto Mexicano Seguro Social* , 497-504.
- López Ugalde, A. C., Fajardo Dolci, G. E., Chavolla Magaña, R., Mondragón González, A., & Robles, M. I. (Marzo-Abril de 2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Facultad de Medicina UNAM*, 43(2), 41-42. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no43-2/RFM43202.pdf>
- Maggiolo, D. (s.f.). -*Escuela Universitaria de Música-Eumus*. Recuperado el 4 de Febrero de 2016, de Apuntes de acústica musical : <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/ins.html>
- Martinez, M. d. (1995). EFECTOS DEL RUIDO POR EXPOSICION LABORAL. *Salud de los Trabajadores*, 93-101.
- Massmann, H., & Ferrer, R. (1997). *Instrumentos musicales: Artesanía y Ciencia*. Dolmen.
- Mendes, M. H., Morata, T. C., & Mendes Marques, J. (2007). Aceitação de protetores auditivos pelos componentes de banda instrumental e vocal. *Revista Brasileira de Otorrinolaringología*, 785-792.
- Metternich FU, B. T. (1999). *Acute hearing loss and tinnitus caused by amplified recreational music*.
- Miyara, F. (2001). El sonido, la música y el ruido. *Tecnopolitan*. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonmurui.pdf>
- Moncayo, G. N. (20 de 5 de 2016). *ANÁLISIS DE DAÑO AUDITIVO EN INGENIEROS DE SONIDO Y MÚSICOS INDUCIDO POR EL USO*

*INADECUADO DE AURICULARES A ALTOS NIVELES SONOROS Y PROLONGADOS PERÍODOS DE TIEMPO.* Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5222/1/UDLA-EC-TISA-2016-05.pdf>

- Moore, K. L. (1993). La cabeza. En K. L. Moore, *Anatomía con orientación clínica* (Tercera ed., págs. 791-810). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana, S.A.
- Muñiz, J. F. (2005). *ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL EFECTO SUPRESOR CONTRALATERAL Y LA FATIGA AUDITIVA MEDIANTE OTOEMISIONES ACÚSTICAS TRANSITORIAS*. Valencia, España: Servei de Publicacions -Universitat de València.
- Navarro, J. M. (2013). *Riesgo higiénico por exposición al ruido en los profesionales de la música. Fuentes, daños y control de la exposición*.
- Nicolas Schmuzigerab, K. F. (2005). *Long-term assessment of auditory changes resulting from a single noise exposure associated with non-occupational activities*.
- ONU. (Diciembre de 2006). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tcccconvs.pdf>
- Palomo Masquefa, A. (2014). Intensimetría acústica aplicada al aislamiento sonoro.
- Pinto, D. V. (2016). *Estudio y diseño de elementos acústicos para proporcionar una acústica variable en una sala multifuncional*.
- RAE. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el 31 de Enero de 2016, de Diccionario de la lengua española-Edición del tricentenario: <http://dle.rae.es/?id=BwBYyeG>
- Rizzi, L., Ascari, F., Ghelfi, G., & Ferroni, M. (2015). Perception of Low Frequency Transient Acoustic Phenomena in Small Rooms for Music. Milano, Milan, Italia: Suono e Vita - Acoustic Engineering, Lecco, Italy; Politecnico di.
- Ruggiero, A., & Russo, D. (2015). *Acoustical design and experimental verification of school music rooms: A case study*. Department of Industrial Engineering, University of Salerno.
- Sáez- Jiménez, R., & Herráiz-Puchol, C. (2006). Acúfenos: guía clínica en atención primaria. *Archivos en medicina familiar*, 190-196.

- Salesa Batlle, E., Perelló Scherdel, E., & Bonavida, E. (2013). *Tratado de audiología* (Segunda ed.). Barcelona: Elsevier.
- Sebastián P. Ferreyra, A. G. (2012). IDENTIFICACION Y ANÁLISIS DE MODOS PROPIOS DE RECINTOS A PARTIR DE SUS RESPUESTAS IMPULSIVAS. *Mecánica Computacional* , 3969-3989.
- SISOL. (4 de Octubre de 2013). *¡Cuidado! El mal uso de un reproductor MP3 te puede ocasionar sordera*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de Perú.com: <http://peru.com/epic/epic-users/cuidado-audifonos-noticia-199965>
- Trejo Collazo, G. (2009). *Acondicionamiento acustico de salones de clase*.
- UNAD. (s.f.). *El sonido y sus características físicas*. Recuperado el 26 de Enero de 2016, de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/EXE\\_Act\\_3/](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/EXE_Act_3/)
- UNAD. (s.f.). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia* . Recuperado el 31 de Enero de 2015, de El sonido y sus características físicas: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/EXE\\_Act\\_3/](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/EXE_Act_3/)
- Vega Giménez, C. (2013). Ruido en los sectores de la música y ocio (I). *Notas Técnicas de Prevención. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. España*.
- Vega Giménez, C. (s.f.). Ruido en los sectores de la música y ocio (I) . *Notas Técnicas de Prevención. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. España*.

## ANEXOS

### Consentimiento informado

El estudiante del Programa Académico de Fonoaudiología Edwin Fabián Bastidas González y las docentes asesoras Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar le invitamos cordialmente participar del proyecto de investigación “Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una universidad del suroccidente colombiano”, esto se realizará con la finalidad de recolectar la información requerida para la investigación y posterior análisis de los datos.

La participación en el proyecto es de carácter voluntario, constara de realizar una encuesta para evaluar los daños y molestias por exposición a altos niveles de presión sonora y su posible correlación con la acústica de las salas de ensayo, igualmente durante la investigación usted no incurrirá en gastos de carácter económico o de cualquier índole, no se verá sometido a pruebas de invasivas en ninguna parte del cuerpo o recibirá una compensación de carácter económico o de especie en ningún momento, Si ha leído este documento y ha decidido ser partícipe en la investigación se asegura que la información consignada en este documento es confidencial basándonos en la utilización de un código numérico único para la tabulación de los datos obtenidos los cuales serán totalmente privados y de uso único de los investigadores.

Usted tiene derecho en la investigación preguntar las dudas que tenga del proceso, desarrollo, evaluación y retirarse del proceso cuando usted lo decida sin dar explicación o previo aviso de la situación a los investigadores en caso de presentar una situación que comprometa su integridad o salud.

Los beneficios de la participación son el reconocimiento de las necesidades en cuanto a protección auditiva e identificar el posible riesgo o deterioro de la salud auditiva.

En caso de alguna duda o pregunta podrá contactar con el estudiante: Edwin Fabián Bastidas González al número celular 3162545501. En el caso de preguntas u orientación respecto a aspectos éticos del proyecto, puede comunicarse con las docentes asesoras de este proyecto Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar al número telefónico 518 5659.

¿Usted autoriza usar la información obtenida en este proyecto de investigación para futuros trabajos en la comunidad? SI \_\_\_ NO \_\_\_

**Si firma este documento es porque acepta la participación en dicho estudio.**

Fecha: día: \_\_\_\_ mes: \_\_\_\_ año: \_\_\_\_

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Número de identificación: \_\_\_\_\_ de: \_\_\_\_\_

Nombre del investigador: Edwin Fabián Bastidas González.

Firma: \_\_\_\_\_

Testigo uno: \_\_\_\_\_ C.C. \_\_\_\_\_

Testigo dos: \_\_\_\_\_ C.C. \_\_\_\_\_

## Carta de solicitud para realización de actividades de investigación escuela de música

Santiago de Cali, Septiembre 29 de 2015

Profesor  
RITO MAURO BURBANO  
Escuela de Música  
Facultad de Artes Integradas  
Universidad del Valle



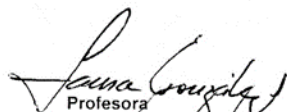
Asunto: solicitud para realización actividades de investigación.

Cordial saludo,

Por medio de la presente yo Edwin Fabián Bastidas González, estudiante de ultimo año del programa académico de Fonoaudiología, Escuela de Rehabilitación Humana de la Universidad del Valle, con la tutoría de la docente nombrada y audióloga, Laura González Salazar, solicito la aceptación de las actividades investigativas relacionadas con el trabajo de grado requisito necesario para optar por el título de Fonoaudiólogo, investigación titulada "Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una Universidad del Suroccidente Colombiano." El cual tiene como propósito investigar la influencia de las condiciones acústicas y el uso de protección auditiva en los lugares de ensayo académico musical.

Para cumplir con este propósito es necesario realizar la caracterización de las condiciones acústicas del lugar de ensayo académico musical de las bandas u orquestas con relación alguna al Programa Académico de Música y revisar investigaciones recientes sobre la prevalencia del uso de protección auditiva. La información obtenida no solo tendrá beneficios académicos, también servirá como referencia a labor en la escuela de Música y el quehacer fonoaudiológico.

Atentamente,



Profesora  
LAURA GONZÁLEZ SALAZAR  
Programa de Fonoaudiología  
Escuela de Rehabilitación Humana  
Universidad del Valle



Estudiante  
EDWIN FABIÁN BASTIDAS GONZÁLEZ  
Programa de Fonoaudiología  
Escuela de Rehabilitación Humana  
Universidad del Valle

## Carta de aval trabajo de grado de la docente tutora a programa académico de fonoaudiología



FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE FONOAUDIOLÓGIA

Santiago de Cali, Octubre 03 del 2016

Profesora

**MONICA MARIA CARVAJAL OSORIO**

Directora Programa Académico de Fonoaudiología

Escuela de Rehabilitación Humana

Facultad de Salud

La Universidad

***Asunto: Aval trabajo de investigación formativa – trabajo de grado.***

Me permito presentar el AVAL de la investigación formativa, realizado por el estudiante Edwin Fabián Bastidas González, Código: 201038884 ***"ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS ESPACIOS ACADÉMICOS DE ENSAYO Y LOS EFECTOS EN LA AUDICIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE MÚSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO"***

Cualquier inquietud con gusto será atendida.

Cordialmente,

Diana Patricia Jaramillo Agudelo

Fonoaudióloga Especialista en Audiología

Diplomada en Docencia en Escenario Clínico

Tutora del Trabajo de Grado

Escuela de Rehabilitación Humana

Facultad de Salud

## Carta de avala para actividades de investigación escuela de música

Santiago de Cali, Septiembre 29 de 2015

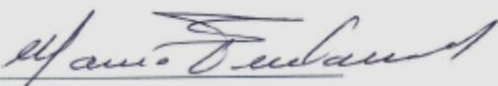
Profesora  
**LAURA GONZÁLEZ SALAZAR**  
Programa de Fonoaudiología  
Escuela de Rehabilitación Humana  
Universidad del Valle

Asunto: autorización realización actividades de investigación.

Cordial saludo,

Por medio de la presente acepto participar en el desarrollo de las actividades investigativas relacionadas con el trabajo de grado **“Análisis de las condiciones acústicas de los espacios académicos de ensayo y los efectos en la audición de un grupo de estudiantes de música de una Universidad del Suroccidente Colombiano.”** a cargo del estudiante: Edwin Fabián Bastidas González. En concreto autorizo la investigación sobre el espacio académico musical de ensayo de los integrantes de las bandas y orquestas que tengan un vínculo académico con la facultad de música, que busca indagar sobre la influencia de los aspectos acusticos y el uso de proteccion auditiva en los lugares de ensayo academico musical.

Atentamente,

  
Profesor  
**RITO MAURO BURBANO**  
Escuela de Música  
Facultad de Artes Integradas  
Universidad del Valle

Universidad del Valle  
Facultad de Artes Integradas  
Escuela de Música  
25 NOV 2015  
DIRECCIÓN

Trabajo de grado, realizado por Edwin Fabián Bastidas González estudiante de último año del Programa académico Fonoaudiología de la Universidad del Valle, con la tutoría de las docentes Diana Patricia Jaramillo Agudelo y Laura González Salazar. 2016.

## Acta de aprovacion comité de etica humana de la Universidad del Valle

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana  
Facultad de Salud



ACTA DE APROBACIÓN N° 007 - 016

Proyecto: **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS ESPACIOS ACADÉMICOS DE ENSAYO Y LOS EFECTOS EN LA AUDICIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE MÚSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO**

Sumetido por: **LAURA GONZÁLEZ, DIANA PATRICIA JARAMILLO, EDWIN FABIAN BASTIDAS GONZÁLEZ**

Código Interno: **007-016** Fecha en que fue sometido: **2016**

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- |                                                                                            |                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Resumen del proyecto                                   | <input checked="" type="checkbox"/> Protocolo de investigación                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Formato de consentimiento informado                    | <input checked="" type="checkbox"/> Instrumento de recolección de datos       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Folleto del investigador (si aplica)                   | <input checked="" type="checkbox"/> Cartas de las instituciones participantes |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) |                                                                               |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité;

3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente Clasificación de Riesgos:

☒ SIN RIESGO ☒ RIESGO MÍNIMO ☒ RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las medidas que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.
5. La forma de obtener el consentimiento informado de los participantes en el estudio es adecuada.
6. Este proyecto será revisado nuevamente en la próxima reunión plenaria del Comité, sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.
7. Informará inmediatamente a las directivas institucionales:
  - a. Todo desajuste de los investigadores a las solicitudes del Comité.
  - b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.
8. Informará inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:
  - a. Lesiones a sujetos humanos.

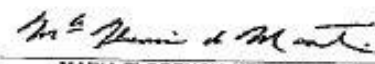
Calle 4B 38 -00 edificio Decanato Teléfono: 5185677 email: [eticasalud@correounivalle.edu.co](mailto:eticasalud@correounivalle.edu.co)

**Comité Institucional de Revisión de Ética Humana**

Facultad de Salud

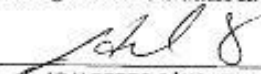


- Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que no haya sido revisado y aprobado por el Comité.
  9. El presente proyecto ha sido aprobado por un periodo de 1 año a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
  10. El investigador principal deberá informar al Comité:
    - a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
    - b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
    - c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo 1).
    - d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
    - e. cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
    - f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
    - g. El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma:  Fecha: 27/06/2016  
Nombre: MARIA FLORENCIA VELASCO DE MARTINEZ  
Capacidad representativa: PRESIDENTA Teléfono: 5185677

**CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE**

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma:  Fecha: 27/06/2016  
Nombre: ADALBERTO SÁNCHEZ G.  
Capacidad representativa: VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD Teléfono: 5185680

Calle 4B 3B -00 edificio Decanato Teléfono: 5185677 email: eficasalud@correounivalle.edu.co