

**CONCORDANCIA ENTRE EL COMPORTAMIENTO AUDIOMÉTRICO Y EL
REGISTRO DE LAS OTOEMISIONES ACÚSTICAS PRODUCTO DE
DISTORSIÓN EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA DEL SECTOR
METALMECÁNICO. YUMBO, VALLE DEL CAUCA. AÑO 2020**

AUDRIN VALENZUELA GARCÍA

FONOAUDIOLOGA, ESPECIALISTA EN AUDIOLOGÍA

**Trabajo de grado para optar por el título de Maestría en Salud Ocupacional
de la Universidad del Valle**

Director trabajo de investigación

Amanda Teresa Páez Pinilla

Fonoaudióloga Especialista en Audiología

Magister en Ciencias de la Educación

Énfasis en Docencia Universitaria

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE SALUD, ESCUELA DE SALUD PÚBLICA

MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL

CALI, COLOMBIA – 2020

CONCORDANCIA ENTRE EL COMPORTAMIENTO AUDIOMÉTRICO Y EL
REGISTRO DE LAS OTOEMISIONES ACÚSTICAS PRODUCTO DE
DISTORSIÓN EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA DEL SECTOR
METALMECÁNICO. YUMBO, VALLE DEL CAUCA. AÑO 2020

AUDRIN VALENZUELA GARCÍA
FONOAUDIOLOGA, ESPECIALISTA EN AUDIOLOGÍA

Trabajo de grado para optar por el título de Maestría en Salud Ocupacional de la
Universidad del Valle

Director Trabajo de Investigación
Amanda Teresa Páez Pinilla
Fonoaudióloga Especialista en Audiología
Magister en Ciencias de la Educación
Énfasis en Docencia Universitaria

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD, ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL
CALI, COLOMBIA – 2020

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Antecedentes del problema	9
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Pregunta de investigación	21
2. ESTADO DEL ARTE.....	22
3. MARCO TEÓRICO	35
3.1. Marco contextual	35
3.2. Marco conceptual	35
3.2.1 Fisiopatología de la audición.....	37
3.2.2 La Cóclea: “Una lente y un prisma”(38).....	37
4. OBJETIVOS.....	61
4.1. Objetivo general	61
4.2. Objetivos específicos	61
5. METODOLOGÍA	63
5.2 Área de estudio	63
5.3 Población y muestra	64
5.4 Criterios de inclusión	64
5.5 Criterios de exclusión	65
5.6 Variables	66
5.7. Procedimientos.....	68
5.7.1. Encuesta audiológica	68
5.7.2. Base de datos de audiometrías.....	68
5.7.3. Registro de otoemisiones acústicas producto de distorsión.....	69
5.7.4. Registro de la base de datos del riesgo físico del ruido	72
6. PLAN DE ANÁLISIS	77
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	78
8. RESULTADOS	82
8.1. Caracterización de la población.	82
8.2. Caracterización de las pruebas audiológicas	85
8.3. Concordancia entre pruebas audiológicas.	88

8.4. Concordancia con los antecedentes registrados.....	92
9. DISCUSIÓN.....	95
10. CONCLUSIONES.....	100
11. RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103
12.1 ANEXO NO. 1 CONSENTIMIENTO INFORMADO	108
12.2 ANEXO NO. 2 ENCUESTA AUDIOLÓGICA	110
12.3 ANEXO NO. 3.....	111
EQUIPO DE OTOEMISIONES ACÚSTICAS TITAN INTERACOUSTIC (FUENTE: MANUAL DE FUNCIONES DE INTERACOUSTIC)	111
12.4 ANEXO 4.....	113
PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD COVID 19 DISEÑADO PARA LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS AUDIOLÓGICAS.....	113

Tabla 1 Clasificación de otoemisiones acústicas	42
Tabla 2 Evaluacion ambiental del ruido-dosimetría	73
Tabla 3 Resultado de medición ambiental	73
Tabla 4 Evaluación ambiental del ruido- sonometría.....	75
Tabla 5 Evaluacion ambiental del ruido – sonometría análisis de frecuencias.....	75
Tabla 6 Conclusión del nivel de riesgo.....	76
Tabla 7 Especificaciones del equipo Titan de Interacoustic otoemisiones acústicas producto de distorsión, tomado del manual del equipo Interacoustic pag. 101 ...	112
Ilustración 1 Cóclea.....	39
Ilustración 2 Señal nerviosa de la cóclea	43
Ilustración 3 Diagrama de resultados OEAPD.....	47
Ilustración 4 Registro OEAPD	48
Ilustración 5 Equipo Titan OEAPD y otoscopio. Elaboración propia.....	71
Ilustración 6 Equipos de medición ambiental	74
Gráfico 1 Porcentaje Vs rango de edad de los trabajadores	83
Gráfico 2 Porcentaje Vs años laborados expuestos a ruido.....	83
Gráfico 3 Porcentaje Vs tipo de protección Audiva	84
Gráfico 4 Porcentanje vs antecedenes familiares /personales	85
Gráfico 5 Análisis de componentes principales audiometrias grupos A & B	86
Gráfico 6 Análisis de componentes principales OEAPD grupos A & B	87
Gráfico 7 Análisis de componentes principales audiometrias/OEAPD	88
Gráfico 8 Gráfico de violines variables datos audiométricos OD/OI	89
Gráfico 9 Gráfico de violines OEAPD OD/OI.....	90
Gráfico 10 Componentes principales: años laborados expuestos a ruido Vs edad de los trabajadores.....	92
Gráfico 11 Componentes principales audiometria/ OAPD Vs edad.....	93
Gráfico 12 Equipo otoemisiones acusticas Titan.....	111

TÍTULO

Concordancia entre el comportamiento audiométrico y el registro de las otoemisiones acústicas producto de distorsión en trabajadores de una empresa del sector metalmeccánico en Yumbo, Valle del Cauca. Año 2020.

RESUMEN

Contexto: Existe evidencia científica acerca de los efectos nocivos del ruido industrial continuo, en la salud de los trabajadores quienes se exponen a intensidades alrededor de los 85 decibelios (A), con secuelas de pérdida auditiva neurosensorial, progresiva y permanente. Las otoemisiones acústicas producto de distorsión (OEAPD) son una estrategia de valoración audiológica diagnóstica sencilla, útil, contrastable y reproducible, para la prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido. **Objetivo:** Establecer la concordancia entre los resultados normales, de la audiometría tonal y las OEAPD, en la evaluación audiológica ocupacional, con el fin de aumentar la sensibilidad de detección de la pérdida auditiva, con enfoque preventivo, en trabajadores expuestos a ruido industrial. **Población:** La población corresponde al área de autopartes de una empresa de metalmeccánica ubicada en Yumbo (Valle del Cauca). El censo total suma un N = 100 trabajadores, entre 18 a 63 años de edad, de género masculino. Después de aplicar los criterios de exclusión, el número total de participantes en la investigación es de 84 trabajadores. **Método:** Estudio dentro del paradigma cuantitativo, con método descriptivo y técnica de concordancia, para el registro de resultados normales de los audiogramas y las OEAPD. Las mediciones audiológicas se aplican

en un único momento del estudio. El análisis estadístico es realizado con Past 4 (scientific data análisis, the past of the future), efectuando un análisis de componentes principales, para los resultados de la audiometría y de las OAEPD, tanto por separado, como combinados, para identificar las tendencias de los datos. Se aplica un análisis de similaridad donde se miden todas las variables para poder probar si existe concordancia entre los grupos estudiados. **Resultados:** Se aporta una estrategia de prevención en salud auditiva para la detección temprana de pérdida auditiva neurosensorial inducida por ruido, de modo que se fortalece la vigilancia de las condiciones de exposición en el trabajo y se contribuye con resultados, a la fundamentación de políticas públicas de salud para la población trabajadora. De la muestra de 84 participantes, el 100% son hombres y 43% tienen de 50 a 62 años. La empresa maneja poca rotación de personal y los trabajadores llevan más de 10 años desempeñándose en esa misma área, hasta con 22 años de servicio. Para caracterizar los resultados de la audiometría tonal, se realiza un análisis de componentes principales, el cual permite visualizar de manera espacial como se distribuyen los valores audiométricos de los grupos A (Umbrales auditivos simétrico/negro) y B (Umbrales auditivos asimétricos/rojo), para así, determinar si se pueden diferenciar estos dos grupos, dada la importancia de la asimetría para descartar compromiso retrococlear. Haciendo uso del análisis de similaridad, da un resultado de **P= 0,259** sugestivo de que no hay diferenciación entre los dos grupos. De igual manera se realiza análisis de componentes principales y análisis de similaridad para los resultados de las OEAPD, donde no se evidencia diferencia entre los dos grupos estudiados, dando un **P=0,2135**. En el análisis de componentes

principales entre las dos pruebas audiológicas, la audiometría y las OEAPD, por el contrario, se observa que cuando se combinan los resultados normales, en la gráfica se evidencia que se puede diferenciar el grupo A del B, mostrando en el análisis de similitud **un $P=0,0001$** bastante bajo, el cual confirma la diferencia entre los dos grupos. La prueba de OEAPD, revela su eficacia en el diagnóstico precoz del daño coclear de los trabajadores expuestos a ruido industrial. Los resultados obtenidos, plasmados en gráficos, corroboran que las OEAPD son más eficaces, ya que permiten detectar daño en las células ciliadas (función coclear), antes que se refleje en la audiometría tonal, en la cual aparece el daño cuando ya es fijo e irreversible.

Conclusiones: Las OEAPD son de gran utilidad para la detección temprana de la pérdida auditiva ocasionada por exposición a ruido industrial, pudiéndose diagnosticar precozmente un daño coclear antes que los trabajadores expuestos a ruido se percaten del mismo y que exista pérdida auditiva objetivable en la audiometría tonal. Es importante considerar la utilidad de introducir las OEAPD de forma sistemática en los exámenes de salud ocupacional, para detectar tempranamente la sensibilidad del trabajador al ruido industrial y prevenir un deterioro auditivo que le pueda ocasionar discapacidad.

Palabras Claves: Trabajadores, ruido industrial, pérdida auditiva inducida por ruido, audiometría tonal, otoemisiones acústicas producto de distorsión (OEAPD).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del Problema

La audiometría tonal se ha venido utilizando tradicionalmente, para la detección de pérdida auditiva, aunque se caracteriza por ser un examen subjetivo; aporta información adicional sobre el problema subyacente y el posible causante de la pérdida auditiva. La audiometría es una prueba diagnóstica audiológica que sirve para construir un audiograma biaural, en el cual queda registrada la capacidad auditiva, medida a través de un equipo o instrumento electrónico debidamente calibrado, conocido con el nombre de audiómetro, el cual emite tonos puros a diferentes intensidades (-10 dB a 120 dB HL) y frecuencias (125 Hz a 8000 Hz), emisiones capaces de producir estimulación auditiva diferencial en seres humanos examinados. Este examen presenta sensibilidad diagnóstica periférica del sistema auditivo. Cuando la vía auditiva comienza a afectarse es difícil que se refleje en el audiograma: el daño debe ser grande para que se pueda empezar a registrar en la audiometría (1), ya que el examen de rutina solo evalúa 6 a 8 frecuencias en la gama audible humana de 16 a 20.000 Hz. La audiometría presenta varias limitaciones como herramienta para los programas de vigilancia en la salud auditiva. Este método solo detecta daños cuando es suficientemente significativo, es decir cuando el daño ya es permanente e irreversible. Esto solo es visible en la audiometría cuando ya está comprometida la audición en especial la capacidad discriminativa del lenguaje del sujeto. Hay un rango amplio de tiempo entre la

exposición peligrosa y el daño en ser detectado, esto muestra que la audiometría es un método que no proporciona un enfoque preventivo y oportuno para la revisión de la evaluación de riesgos y controles.(2)

Las otoemisiones acústicas (3), constituyen una prueba diagnóstica audiológica utilizada en Audiología Clínica para los programas de tamizaje neonatal y puede ser válida en el campo de la audiología laboral, valorada como biomarcador que puede correlacionarse en determinado momento con cierto tipo de patología. Esta técnica proporciona una serie de ventajas respecto a la audiometría tonal, y es de alta sensibilidad para detectar en un estadio temprano ausencia de otoemisiones acústicas en frecuencia agudas como 6, 8 y 10KHz, con posibilidad de valorar en corto tiempo un mayor rango de frecuencias, mostrando la prevención de la hipoacusia neurosensorial Inducida por ruido. Esta técnica se podría considerar como una técnica predictiva. (4)

Dado que las dos pruebas se reportan en escalas diferentes de decibeles, la audiometría en dB HL y las otoemisiones en dB SPL, y tienen objetivos diferentes, la audiometría mide umbrales de sensibilidad y las OAEPD miden la función de las células ciliadas externas, para estudiar la concordancia entre ellas, se analizan los resultados normales y anormales de cada prueba, en cada una de las frecuencias seleccionadas, definiendo en el cuadro de variables los criterios de normalidad para cada una. El comportamiento audiométrico es subjetivo porque depende de la conducta del sujeto evaluado, la comprensión y el seguimiento de instrucciones, la

atención, imitación y discriminación auditiva cortical. El registro de las otoemisiones acústicas es objetivo, no interviene la conducta del sujeto, se puede realizar incluso bajo sueño profundo, por ser una prueba electroacústica que no involucra funciones de procesamiento auditivo, sino se limita a la transducción periférica del sonido, de señales acústicas mecánicas a señales eléctricas. Por su diferente modalidad de respuestas, subjetivas y objetivas, las dos pruebas se complementan para aumentar la eficiencia y la eficacia de la vigilancia epidemiológica de la exposición a ruido de alta intensidad, en ambientes de trabajo. De ahí se deriva la importancia de establecer la concordancia entre los resultados normales de las dos pruebas, manejando criterios claros de normalidad para cada una, basados en evidencia técnico científica.

1.2 Formulación del Problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (11), 466 millones de personas en todo el mundo padecen pérdida de audición discapacitante, de las cuales 34 millones son niños. Se calcula que, en 2050 serán más de 900 millones de personas, por esta razón, una de cada 10 sufrirá una pérdida de audición discapacitante. La pérdida de audición puede deberse a causas genéticas, complicaciones en el parto, algunas enfermedades infecciosas, infecciones crónicas del oído, el empleo de determinados fármacos, la exposición al ruido excesivo y el envejecimiento. El 60% de los casos de pérdida de audición en niños se deben a causas prevenibles. 1100 millones de jóvenes (entre 12 y 35 años)

están en riesgo de padecer pérdida de audición debido a la exposición a ruido en contextos recreativos. La intervención destinada a prevenir, detectar y tratar la pérdida de audición no implica un alto costo y pueden resultar beneficiosas para los interesados. La situación comunicativa de las personas quienes padecen pérdida de audición mejora gracias a la detección temprana, a la utilización de audífonos, implantes cocleares y otros dispositivos de ayuda, así como con el empleo de subtítulos, el aprendizaje del lenguaje de signos y otras medidas de apoyo educativo y social. (11)

Para el 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) (11)b informó que “más del 5% de la población mundial (360 millones de personas) padece pérdida de audición discapacitante (328 millones de adultos y 32 millones de niños). La pérdida de audición discapacitante está definida como la disminución de audición superior a 40 dB HL en el oído con mejor audición en los adultos, y superior a 30 dB HL en el oído con mejor audición en los niños. La mayoría de las personas con pérdida de audición discapacitante vive en países de ingresos bajos y medianos.” y resalta además que “los casos desatendidos de pérdida de audición representan un coste mundial anual de 750.000 millones de dólares internacionales. Las intervenciones destinadas a prevenir, detectar y tratar la pérdida de la audición inducida por ruido son insuficientes”. Otros autores como Medina-Medina A y Velásquez Gómez G., reportan que el promedio tonal conversacional alrededor de 30 dB HL o más en adultos, en el mejor oído, ya genera discapacidad para la comunicación en ambientes con ruido de fondo.

En Colombia se encuentran las siguientes estadísticas: Según la Encuesta Nacional de Condiciones de Salud y Trabajo, el 26.9% de las empresas encuestadas identifican el ruido como un factor de riesgo importante.

- Con base en el informe de diagnóstico de enfermedad profesional en Colombia, la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (HNIR) ocupó el tercer lugar en 2003 y el cuarto en el 2004 dentro de las 10 primeras causas de enfermedad en las empresas, con un porcentaje que oscila entre el 14 y el 17% del total de los casos.
- Para el 2006, la hipoacusia neurosensorial aportó el 9.7% y para el 2007 el 4.5% de los casos reportados por las empresas administradoras de riesgo laboral (ARL) privadas, a la cámara técnica de riesgos profesionales de FASECOLDA (11).

El impacto del ruido es tan grande en los diferentes contextos laborales en Colombia, que mediante el decreto 1477 del 2014 propuesto por el Ministerio del Trabajo (MINT) (12) se determinó que “el ruido es considerado un agente físico que provoca enfermedades como pérdida de la audición, alteraciones temporales del umbral auditivo, hipertensión arterial entre otras, dichas alteraciones son ocasionadas por diferentes actividades dentro de las que se mencionan trabajos en la industria metalúrgica, utilización de herramientas neumáticas, trabajo con explosivos, tala de árboles, molienda y transformación de caucho, etc.”

Teniendo en cuenta el panorama anterior se puede afirmar, que la hipoacusia inducida por ruido es una de las enfermedades ocupacionales que más genera gastos al sistema de salud, ocasionando amplias incapacidades permanentes y aumento de las personas en condición de discapacidad. El problema principal se centra en las dificultades de detección temprana para lo cual se debe incluir dentro de la valoración auditiva ocupacional, nuevas técnicas diagnósticas que respondan a las necesidades en la salud auditiva Ocupacional.(13)

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) (14), en preocupación con esta situación de casos de enfermedad del sistema sensorial auditivo, estableció en la resolución 2488/2007 los valores máximos de exposición los cuales fueron de 85 dB(A) para periodos de 8 horas durante la jornada laboral y con tasa de cambio de 3 dB (A), es decir, con reducción del tiempo de exposición a la mitad cada vez que el nivel de presión acústica aumenta en 3 dB (A). Los altos niveles de contaminación auditiva en el medio laboral, durante periodos largos de exposición (jornada laboral de 8 horas diarias, 5 días a 6 días a la semana por varios años), tienen relación directa con la aparición de la pérdida auditiva.

A continuación se citan las guías de atención promulgadas por el Ministerio de Protección Social de Colombia (13) donde muestran los lineamientos que se deben tener en cuenta para responder a esta situación de exposición y en el marco de la Guía de Atención integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia (GATISO)

se sugiere como estrategia para mantener vigilada la exposición de los trabajadores a ruido, conformar grupos que tengan similar exposición (GES) o que desarrollen actividades laborales similares, sean evaluados con criterios de referencia estandarizados para la evaluación de los GES a los factores de riesgo.

Los dosímetros personales fueron recomendados para la medición de la exposición a ruido en los ambientes de trabajo. El uso de sonómetros integradores es recomendado cuando el ruido sea estable o con escasas variaciones de nivel sonoro y el trabajador permanezca estacionario en su sitio de trabajo. Estos instrumentos deben disponer de sistema de integración de niveles de ruido para un rango entre 80 y 140 dB A.(10)

La GATISO recomienda realizar evaluación auditiva pre ocupacional, de seguimiento y post ocupacional, que explore adicionalmente las condiciones individuales relacionadas con hipoacusias, y otras actividades asociadas a los hobbies y hábitos personales, así como la exposición a sustancias químicas y a vibración. (13). La evaluación auditiva con audiometría tonal debe ser realizada por personal calificado y en cumplimiento de los estándares de calidad (uso de cámara insonorizada, audiómetro calibrado, profesional Fonoaudiólogo, Especialista en Audiología). Deben examinarse las frecuencias de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz en cada uno de los oídos. Si el trabajador refleja en el audiograma un cambio de umbral mayor de 15 dB HL con referencia a la audiometría base, se debe repetir la audiometría, si el descenso persiste se debe repetir a los 30 días

calendario. A los cambios de umbral se les denominan cambio de umbral temporal (CUAT) cuando se recupera la audición al repetir la audiometría y cambio de umbral permanente (CUAP) cuando no hay cambio alguno en el umbral auditivo y persiste el descenso. La GATISO recomienda aplicar un nivel criterio de 85 dB A como límite permisible de exposición ponderada para 8 horas laborables/día (TWA), una tasa de intercambio de 3 dB A. El control de los tiempos y/o niveles de exposición a ruido en los trabajadores, es importante para reducir la cantidad de energía sonora recibida por el trabajador expuesto. (13)

Audiometría Tonos Puros

Este examen es considerado fundamental para la medición de la audición de los seres humanos. Esta prueba busca determinar el umbral auditivo (a través de la medición del estímulo de menor intensidad que pueda ser capaz de percibir el oído para cada una de las frecuencias (250 Hz hasta la 8000Hz). Los tonos puros son generados por un equipo electrónico llamado Audiómetro que se encuentra calibrado, el cual está compuesto por unos auriculares que tienen como función transmitir el estímulo auditivo llamado tono puro (vía aérea) o por vibrador óseo (vía ósea). El examen se hace bajo unas condiciones especiales haciendo uso de una cabina insonorizada. Los umbrales para las distintas frecuencias se miden en decibeles HL (medida de intensidad "Hearing Level", por su sigla en inglés). Las frecuencias que se evalúan en una audiometría convencional para la conducción aérea son: 250 – 500 - 1500 – 1000 – 2000 – 3000 – 4000 – 6000 – 8000 Hertz.

El informe escrito donde se consignan los resultados de los umbrales auditivos encontrados en cada frecuencia recibe el nombre de Audiograma. Los resultados se grafican haciendo uso de las siguientes convenciones: para el oído derecho se utiliza el color rojo y un círculo (O) y para el oído izquierdo es el color azul una equis (X). La prueba de audiometría de tonos puros examina la capacidad auditiva periférica, mediante la reproducción de diferentes tonos puros que el sujeto escuche a través de auriculares. A pesar de que ofrece una visión limitada de la audición funcional, proporciona información válida respecto a la función auditiva en entornos del mundo real. (1)

El Diagnóstico Temprano conlleva un beneficio clínico, pues se puede realizar un tratamiento que permita una intervención protectora o intervención preventiva o intervención previsiva, gracias a los avances (15) tecnológicos con pruebas objetivas para la valoración auditiva ya se cuenta con herramientas que proporcionan una alerta en aspectos preventivos, precisamente en el campo de la audiolología ocupacional. (16)

Una prueba audiológica objetiva y útil para la detección temprana son las otoemisiones acústicas producto de distorsión. Estas reflejan la no linealidad de una cóclea en buen estado funcional. Este tipo de otoemisiones, es realizado de forma específica utilizando un protocolo especial por frecuencias, permite obtener un DPgrama objetivo que refleja el buen estado funcional de las Células Ciliadas Externas (CCE). Al tener en cuenta este tipo de pruebas objetivas se está

trabajando directamente en acciones de prevención, la base principal en el campo de la salud ocupacional. (16)

Un aspecto de la concordancia entre audiometría y otoemisiones se da por la correlación entre la configuración del perfil audiométrico con el perfil del DPgrama (gráfico que es dado por el equipo que realiza la otoemisión acústica producto de distorsión, en este gráfico muestra la presencia o ausencia de la otoemisión): plano, ascendente o descendente, con relación a las respuestas normales en frecuencias graves, medias y agudas. Adicionalmente las otoemisiones informan rangos de frecuencias con respuestas anormales que no fueron posibles de medir con el audiograma o que reportaron respuesta normal en el audiograma ya que en la audiometría el sujeto puede alzar la mano frente a la distorsión producida por una región coclear cercana a un área de células muertas. Mientras en la audiometría de rutina se miden 8 frecuencias, en las otoemisiones se pueden medir hasta 32 frecuencias, en menor tiempo de examen. Si bien las otoemisiones no informan acerca del umbral auditivo, deben estar presentes en las regiones donde la audiometría fue normal o están indicando un daño incipiente no visible aún en el audiograma.

La prueba de Otoemisiones acústicas es un examen que se realiza siguiendo un protocolo (16):

- **Otoscofia:** examinar y observar el estado del oído externo, descartar obstrucciones del conducto auditivo externo (CAE), tapón de cerumen,

cuerpos extraños, pólipos o masas y observar integridad de la membrana timpánica. (16).

- **Recolección:** realizada en un consultorio con unas condiciones ambientales adecuadas y haciendo uso de un equipo electroacústico, para la valoración auditiva con las otoemisiones acústica producto de distorsión, el equipo está conformado por dos partes: una sonda y a esta va adherida a la probeta, que es un minip procesador donde se crea el estímulo y recoge de devuelta la respuesta, enviado y recibido a través de la sonda del sujeto evaluado, haciendo uso de un adaptador o tip desechable, ajustado al tamaño del oído evaluado. Este examen se hace oído por oído. (16).
- **Registro:** El equipo se conecta al computador y se descargan los datos obtenidos en un DP-Grama que es el gráfico donde se consignan las respuestas obtenidas en las frecuencias evaluadas por oído. Esta evaluación tiene una duración de 5 minutos por oído en excelentes condiciones ambientales, es decir en un lugar tranquilo. (2)

Las frecuencias evaluadas para este estudio son: 500 - 1000 – 2000 -3000 – 4000- 6000-7000- 8000 -10000 Hz. El estímulo consiste en dos tonos puros (f_1 y f_2) con relación f_2/f_1 de 0,22. F_1 se presenta a una intensidad de 65 dB SPL y f_2 a 55 dB SPL. Dentro de los parámetros se considera que la relación señal /ruido normal debe ser mayor de 6 dB SPL. (2)

Se hace relevante contar con pruebas objetivas en el campo de la audiología ocupacional, con mayor sensibilidad y especificidad, como lo son las otoemisiones acústicas producto de distorsión, que representan una medición exacta del daño coclear, proporcionando objetividad y certeza elevada. Aportan datos de los sujetos evaluados que complementan la historia clínica ocupacional, el diagnóstico y monitoreo de la salud auditiva específicamente el estado de la cóclea (células ciliadas externas), ya que las respuestas son independientes de la conducta y colaboración del sujeto evaluado. (2)

El investigador Bocca (17), mostró un ejemplo del fracaso de la audiometría para revelar evidencia de una mayor disfunción auditiva en la década de los 50's. Principalmente el trabajo del investigador Bocca confirmó que los pacientes con lesiones en sistema auditivo central, presentan audiogramas con configuración normal en sus umbrales auditivos, a pesar de tener déficit con respecto al procesamiento del habla. Concluyó que se logró detectar disfunciones a nivel de la cóclea que no habrían podido identificarse solamente con la audiometría. Como tanto la audiometría tonal como las otoemisiones acústicas poseen sensibilidad diagnóstica auditiva periférica. Para detectar disfunción del sistema auditivo central, por ejemplo en casos de secuelas de accidente de trabajo con trauma craneoencefálico o contusión, es necesario ampliar la evaluación audiológica de rutina, con pruebas más avanzadas electrofisiológicas como los potenciales evocados auditivos de latencia corta (oído interno, VIII par y tallo cerebral), media (Tálamo) y larga (Corteza cerebral auditiva) o con pruebas de logaudiometría

sensibilizada, como son las pruebas de comprensión dicótica del habla o discriminación de habla en ruido. También se utilizan en estos casos pruebas de procesamiento auditivo temporal cortical como la de detección del GAP.

La innovación en pruebas diagnósticas y los informes científicos sugieren la necesidad de herramientas de evaluación objetivas y diferentes a la audiometría de tonos puros, para poder detectar el daño de las células ciliadas y el estado de la cóclea. Por ello, se proponen en diversos estudios la utilización de las Otoemisiones Acústicas (OEA). Esta prueba tiene la posibilidad de distinguir pequeños cambios en la función coclear por lo tanto es una excelente herramienta para el monitoreo de la función coclear en oídos expuestos al ruido (continuo, intermitente y de impacto). (17)

Las otoemisiones acústicas son altamente sensibles a cambios cocleares prematuros o sutiles por exposición a ruido y por consiguiente son apropiadas para la selección selectiva y el monitoreo de oídos en riesgo de presentar hipoacusia neurosensorial auditiva inducida por ruido.(7)

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la concordancia entre el comportamiento audiométrico y el registro de las otoemisiones acústicas producto de distorsión, en trabajadores de una empresa del sector metalmecánico?

2. ESTADO DEL ARTE

A nivel Internacional se encontró:

Los autores Mark E Lutman y Amanda J Hall (18) del Centro de Audición y Balance de la Universidad de Southampton (Inglaterra), realizaron un estudio en el año 2000, cuyo objetivo del proyecto fue comparar varios métodos que estaban siendo utilizados para monitorear la función coclear en personas expuestas a ruido ocupacional (19), con un énfasis en particular, la utilización de una nueva herramienta tecnológica llamada otoemisiones acústicas. Los individuos fueron evaluados en tres tiempos a corto, mediano y largo plazo, utilizaron la base de datos del centro de Audición y Balance de la Universidad Southampton, de los últimos 6 años. La sensibilidad fue evaluada durante todo el estudio, los sujetos tenían un rango de audición dentro de parámetros normales hasta sujetos que presentaban pérdida auditiva (20) de grado leve a moderada. El estudio se llevó a cabo en condiciones de laboratorio en el centro de Audición y Balance de la Universidad y también en el espacio del sitio de trabajo de los sujetos evaluados. En resumen, el trabajo experimental se basó en la repetitividad de las otoemisiones acústicas y las otras mediciones a corto-mediano y largo plazo, también estimaron la sensibilidad de cada medición y los cambios de los umbrales auditivos de los sujetos evaluados especialmente en las frecuencias altas 3 y 4 KHz. El aporte es la viabilidad de utilizar el mejor método o test en la industria favoreciendo la detección precoz de la pérdida

auditiva inducida por ruido (21). Estos autores encuentran que las otoemisiones acústicas son una excelente alternativa en el campo de la salud ocupacional, para prevenir que los sujetos lleguen a presentar grandes cambios en sus umbrales auditivos que con el tiempo perjudicaran su desempeño a nivel comunicativo, social etc.(18)

En España, plantearon en la norma Real Decreto 286/2006 (22), que es obligatorio la realización de audiometrías periódicas a los trabajadores en función de los niveles de ruido a los que estén sometidos. Para ello se contempla la prueba de audiometría tonal liminar que tiene el objetivo de medir el umbral auditivo para tonos puros. En respuesta a esta directriz algunos autores ratifican que es una prueba para descartar que no cumple con las necesidades de riesgo a este factor físico.

En la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo realizada en 2011, por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (23), se reportó que el 35% de los trabajadores están expuestos a un nivel de ruido molesto, elevado o muy elevado, siendo los trabajadores industriales, los mecánicos y empleados de taller los colectivos más afectados. Según datos del estudio, los trabajadores expuestos a un nivel de ruido muy elevado presentaron el 2% del total. Solamente el 42 % de ellos refieren que es obligatoria la utilización de protectores auditivos en su puesto de trabajo. Por su parte, de los trabajadores que se consideran expuestos a un nivel de ruido elevado, un 8% del total y sólo el 32 %

manifiesta dicha obligatoriedad en el uso de protección personal. A manera de conclusión se establece que el ruido soportado por un amplio colectivo de trabajadores excede los niveles subjetivamente adecuados sin que se perciba la necesidad del uso de protecciones personales, lo que favorece la aparición de pérdidas auditivas entre los afectados y hace necesario la realización de exploraciones instrumentales para detectar tempranamente la aparición de la enfermedad auditiva (24).

Durante el año 2011, la Doctora Forshaw (2), presentó un reporte en el Simposio Internacional, sobre los beneficios de las otoemisiones acústicas en los programas de Vigilancia epidemiológica en Manchester (Inglaterra Febrero 8- 9). En dicho simposio participaron alrededor de 18 profesionales de distintas ramas de la salud ocupacional e investigadores de las diferentes universidades de Inglaterra. Dicho reporte enfatizó en la concientización y el control del ruido en el sitio de trabajo, desde principios de los años ochenta, sin embargo, siguen utilizando la misma metodología para la vigilancia de la salud auditiva. Este estudio recalcó que este método tiene sus limitaciones para su uso en este campo. Por lo tanto, este grupo de investigadores se interesó en seguir explorando opciones para mejorar las normas de vigilancia de la salud en materia de ruido, con el fin de ayudar o mejor contribuir al cumplimiento de la construcción de un modelo (25) robusto de vigilancia de la salud ocupacional. Y así, permitir la detección precoz de signos o síntomas frente al desmejoramiento de la salud de los trabajadores expuestos a ruido industrial. Los autores mostraron datos oportunos que permitieron la adopción

de medidas preventivas para evitar el daño auditivo inducido por ruido. (2). Como conclusión, la Doctora Forshaw (2) insistió que todos los datos expuestos durante el simposio , mostraron el gran beneficio de las otoemisiones acústicas en el campo de la salud ocupacional, dejando una camino abierto para que futuros investigadores exploren y muestren dichos beneficios, y así prevenir el daño auditivo inducido por ruido.

En el año 2011, el Laboratorio de Seguridad y Salud (7) en Bruxton Inglaterra, realizó un estudio donde se resalta lo potencialmente beneficioso que es la aplicación práctica de las otoemisiones en el campo de la salud ocupacional. Antes que la técnica sea usada con propósitos de vigilancia en salud, es de suma importancia entender que tan fiables son dichas mediciones y el nivel de cambio que podría ser detectado con el tiempo en los individuos. Cualquier prueba de la función auditiva es potencialmente susceptible al ruido ambiental, por eso es necesario establecer las condiciones adecuadas en las cuales se lleva a cabo. En esta investigación los autores comparan la fiabilidad de las otoemisiones acústicas con la audiometría tonal. Los autores convocaron a la población objeto de estudio a través del correo electrónico donde enviaron una invitación para participar. A vuelta de correo notificaron su deseo de participar, la convocatoria fue dentro del personal que laboraba en ese momento en el laboratorio de seguridad y salud (Inglaterra). Los participantes en total fueron 33, donde la mayoría eran hombres (20) con una edad promedio de los participantes de 43 años. Los participantes debían asistir 3 días diferentes con un intervalo de 1 semana entre cada retest. Las condiciones en

las cuales se llevaron a cabo las otoemisiones acústicas transientes y las producto de distorsión, fueron en dos ambientes diferentes, el primero una habitación silenciosa y otro en cámara insonorizada, allí se llevaron a cabo cada día las pruebas con los siguientes test: otoemisiones acústicas transitorias y producto de distorsión, y la audiometría tonal.(7) El primer día realizaron entrevistas y un cuestionario corto donde explicaba un poco de su historia de exposición a ruido y otras condiciones de salud y firmaban el consentimiento informado. Como resultado de la investigación en el laboratorio de Seguridad y Salud de Inglaterra corroboró la importancia de incluir las otoemisiones acústicas dentro del protocolo de la vigilancia en la salud de los trabajadores expuestos a ruido en pro de prevenir futuras pérdidas auditivas, mostro el estudio que es más conveniente en el campo ocupacional, las otoemisiones brindan una información más precisa ya que estas realizan un diagnóstico en frecuencias altas que son las que se afectan más con la exposición a ruido. (7). No evidenciaron en la investigación una significancia entre realizar las otoemisiones en una habitación silenciosa y una cámara insonorizada, ya que las respuestas fueron similares, por no decir casi iguales.

Durante el año 2013, el investigador Díaz A. (26) realizó un estudio en el contexto de una empresa metalúrgica compuesta por dos divisiones, la primera división se dedicaba a la fabricación productos de acero inoxidable (División de Chapistería) y otra dedicada a la fabricación de productos electrodomésticos (División de Montaje). Este estudio tuvo dos fases: en una primera fase realizó la evaluación de la exposición al ruido en base a los criterios y especificaciones

contenidos en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. En estas condiciones se efectuaron mediciones del nivel de ruido continuo diario equivalente ($L_{Aeq, d}$) y del nivel de pico (L_{pico}) en los distintos puestos de trabajo de la división de Chapistería y de la División de Montaje. Para la segunda fase, fue aplicado el protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud a los trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 dB(A), encuadrado dentro de los reconocimientos médicos periódicos específicos.(26). La principal conclusión de esta investigación se describe así: las variables de intensidad del ruido, edad, tiempo de exposición, tipo de protección y frecuencia de uso intervienen directamente en la aparición y en el desarrollo de lesiones auditivas, aunque el grado de participación de cada uno de estos factores con respecto a dichas lesiones es diferente; no se pudo demostrar una relación lineal entre el nivel de ruido soportado y el número de trabajadores con lesiones auditivas, debido a factores ligados a la susceptibilidad individual y a otras variables de índole metodológica; el tiempo de exposición al ruido es un factor más determinante que la edad en la aparición de lesiones auditivas, aunque, en la mayoría de los casos, existe una estrecha vinculación entre ambas variables y finalmente el tipo de protección utilizada no debería asociarse a un incremento del número de casos de lesión auditiva siempre que su atenuación sea la adecuada para el nivel de exposición.(26)

En una investigación los autores Reavis & Mc Millán (27), en el 2013, a través de un meta-análisis, llevaron a cabo una exhaustiva búsqueda a través de Medline, utilizaron los siguientes frases claves “variabilidad de las otoemisiones acústicas”, “fiabilidad de las otoemisiones acústicas” “repetitividad de las otoemisiones acústicas” y “test y retest de las otoemisiones acústicas” con referencia a las otoemisiones acústicas productos de distorsión en adultos, esta búsqueda se realizó en el idioma inglés. Los autores revelaron que las Otoemisiones Acústicas tienen la ventaja de ser una prueba más objetiva y por ende son más sensibles a los primeros signos de pérdida de la audición mostrando unos resultados con mayor precisión, que la audiometría tonal. La exposición al ruido puede causar daño al oído interno, tanto en los seres humanos y los animales, empezando por el daño a las células ciliadas externas.(27). Estos autores refieren en sus investigaciones que, en los seres humanos, las Otoemisiones acústicas son conocidas por su aporte positivo a la audiología clínica en cuanto a la detección temprana de la pérdida auditiva. Y a sí mismo, varios estudios han conducido a la conclusión de que otoemisiones acústicas podrían ser más sensibles en la detección de pérdida de la audición en una etapa temprana (denominada daños preclínicos). Los daños de las células ciliadas externas pueden ocurrir sin daño correspondiente a los umbrales de audición. Las otoemisiones acústicas son más eficaces a la hora de detectar pérdidas auditivas.(27)

En el año 2014, el investigador Díaz A. (26) resaltó en su investigación *“Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un*

nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios (A)” que en un tercio de los trabajadores expuestos se obtuvieron audiometrías compatibles con lesiones auditivas por ruido, más de la mitad presentaban afectación de las frecuencias conversacionales, siendo la infrautilización de los equipos de protección individual la causa de dichas problemáticas debido a la escasa percepción del riesgo por parte de los trabajadores el principal factor determinante para su desarrollo, seguido del tiempo de exposición y la edad.

Para el 2015 se presentó el estudio titulado “*Influencia del entorno acústico laboral en comportamiento Audiométrico y su correlación con el registro de otoemisiones acústicas de productos de distorsión*” propuesta por Burgos J. (22) en el cual se encontró que el patrón Audiométrico de la población pone de manifiesto una incidencia mayor de la esperada de afectación en las frecuencias graves, relacionando este hecho con el espectro de emisión de la máquina de producción. El patrón Audiométrico de la pérdida auditiva inducida por ruido de la población objeto de estudio se presentó en la frecuencia 6 KHz en lugar de 4 KHz como cabría de esperar. Para la obtención de la información se utilizó un sonómetro Bruel-Kjaer, dosímetros, analizador de frecuencias, otoscopio, impedanciómetro, audiómetro y registro de Otoemisiones Acústicas Productos de Distorsión (28) (OEAPD) mediante equipo REM 2000 Rastronic.

Los investigadores M. Moepeng, M Soer, B Vinck (29) en Sur África, realizaron un estudio en el año 2016 y luego fue publicado en el año 2017,

“Otoemisiones Acústicas Productos de Distorsión como Técnica de Vigilancia de la Salud Auditiva en Trabajadores de una Siderúrgica”. Estos investigadores hacen énfasis en que las Otoemisiones productos de distorsión son una técnica de cribado eficaz para la detección precoz de la hipoacusia inducida por ruido, mostrando pequeños o cambios sutiles de la función coclear (células ciliadas externas)(30). El objetivo de la investigación fue, determinar la aplicabilidad de las otoemisiones acústicas productos de distorsión como técnica de vigilancia en la salud auditiva de los trabajadores de una siderúrgica que están expuestos a ruido industrial. Como método tomaron dos grupos un grupo participantes no expuestos (grupo Control) y el grupo de participantes expuestos, en cada grupo participaron 20 personas todos de sexo masculino, y tenían umbrales auditivos menores o iguales a 15 dB HL. Los 20 participantes del grupo de expuesto a ruido (48 horas de reposo auditivo no expuestos a ruido ocupacional). Los resultados de las pruebas realizadas a los 40 participantes fueron comparados entre los dos grupos el grupo control y el grupo expuesto lo evaluaron frecuencia por frecuencia. (29).

El estudio arrojó como resultado en el grupo de expuestos tuvo amplitudes de respuestas en las otoemisiones acústicas productos de distorsión significativamente más bajas que el grupo control en todas las frecuencias evaluadas el $P < 0.001$ de 2002 a 4004 Hz y un $P = 0,001$ de 6348 a 7997 respectivamente, sugiriendo un daño temprano de las células ciliadas externas inducido por ruido en el grupo de participantes expuestos a ruido, en el grupo de no expuestos mostró una buena reproductibilidad.(29)

A nivel Regional:

Para el 2015 los investigadores, Escher M. López A. y Augusto C. (31) realizaron una investigación para el departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Brasilia, cuyo objetivo estuvo enfocado analizar el estado de la audición y tinnitus en trabajadores expuestos a ruido ocupacional (Industria Metalmeccánica) con audición normal. Este estudio fue analítico transversal en la industria Metalmeccánica, que evaluó a los trabajadores con audición normal mediante anamnesis, audiometría y otoemisiones acústicas. Como resultado el estudio mostró una alta prevalencia de la ausencia de las otoemisiones acústicas producto de distorsión en un 40% de la población evaluada y tinnitus en un 66,6% de la población, mostrando cuanto mayor es la frecuencia del sonido, peores son los resultados. A pesar de tener los resultados de la audiometría dentro de límites normales, los resultados indicaron que los trabajadores están sufriendo de la exposición un daño a nivel de las células ciliadas externas es decir daños de la función coclear. Los investigadores concluyen que la ausencia de las otoemisiones acústicas producto de distorsión y la aparición del tinnitus son predictores de daños en la audición de los trabajadores expuestos a ruido ocupacional, así los resultados de los umbrales auditivos se encuentren dentro de límites normales.(31)

A nivel Nacional:

Continuando con la línea del tiempo, para el 2016 se presentó la investigación “*Variación de la amplitud de las otoemisiones acústicas producto de distorsión (DPOAE), al realizar cambios en la intensidad del estímulo, en sujetos con audición normal*”, llevada a cabo por la investigadora Acosta L. (32), la cual trabajó el tema central y en concordancia con la literatura revisada concluyó que se demostró que las mayores amplitudes se consiguen al utilizar tonos primarios de media y alta intensidad en sujetos con audición normal, en consecuencia, para una aplicación clínica ideal de las Otoemisiones Acústica Producto de Distorsión (DPOAE), se necesita una intensidad que sea elevada para producir 58 mejores respuestas en la mayoría de los sujetos con audición dentro de parámetros normales, y que sea lo suficientemente baja para no generar contestaciones en quienes presenten pérdida auditiva, en otras palabras, una relación de intensidad en los tonos primarios que reduzca la cantidad de falsos positivos y de falsos negativos en poblaciones normo-oyentes e hipoacúsicas(33).

Seguidamente, en el 2017 la investigadora Salazar A. (34), trabajó en la investigación titulada “Comparación de Emisiones Otoacústicas Producto de Distorsión en Individuos Expuestos y No Expuestos a Ruido Ocupacional”, en la cual logró concluir que el ruido ocupacional disminuye significativamente las amplitudes de las Otoemisiones Acústica Producto de Distorsión-EOAPD en individuos de 20 a 30 años de edad, expuestos por lo menos durante un año y que usaron protectores auditivos durante toda su jornada de trabajo. Por otra parte, las frecuencias agudas, principalmente 5 y 6 KHz. son las más afectadas por la exposición a ruido y en de

acuerdo con los años de exposición a ruido ocupacional, no tienen influencia significativa en la amplitud de las Otoemisiones Acústica Producto de Distorsión-EOAPD. Finalmente, resaltan que los protectores auditivos tienen gran utilidad como factor protector de la audición, a pesar de existir daño de las Células Ciliadas Externas-CCE de la cóclea.

Se cita otro estudio realizado en Colombia para el año 2010, titulado “Descripción de otoemisiones acústicas en personas con sensibilidad auditiva entre 0 y 30 dB nHL con acúfenos” llevado a cabo por Gutiérrez et al. (35), el cual muestra el proceso y resultado de la evaluación con otoemisiones espontaneas y producto de distorsión de un grupo de 11 personas, de ambos sexos con edades comprendidas entre los 15 y 50 años y que presentan acúfeno permanente de forma unilateral y bilateral. De acuerdo con el análisis de resultados se observó que se presenta con mayor frecuencia el acúfeno en mujeres que hombres. Al existir descensos sensibles en audiometría tonal se puede evidenciar igualmente descenso en PDOAE. En otoemisiones espontaneas no se evidencian descensos o trazos diferentes relacionados con los resultados en PDOAE, lo que indica que no se puede hablar de una correlación de estas pruebas cuando el sujeto presenta acúfeno.

En 2003, Páez A., Duarte L.H., Arévalo C., Carvajal A., Hernández M., Herrera M.C., Molano N., Olivar A., Rubiano M.R., Silva A, en el trabajo de grado de la Corporación Universitaria Iberoamérica, titulado “Asociación entre los resultados

de la audiometría tonal y las otoemisiones acústicas producto de distorsión, en pilotos de aviación”, examinaron 19 pilotos de aviación quienes estaban en el proceso de renovar su licencia de aviación y aunque concluyeron que por las diferencias de escalas utilizadas para reportar los resultados, en dB HL para la audiometría y dB SPL para las otoemisiones, fue imposible establecer asociaciones numéricas exactas, si se observó una semejanza entre los perfiles de las curvas de la audiometría y del DPgram, siendo las otoemisiones una prueba con mayor valor predictivo para identificar lesiones sensoriales auditivas en pilotos de aviación.

Actualmente, la tendencia en las investigaciones que enmarcan la orientación del presente trabajo se encuentra enfocada en la comparación de una prueba a otra que permita la detección temprana de la pérdida de la audición. Conforme al panorama anterior y en el interés de la presente investigación se denota una necesidad y falta de conocimiento en la combinación de diferentes pruebas que pueden brindar diversos conceptos diagnósticos de los componentes de esta y establecer alertas cuando se presenten deficiencias en la audición. Igualmente, las investigaciones consultadas indican que se está implementando este tipo de pruebas en diferentes grupos poblacionales, que tienen alguna comorbilidad tal como diabetes, teniendo en cuenta su género y edad, que permite establecer relaciones directas de influencia para la aparición de dicha problemática.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Contextual

El contexto donde se realizó el estudio es una empresa dedicada al ensamblaje de motos y carros. La empresa es reconocida a nivel nacional y en la región del Valle del Cauca. Se encuentra ubicada en el parque empresarial de Yumbo, en el suroccidente de Colombia. La empresa fue creada con la alianza de 59 familias con importante capital las cuales habitan el Valle del cauca. Los procesos de la empresa se enfocan en la prestación de servicios de metalmecánica en modernas instalaciones, propuesta de diseño y fabricación de herramientas. Maneja un amplio catálogo de productos metalúrgicos que abarcan múltiples industrias, ensamble de motocicletas Honda y la producción de las autopartes. Su estructura organizacional comprende 900 empleados, de los cuales 570 están en las diferentes áreas de producción, el 100% son trabajadores con contratos de tipo formal (seguridad social y las prestaciones por ley, incluyendo caja de compensación). Todas las áreas cuentan con mediciones de sonometrías y dosimetría, sistema de vigilancia epidemiológica, para diferentes factores de riesgos.

3.2. Marco Conceptual

Definición de ruido según la agencia europea para la seguridad y la salud en

el trabajo

El ruido es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable. En el medio ambiente, se define como todo lo molesto para el oído o, más exactamente, como todo sonido no deseado. Desde ese punto de vista, la más excelsa música puede ser calificada como ruido por aquella persona que en cierto momento no desee oírlo. En el ámbito de la comunicación sonora, se define como ruido a todo sonido no deseado que interfiere en la comunicación entre las personas o en sus actividades. Cuando se utiliza la expresión ruido como sinónimo de contaminación acústica, se está haciendo referencia a un ruido (sonido), con una intensidad alta (o una suma de intensidades), que puede resultar incluso perjudicial para la salud humana. (36)

Contra el ruido excesivo se usan tapones para los oídos y orejeras (cascos para las orejas, los cuales contienen una electrónica que disminuye los ruidos exteriores, disminuyendo o haciendo que su audición sea más agradable), para así evitar la pérdida de audición (que, si no se controla, puede provocar la hipoacusia). Los niveles de ruidos perjudiciales se pueden identificar fácilmente y en la gran mayoría de los casos es técnicamente viable controlar los excesos de ruido aplicando la tecnología, remodelando el equipo o proceso o transformándose máquinas ruidosas. En la vida real se observa con frecuencia que no se aplican dichas mejoras a las máquinas y perdura la alta exposición a ruido industrial de los trabajadores, esto se da porque representa en la mayor parte de los casos en altos costos de ingeniería que le impide a las empresas no eliminar este riesgo.(36)

3.2.1 Fisiopatología de la audición

La audición es la experiencia subjetiva de la exposición al sonido. La fisiología de este fenómeno puede ser explicada por la forma como el sonido impresiona al oído humano. Se realizará la descripción de los mecanismos por los cuales el oído recibe las ondas sonoras, discrimina las frecuencias y finalmente transmite el mensaje sonoro hacia el SNC.(37)

3.2.2 La Cóclea : “Una Lente y Un Prisma”(38)

La audición del ser humano es muy sensible y altamente discriminatoria. Una buena sensibilidad requiere eficiencia a todos los niveles: eficiente transferencia de energía a la cóclea (39), eficiente transmisión de energía a lo largo de la membrana basilar, eficiente suministro de energía a las células del órgano de Corti (células ciliadas internas y externas) y, finalmente, detección eficiente de esta energía por las CCI que excitan el nervio auditivo. (38)

En el procesamiento de la información auditiva se distinguen tres niveles: uno periférico, que es el encargado de la detección de vibraciones sonoras y que se relaciona con el proceso a nivel del oído interno que da origen a las sensaciones primarias como el tono y la intensidad. Un segundo nivel de procesamiento intermedio, que permite detectar las variaciones transitorias en el sonido y su origen,

y este provee elementos adicionales para la percepción de la cualidad, la identificación del tono y la discriminación de los sonidos. Este procesamiento se lleva a cabo a nivel del tallo cerebral. Finalmente, un último nivel del análisis fino, en el cual los cambios temporales se procesan en los centros cerebrales superiores de la corteza cerebral (15), esto permite detectar los atributos de la información auditiva, lo que finalmente se conoce como el mensaje auditivo. (40)

El oído interno es donde se encuentra ubicado el órgano de la audición; está formado por la cóclea, cuya estructura tiene forma espiral y está conformada por las células sensoriales y células de soporte. Las células sensoriales tienen como especialidad la detección de las vibraciones mecánicas que constituyen el sonido estas se conocen con el nombre de células ciliadas. El tamaño de la cóclea de un adulto humano tiene aproximadamente una longitud de treinta y cuatro milímetros; estas células forman parte del órgano de Corti. El órgano de Corti es el elemento sensitivo del oído interno y puede considerarse como el micrófono del cuerpo. Está situado en la membrana basilar, en uno de los tres compartimentos de la cóclea. Contiene cuatro hileras de células ciliadas que sobresalen de su superficie. (38)

La cóclea contiene en su interior el órgano de Corti, que es un mecanorreceptor que está formado por células ciliadas que descansan sobre la membrana basilar, formando 3 hileras (de 18.000 a 20.000) con un 90% de inervación eferente, y un 5% de innervación aferente Los cilios de estas células hacen contacto con la membrana tectoria; las células ciliadas internas es 1 hilera

(aprox. 6.000) con una inervación del 10% eferente y un 95% de inervación aferente, sus estereocilios no hacen contacto con la membrana tectoria.(32)

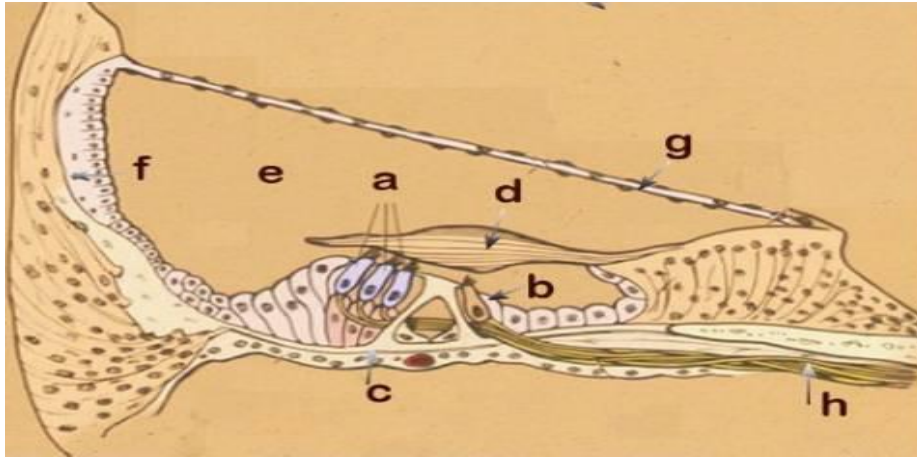


Ilustración 1Cóclea

Sección de la cóclea que muestra tres CCE (a) y una CCI (b) dentro del órgano de Corti. El órgano de Corti está acoplado a la membrana basilar (c) que recibe la energía de la onda viajera. El movimiento de la onda viajera provoca que los estereocilios de las CCE se doblen contra la membrana tectoria (d). Esto modula la corriente eléctrica que fluye desde la endolinfa (e) hacia las CCE. La electromotilidad de las CCE genera una fuerza que refuerza la energía de la membrana basilar. Esta acción crea un amplificador coclear y genera OEA. La endolinfa se alimenta de la estría vascular (f) y está separada de la perilinf por la membrana de Reisner (g). Si el órgano de Corti es activado suficientemente por la membrana basilar, la endolinfa oscilando a través de los estereocilios de las CCI excita la célula y activa el nervio acústico. *Imagen cortesía de la Clínica Mayo.*(38)

El papel de las células ciliadas externas, está relacionada con el movimiento de la membrana basal, con mecanismos de sincronización o sintonización y generación de las otoemisiones acústicas. La exposición prolongada a ruido industrial, ototóxicos (gentamicina, estreptomycin entre otros) afectan directamente a las células ciliadas externas y no a las células ciliadas Internas. (32)

En estos casos el trabajador expuesto a ruido presentara un déficit auditivo

de tipo sensorineural bilateral simétrico. En teoría, el daño podría progresar de manera predecible, desafortunada la mayoría de las veces el trabajador experimenta una pérdida auditiva importante durante los primeros años de la exposición, la que no es una relación proporcional con respecto a la exposición. La percepción inmediata del daño auditivo es abombamiento transitorio de la sensación auditiva, la que varía el umbral del sujeto desde un ruido apenas audible hacia un nivel más alto de ruido por un periodo de tiempo. Este periodo de fluctuación o cambios en el umbral son señales que indican exposiciones a niveles de ruidos perjudiciales o dañinos.(31)

Las Otoemisiones Acústicas

Las Otoemisiones Acústicas representan una medición exacta del daño coclear, proporciona objetividad y certeza elevada, complementando el audiograma en el diagnóstico y monitoreo del estado de la cóclea (células ciliadas externas). Las otoemisiones proporcionan una elevada especificidad que es necesaria conocer para obtener un diagnóstico preciso de la aparición de la hipoacusia temprana. El Dr. David Kemp (Inglaterra) fue quien las descubrió y proporcionó al campo de la Otorrinolaringología y a su vez a la Audiología una gran herramienta para la detección precoz de la pérdida auditiva sensorial.(16)

En la Actualidad la aplicación de las Otoemisiones Acústicas se deriva, en la posibilidad de evaluar el sistema auditivo sensorial de un forma rápida y eficiente,

aun en neonatos (41). Con esta prueba clínica objetiva, se podrá detectar tempranamente la hipoacusia en toda la población (adultos, jóvenes) y especialmente ha sido usada en los infantes (recién nacidos como prueba de screening en neonatos), modificando así sus perspectivas futuras para impactar en la educación en sus primeras etapas. Se ha podido comprobar, después de muchos estudios, que las responsables de estos sonidos cocleares son las células ciliadas externas. Este proceso coclear es activo y parecería sumar energía biológica, a la energía acústica producida por los sonidos.(2).

Las otoemisiones acústicas son sonidos de origen coclear en presencia o ausencia de estimulación sonora registrados en el conducto auditivo externo. Desde su descubrimiento han sido definidas como una fracción de sonido originada en una actividad vulnerable de la cóclea. (15)

Las Otoemisiones, son el resultado del movimiento no-lineal de las Células ciliadas externas-C.C.E. Estos movimientos o actividad micromecánicas, son causados por cambios inducidos por sonidos, en el potencial receptor de las C.C.E. Por el lado del oído medio, la Rampa Vestibular está cerrada por la Ventana Oval, sobre la cual encontramos la Platina del Estribo, la Rampa Timpánica está cerrada por la membrana de la Ventana Redonda. El juego de ambas ventanas permite el desplazamiento de los líquidos endococleares, en presencia de presiones acústicas. La platina del estribo, en su desplazamiento dentro de la ventana oval, transmite las vibraciones sonoras a la cóclea y provoca una onda de presión, que

se va a propagar dentro de la perilinfa. Este es el origen de fenómenos mecánicos que afectan los líquidos y las estructuras cocleares desencadenando los procesos de transducción a nivel de los mecanorreceptores de la misma.(16)

Para complementar se puede afirmar que las otoemisiones acústicas se dan por la contracción de las células ciliadas externas (CEE), que son la base fisiológica del amplificador coclear (mecanismos cocleares activos) que incrementan la vibración de la membrana basilar y modulan la excitación de las células ciliadas internas (CCI). La repercusión sobre la audición de esta actividad fisiológica es la capacidad de discriminación frecuencial de la cóclea humana asociada a un umbral auditivo normal. (15) Dependiendo del estímulo y del mecanismo que produzca u origine las otoemisiones acústicas, se encuentran clasificadas de la siguiente manera: Ver tabla 1.

TIPO	SIGLA	ESTIMULO
Otoemisión Acústica espontánea	OEAE	Generado por la cóclea espontáneamente
Otoemisión Acústica Producto de distorsión	OEAPD	Continuo Tonos 2 frecuencias simultaneas
Otoemisión Transitoria	OEATE	Click
Otoemisión Estímulo-frecuencias	OEAEF	Tonos Puros Continuos

Tabla 1 Clasificación de Otoemisiones Acústicas/ basada en tabla libro de audiología Manrique& Algarra 2014.

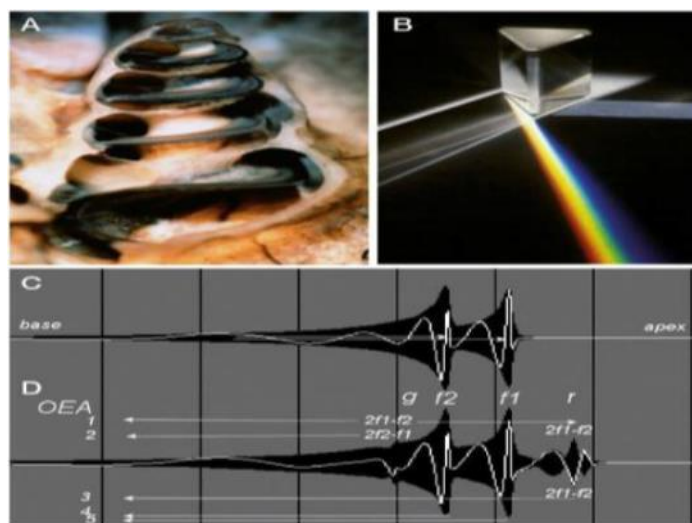


Ilustración 2 Señal Nerviosa de la Cóclea

La imagen muestra una cóclea cuidadosamente disecada con la partición espiral y el órgano de Corti (cobaya por cortesía de A. Pye). La construcción de la cóclea y especialmente las propiedades elásticas de la membrana basilar actúan como un prisma acústico. El prisma separa los colores (frecuencias) de la luz (B). La cóclea separa los componentes frecuenciales del sonido (C). Cuando dos tonos estímulo próximos se aplican a la cóclea sus dos ondas viajeras inicialmente viajan juntas, pero después se separan. Cada frecuencia alcanza su propio punto de excitación frecuencial. La frecuencia más alta f_2 forma primero la cresta. La cresta f_1 es más próxima al ápex. La acción no lineal de las CCE distorsiona el estímulo creando nuevas vibraciones $2f_1 - f_2$ y $2f_2 - f_1$ (D). Esta distorsión es más fuerte en el punto (g) basal a f_2 , donde las CCE son más activas. Las OEA se crean cuando la vibración viaja de retomo a la base de la cóclea. Las distorsiones $2f_1 - f_2$ y $2f_2 - f_1$ pueden viajar al oído medio desde el punto (g) formando las otoemisiones productos de distorsión marcados como 1 y 2 en la gráfica. La distorsión $2f_1 - f_2$ también puede viajar apicalmente a su punto de frecuencia propio (r). Podemos oír esta distorsión alcanzando su punto, se llama tono combinado. La distorsión también puede ser reflejada creando otra Otoemisiones productos de distorsión 3. Adicionalmente, ambos estímulos pueden reflejarse desde su punto de frecuencia para crear las Otoemisiones acústicas indicadas como 4 y 5. (38)

Tipos de Otoemisiones Acústicas

Existen 2 tipos de otoemisiones: las espontáneas que son sonidos producidos por la cóclea, en ausencia de estimulación sonora y las otoemisiones provocadas que son sonidos producidos por la cóclea en respuesta de una estimulación sonora de corta duración. (42)

Según el estímulo utilizado encontramos las siguientes otoemisiones:

Otoemisiones Acústicas transitorias (TEOAE):

Las otoemisiones acústicas transitorias son señales acústicas originadas en la cóclea tras su estimulación con un sonido transitorio, habitualmente un clic. El objetivo básico de la exploración es la obtención de esta otoemisión acústica en forma de energía acústica en el conducto auditivo externo, y es para esta función para lo que están diseñados los sistemas de registro. Estas otoemisiones están presentes en la mayoría de normo-oyentes y no se obtiene su registro a partir de determinados grados de hipoacusia, por lo tanto, el objetivo buscado cuando se registran en clínica, es la detección de su existencia, lo cual nos permite establecer que la audición es normal en la mayoría de los casos de los individuos en los que se obtienen.(42). El estímulo sonoro utilizado es un clic, de banda frecuencial ancha que va de los 1000 a los 5000 Hz. Son rápidas y fáciles de realizar. Son muy sensibles, pero desaparecen con pérdidas auditivas conductivas y sensor neurales mayores de 30 dB HL. No son específicas en frecuencia. Los parámetros de registro más usados son: Tipo de estímulo: clic no lineal; Duración: 80-100 μ seg; Velocidad: 21 /seg; Intensidad: 80 dB SPL. Este tipo de otoemisión acústica es utilizado en audiología clínica especialmente para el tamizaje auditivo en recién nacidos, lactantes o poblaciones con dificultad para la obtención de umbrales auditivos en la audiometría, así como para el diagnóstico diferencial de la hipoacusia y monitorización de lesiones cocleares. (42)

Otoemisiones Acústicas Productos de Distorsión (DPOAE):

Las otoemisiones acústicas producto de distorsión representan la energía acústica resultante de la incapacidad de la membrana basilar para responder a dos estímulos presentados simultáneamente. Son el resultante del escape de la energía generada por las interacciones no lineales producidas por dos ondas viajeras de frecuencias específicas en diferentes localizaciones de la región coclear. Por este motivo, si se realiza una adecuada selección de la frecuencia de los pares de estímulos, se explora con especificidad frecuencial las diferentes regiones de la cóclea donde estos se originan, situada en la porción de la membrana basilar en donde se superponen las dos ondas viajeras generadas por los estímulos primarios. El objetivo de la realización de las otoemisiones acústicas producto de distorsión es el registro de la representación funcional de la región coclear donde se generan, función que guarda relación con los umbrales auditivos. Las otoemisiones acústicas productos de distorsión están presentes en la mayoría de normo-oyentes, y van reduciendo progresivamente su amplitud a medida que se elevan los umbrales auditivos, por lo que el registro secuencial de diferentes productos de distorsión permite conocer el estado funcional de la región coclear asociada a su origen, conocimiento del que se derivan las diferentes aplicaciones clínicas que tiene en la audiología clínica. La técnica de registro de las otoemisiones acústicas productos de distorsión se fundamenta en el análisis espectral de la energía acústica resultante de la extracción de la respuesta coclear generada en respuesta a la estimulación acústica por dos tonos puros continuos y simultáneos. El especial

diseño del estímulo que provoca su aparición hace que los productos de distorsión tengan suficiente amplitud para poder ser registrados, y además sean funcionalmente representativos de la región de la cóclea donde se originan. Se emplean tonos puros, denominados primarios f_1 y f_2 , que guardan una relación entre sus frecuencias de 1.2, y son presentados una intensidad para de f_1 (65 dB SPL) 10 dB SPL mayor que la de f_2 (55 dB SPL) (42). Las características de los estímulos continuos que generan una otoemisión productos de distorsión: Estímulo: Tipo: 2 tonos puros, presentación: continua, frecuencia: 1.5 / 2 / 3/ 4/ 6 / 8 kHz Relación frecuencias primarios: $f_2/f_1 = 1.2$. Intensidad: $I_1 = 60$ dB / $I_2 = 55$ dB. (42)

De todos los Productos de Distorsión generados por este estímulo, el resultante de la aplicación de la función matemática $2f_1 - f_2$ es el de mayor amplitud y facilidad de obtención, siendo este el habitualmente registrado en clínica. La respuesta se presenta en forma de un audiograma de productos de distorsión (PD-grama), modalidad de análisis que realiza una representación gráfica de las distintas amplitudes (dB SPL) de los PD $2f_1 - f_2$ generados tras la variación de la frecuencia de los tonos primarios, manteniendo la intensidad de estos, constante. Se pueden registrar tantos $2f_1 - f_2$ como pares de primarios empleemos, buscando una cierta similitud con el audiograma, registrar ocho productos de distorsión $2f_1 - f_2$, con frecuencia f_2 bastante similar a las testadas en la audiometría tonal liminar.

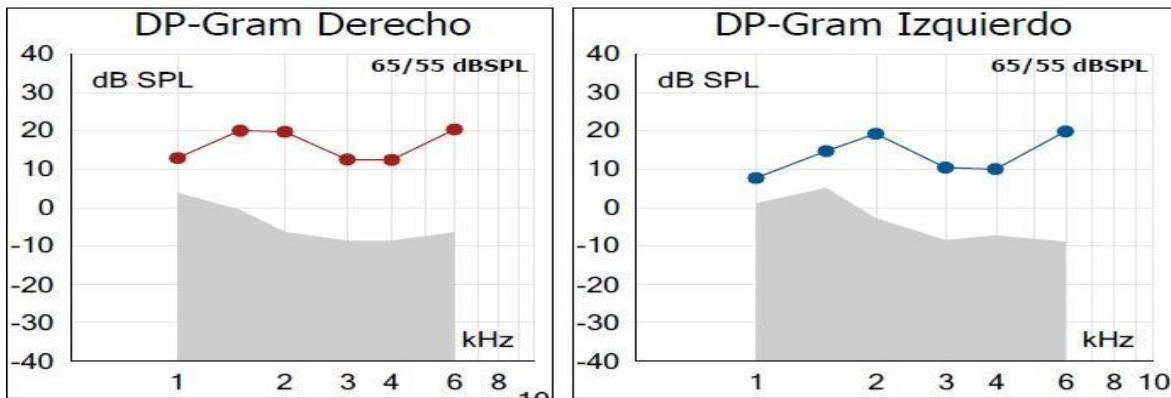


Ilustración 3 Diagrama de Resultado OEAPD

Tomada de Jerger J. Otoacoustic emisión.

Este estudio se complementa mediante el registro de curvas de crecimiento de la respuesta en función de variaciones de la intensidad del estímulo (curvas de entrada/salida) (ilustración 3). Estas curvas son muy útiles para determinar el rango dinámico en el que se generan los Productos de Distorsión permitiendo una evaluación completa de la función coclear con intensidades de estimulación umbral y supraumbral. La representación gráfica es la amplitud de los Productos de Distorsión generados por primarios de frecuencia constante, que varían progresivamente su intensidad en un rango de 25-75 dB SPL. Un estudio a fondo estaría compuesto por 11 curvas, siendo cada una de ellas el resultado de testar los $2f_1-f_2$ generados por frecuencias separadas en intervalos de 1/4 de octava entre 1-8 kHz. Una alternativa es limitar este estudio a aquellas frecuencias del PD-grama donde no se obtienen respuestas, presentan una amplitud reducida, o porque tenemos interés de estudiar una región específica de la cóclea. La intervención fundamental del explorador radica en la selección de las condiciones ambientales en las que se realizan los registros, las condiciones en las que se encuentra el sujeto

a evaluar y un adecuado ajuste de la sonda. A partir de lo descrito anteriormente, si las acciones han sido realizadas de forma adecuada, los diferentes sistemas de registro llevarán a cabo automáticamente todas las acciones necesarias para obtener e interpretar las respuesta obtenidas.(42)

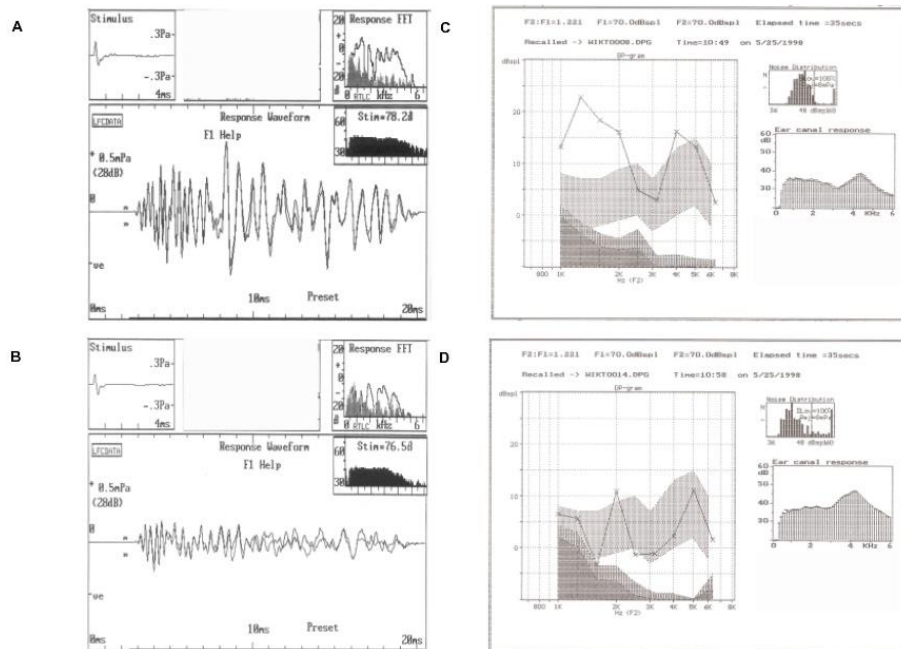


Ilustración 4 Registro OEAPD

Fuente: propia. Ejemplo resultado de prueba real a paciente.

Otoemisiones Acústicas Estímulo - Frecuencia (SFOAE)

Son sonidos emitidos por la cóclea en respuesta a la estimulación de un tono puro continuo, de larga duración, de baja intensidad, no pueden ser utilizadas en la clínica, pues es difícil separarlas y medirlas. (42).

Las otoemisiones acústica tienen como aplicaciones clínicas:

- **Screening o tamizaje auditivo:** las otoemisiones acústicas son empleadas como método rápido y objetivo para evaluar la audición en poblaciones tales como recién nacidos-escolares-laboral. (42)
- **Diagnóstico diferencial de lesiones cocleares y retrococleares:** por analizar las células ciliadas externas, las otoemisiones acústicas juegan un papel muy importante en el diagnóstico clínico, especialmente cuando se busca realizar un topo diagnóstico auditivo de sordera súbita, neurinoma, ototoxicidad. (42)
- **Diagnóstico precoz de pérdida inducida por ruido:** este resulta un examen fundamental ya que las células ciliadas externas son las primeras en comprometerse por el ruido intenso. (42)
- **Selección de pacientes para implante coclear:** se aconseja su empleo, como paso previo al implante, pues la presencia de Otoemisiones acústicas revelaría la existencia de lesiones retrococleares. (42)

Las otoemisiones ayudan en el diagnóstico clínico en la identificación de:

- Hipoacusias súbitas
- Hipoacusias inducidas por ruido
- Hipoacusias por ototóxicos
- Autismo
- Discapacidades de aprendizaje (42)

Es importante resaltar, que las otoemisiones acústicas aportan una información muy relevante, en cuanto al umbral auditivo dado el bajo nivel de detección en el oído sano (+20 +30 dB SPL), se puede registrar cambios auditivos mucho antes que, en la configuración de la audiometría tonal, lo cual es una gran ayuda tanto en el screening auditivo, como en el monitoreo de lesiones por ototóxicos o exposición a ruido en el ámbito laboral. (2)

“Si la evaluación de riesgo indica que existe un riesgo para la salud de los empleados, o que puedan estar expuestos al ruido, el empleador debe asegurar que dichos empleados deben estar bajo vigilancia epidemiológica adecuada, esto incluirá pruebas y seguimiento a nivel auditivo”. (2)

Las emisiones otacústicas pueden medirse cualitativamente en la mayor parte de la banda de frecuencia y su intensidad se expresa cuantitativamente en decibeles (dBSPL), obteniéndolas desde el conducto auditivo externo. (2) Las otoemisiones acústicas han sido utilizadas por más de tres décadas de experiencia en esta aplicación clínica, se puede afirmar que las otoemisiones acústicas provocadas se registran en la mayoría de recién nacidos y lactantes con audición normal, alcanzando valores de sensibilidad y especificidad comparables a otras exploraciones de cribado. Por su sencillez y rapidez se ha generalizado su aplicación, y muchos programas la han integrado como primera exploración secuencial atendiendo a criterios de rapidez y costos en especial en Europa, Estados Unidos. (2)

Las otoemisiones acústicas se presentan como un método sencillo de investigación del sistema sensorial auditivo que tiene la capacidad de análisis frecuencial y capacidad de detectar el trauma acústico con gran sensibilidad; y se considera como otro método de exploración específica para los trabajadores expuestos a ruido.(43). Las otoemisiones acústicas permiten la evaluación de la función auditiva con una sensibilidad del 98% y especificidad de 99 %. (43)

Efectos del Ruido en la Salud

- Alteraciones Auditivas: el ruido presente en el entorno, tanto laboral como extra-laboral, puede dar ocasión a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera). Los efectos fisiológicos que el ruido provoca en el oído son:(5)
- Hipoacusia: disminución de la agudeza auditiva que puede afectar todas las frecuencias audibles o selectivamente los tonos graves o los agudos.(11)
- Presbiacusia: pérdida de agudeza auditiva con la edad. Si bien es un efecto fisiológico normal a partir de los 30 años, es más acusada en personas expuestas al ruido.(5)
- Fatiga auditiva: respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada (>85 dB), que se manifiesta con una elevación temporal del umbral de audición persistente después de haber cesado la emisión del ruido.(5)
- Efecto Enmascarador: efecto fisiológico por el que se ve disminuida la capacidad de percepción de un sonido debido a la presencia de otro sonido

o ruido. Una de las incidencias más peligrosas del efecto enmascarador tiene lugar en el ambiente laboral, donde un sonido que debería servir de aviso puede no ser oído a causa de la presencia de otros ruidos, de manera que se ocasionan accidentes que habrían podido evitarse. Cuanto más próximas sean las frecuencias de los dos sonidos, más acentuado será el efecto enmascarador.(5)

Hipoacusia Según la Clasificación Internacional del Funcionamiento (CIE)

Es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. Se ha graduado el nivel de pérdida auditiva con base al promedio de respuestas en decibeles. Esta se usa desde el punto de vista clínico promediando las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz (19). Para el abordaje del paciente con pérdida auditiva inducida por ruido es de vital importancia la descripción frecuencial de los niveles de respuesta desde 500 hasta 8000 Hz. Esto con el fin de precisar la severidad de la hipoacusia para las frecuencias agudas, que son las primeras comprometidas.(43)

- <25 dB HL Audición normal
- 26-40 dB HL Hipoacusia leve
- 41-55 dB HL Hipoacusia moderada
- 56-80 dB HL Hipoacusia severa
- >80 dB HL Hipoacusia profunda

Hipoacusia según el American National Standard Institute (ANSI).

En el American National Standard Institute (ANSI) (36), se define la existencia de audición dentro de límites normales de 0 a 10 dB HL, la hipoacusia mínima de 11 a 20 dB HL, la hipoacusia leve de 21 a 40 dB HL y los demás niveles de pérdida se mantienen iguales. Esta clasificación aplica primordialmente para pacientes pediátricos en los cuales los cambios mínimos pueden alterar el proceso de desarrollo normal del lenguaje y de aprendizaje. También es usada para la población adulta en el análisis estricto de audiología clínica, dado que algunas patologías se manifiestan con pérdidas auditivas mínimas. En particular para la población expuesta a ruido la clasificación empleada define la pérdida auditiva desde 25 dB HL, teniendo en cuenta un enfoque funcional comunicativo. (36)

Sin embargo, desde el punto de vista preventivo la meta que se debe plantear dentro de los programas de conservación auditiva es mantener la audición dentro de los límites de normalidad planteados por la ANSI. Así mismo, el Pure Tone Average Promediación de Tonos Puros (PTA) corresponde a los umbrales de 500, 1000 y 2000 Hz. Respecto a la salud ocupacional y a algunos entornos comunicativos familiares y sociales, se recomienda adicionar la frecuencia de 3000 Hz, o en algunos casos utilizar el promedio de 1000, 2000 y 4000 Hz con el fin de tener en cuenta el descenso del umbral auditivo, presentado típicamente en dichas frecuencias agudas en la hipoacusia inducida por ruido y en audiogramas típicos de condiciones clínicas, como la presbiacusia. Las pérdidas auditivas que involucran

frecuencias agudas como 3000 y 4000 Hz, afectan la inteligibilidad del habla para sonidos fricativos ubicados en el tercer formante acústico, como /s/, /f/ y /ch/, aumentando la dificultad para comprender habla en ruido, desempeño que puede estar incluido en algunos roles laborales, que exigen usar lenguaje oral en ambientes complejos, con ruido de fondo, reverberantes. Se recomienda así, reportar el PTA colocando en paréntesis las frecuencias tenidas en cuenta para el promedio. (PTA: 500, 1000, 2000 y 3000 Hz). (10)

Tipos de Hipoacusia

Se han descritos diferentes clasificaciones para las pérdidas auditivas, siendo la más conocida la siguiente:

- **Hipoacusia conductiva:** disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído externo o del oído medio que impide la normal conducción del sonido al oído interno.(10)
- **Hipoacusia neurosensorial:** disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído interno, del octavo par craneal o de las vías auditivas centrales. Las alteraciones más frecuentes se relacionan con las modificaciones en la sensibilidad coclear.(10)
- **Hipoacusia mixta:** es la disminución de la capacidad auditiva donde se encuentra alteraciones de tipo conductivo y neurosensorial en el mismo oído. (10)
- **Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo:** es

la hipoacusia neurosensorial producida por la exposición prolongada a niveles peligrosos de ruido en el trabajo. Aunque su compromiso es predominantemente sensorial por lesión de las células ciliadas externas, también se han encontrado alteraciones en mucha menor proporción a nivel de las células ciliadas internas y en las fibras del nervio auditivo, principalmente en aquellas bandas de frecuencia donde la pérdida auditiva supera los 60 dB HL, en las cuales pueden existir incluso áreas muertas de la cóclea, generándose mayor discapacidad por la necesidad del cerebro de realizar cierre auditivo, usando la información de reserva de los engramas auditivos y huellas de memoria en la corteza cerebral auditiva. (10)

- **Trauma acústico:** es la disminución auditiva producida por la exposición a un ruido único o de impacto de alta intensidad (mayor a 120 dBHL). (10)
- **Cambio del Umbral Auditivo Temporal:** el descenso encontrado en los umbrales auditivos, relacionado con la exposición reciente a ruido, que desaparece con el reposo auditivo, en las horas o días siguientes a la exposición, para retornar a los umbrales de base.(10)
- **Cambio del Umbral Auditivo Permanente:** es el descenso encontrado en los umbrales auditivos, relacionado con la exposición a ruido, que se mantiene en el tiempo sin retornar a los umbrales de base, después del reposo auditivo. (10)

El diagnóstico de hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el trabajo depende de la representación clásica en el audiograma clínico (donde se exploran

la vía aérea y ósea), así como de la prueba de exposición a ruido en el trabajo. Esta evaluación debe dar cuenta de la intensidad de la exposición, de las frecuencias involucradas, así como del tipo de ruido existente en el ámbito laboral. (10)

Para el diagnóstico diferencial de condiciones clínicas que involucran de igual manera las frecuencias agudas, es necesario apoyar los controles audiométricos laborales con una historia clínica que incluya la identificación de desórdenes auditivo-vestibulares asociados, como tinnitus permanente discapacitante, somatosonidos, alucinaciones auditivas, fonofobia, misofonia, reclutamiento, hiperacusia, nistagmo, vértigo y alteraciones del equilibrio, diploacusia, distorsión en la percepción del habla y otros desordenes de procesamiento auditivo, así como evidencias neurológicas de cefaleas persistentes, asimetría o alteración en la sensibilidad facial, parestesias de extremidades, alteraciones del gusto o del olfato, visión doble, trastornos de la deglución, la voz, el habla y el lenguaje. La asimetría en los umbrales audiométricos de 20 dB HL o mayor, también deberá ser tomada en cuenta, como criterio para solicitar pruebas diagnósticas complementarias avanzadas, como los potenciales evocados auditivos con técnicas de topodiagnóstico. (42)

Otras consideraciones especiales deben tenerse en cuenta para la población que presenta secuelas de accidente de trabajo, donde los desórdenes auditivo-vestibulares pueden relacionarse no solo con trauma acústico, sino con secuelas de electrocución y de trauma craneoencefálico (TCE), quienes a menudo requieren

evaluación audiológica avanzada, con pruebas psicoacústicas específicas, electroacústicas y electrofisiológicas, incluyendo toda la gama de potenciales evocados auditivos de latencia corta, media y larga, así como pruebas vestibulares avanzadas como video-oculografía, video prueba de impulso cefálico (vHIT), electrococcleografía (EchG), posturografía, potenciales evocados miogénicos vestibulares cervicales (cVEMP) y oculares (oVEMP). (42) (56)

Pruebas para evaluar la audición

Las pruebas audiométricas descritas dentro del programa de vigilancia epidemiológica para el ruido son:

- **Audiometría tonal:** es la medición de la sensibilidad auditiva de un individuo mediante el registro del umbral de percepción de tonos puros calibrados. (10)
- **Audiometría de base:** es la audiometría tonal contra la cual se comparan las audiometrías de seguimiento. Será en principio la pre ocupacional o de ingreso, pero podrá ser cambiada si se confirma un cambio permanente en los umbrales auditivos. (10)
- **Audiometría de confirmación:** es la audiometría tonal realizada bajo las mismas condiciones físicas que la de base, que se realiza para confirmar un descenso de los umbrales auditivos encontrado en una audiometría de seguimiento. (10)

Definiciones

A continuación, se definen los términos técnicos más utilizados para la vigilancia epidemiológica de los efectos del ruido en ambientes laborales:

- **Nivel de presión sonora (SPL):** se define como 20 veces el logaritmo (en base 10) de una presión sonora determinada con respecto a la presión sonora de referencia de 20 micro pascales. Se expresa en decibeles.(22)

$$SPL = 20 \cdot \log_{10}(P/P_0)$$

Donde:

P = Presión sonora determinada, pascales; P₀ = Presión sonora de referencia, pascales.

- **Nivel TWA.** Nivel de ruido ponderado en el tiempo: expresado en dB, representativo de la exposición ocupacional. Está dado por la siguiente expresión matemática, para una tasa de intercambio de 3 dB A.(22)

$$TWA = 85 + 10 \log D/100$$

Donde

D: es el porcentaje de la dosis de exposición

- **Ponderación A y C.** Escala que se incorpora a los equipos de medición de ruido en forma de filtros que asemejan el comportamiento del oído humano a la sensación sonora. La ponderación A esta indicada para bajos niveles de

ruido y la ponderación C para altos niveles de ruido. (22)

- **Protector auditivo:** Elemento de uso individual que disminuye la cantidad de ruido que ingresa por el conducto auditivo externo. (10)
- **Ruido estable:** es el ruido que presenta variaciones de presión sonora como una función del tiempo iguales o menores de 2 decibeles A.(10)
- **Ruido impulsivo o impacto:** ruido caracterizado por una caída rápida del nivel sonoro y que tiene una duración de menos de un segundo. La duración entre impulsos o impactos debe ser superior a un segundo, de lo contrario se considerará ruido estable. (10)
- **Ruido intermitente:** es el ruido que presenta variaciones de presión sonora como una función del tiempo mayores de 2 decibeles A. (10)
- **Tasa de cambio:** un incremento en decibeles que requiere que el tiempo de exposición sea reducido a la mitad. También, la disminución en decibeles que requiere que el tiempo de exposición pueda ser duplicado. Por ejemplo, una tasa de cambio de 3 decibeles requiere que el tiempo de exposición sea reducido a la mitad por cada 3 decibeles que se incrementa el nivel de ruido. (10)
- **Tasa de reducción de ruido (NRR - por sus siglas en inglés: Noise Reduction Rating):** número asignado a los protectores auditivos y que representa la reducción global media del ruido con ponderación A, en decibeles que un protector auditivo lograra.(10)
- **Nocividad:** Es todo aquello considerado como peligroso o perjudicial para la vida de una persona, de cualquier ser vivo y del ambiente. Se refiere a que

su peligrosidad es bastante importante. (10)

- **Tamización:** El tamizaje en salud es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (44) como “el uso de una prueba sencilla en una población saludable, para identificar a aquellos individuos que tienen alguna patología, pero que todavía no presentan síntomas” y por la “U.S. Preventive Services Task Force como acciones preventivas en las cuales una prueba o examen sistematizado es usado, para identificar a los pacientes que requieren una intervención especial.
- **Detección Temprana o Precoz:** Mecanismo establecido para detectar lo antes posible cualquier acontecimiento anormal o cualquier alteración de la frecuencia habitual o habitualmente observada de un fenómeno.(45)
- **Prevención Ocupacional:** La prevención de riesgos laborales (PRL) es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a un entorno laboral, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas necesarias para prevenir los riesgos derivados del trabajo. (46)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Establecer la concordancia entre los resultados normales, de la audiometría tonal y las OAEPD, en la evaluación audiológica ocupacional, con el fin de aumentar la sensibilidad de detección de pérdida auditiva, con enfoque preventivo, en trabajadores expuestos a ruido industrial, en una empresa del sector metalmeccánico, ubicada en el municipio de Yumbo, Valle del Cauca, en el año 2020.

4.2. Objetivos Específicos

4.2.1. Caracterizar a la población evaluada describiendo aspectos sociodemográficos (edad, sexo, hobbies; etc) laborales, antigüedad en su puesto de trabajo y los riesgos relacionados con la exposición a ruido industrial, para sugerir estrategias de mejora en el plan de prevención y cuidado de la salud auditiva.

4.2.2. Evaluar la integridad de las células ciliadas externas del oído interno, mediante el registro de las otoemisiones acústicas producto de distorsión, en trabajadores expuestos a ruido Industrial continuo en una empresa del sector metalmeccánico.

4.2.3. Determinar la sensibilidad auditiva periférica mediante los umbrales audiométricos tonales, en trabajadores expuestos a ruido industrial en una empresa del sector metalmecánico.

4.2.4. Identificar las posibles concordancias estadísticamente significativas, entre los resultados normales de las dos pruebas utilizadas, otoemisiones acústicas producto de distorsión y audiometría tonal liminal.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de Estudio

Estudio en el paradigma cuantitativo, descriptivo –transversal, de concordancia entre los resultados normales de los audiogramas individuales y el protocolo de otoemisiones acústicas productos de distorsión. Las mediciones audiológicas se realizaron en un único momento del estudio. Con la presente investigación se muestran datos estadísticos que permiten identificar, analizar y describir los resultados de pruebas subjetivas (audiometría) y objetivas de carácter avanzado (otoemisiones acústicas productos de distorsión). Este trabajo de investigación muestra el gran valor que tienen las otoemisiones acústicas producto de distorsión, en el campo de Salud Ocupacional para la prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido industrial.

5.2 Área de Estudio

Este trabajo de investigación incluyó la interdisciplinariedad entre el área de salud auditiva y la salud ocupacional, en trabajadores de una empresa del sector de la industria de metalmecánica ubicado en el municipio de Yumbo (Valle del Cauca). La Empresa está situada en la comuna 20 y funciona desde el año 1978; cuenta en su planta física con 900 empleados, 380 hacen parte de las áreas administrativas y 520 empleados hacen parte del área de producción, quienes trabajan 48 horas por

semana, las cuales se distribuyen en una jornada laboral compuesta por tres turnos, 6 am a 2 pm, 2 pm a 10 pm y de 10 pm a 6 am.

5.3 Población y Muestra Población

La población objeto de estudio de esta investigación correspondió al área de autopartes de la sede principal de la empresa de metalmecánica ubicada en el sector de Yumbo (Valle del Cauca). El censo total de la población suma un N = 100 trabajadores, con un rango de edad entre 18 a 63 años, de género masculino en su totalidad; cada participante de la investigación cumple un horario laboral de 48 horas semanales, todos los participantes cuentan con un registro de Audiología Ocupacional de base y control anual (audiometría). Actualmente todos se encuentran vinculados por contrato con la empresa. Por depuración del censo, finalmente, participaron 84 trabajadores de la empresa del sector metalmecánico, quienes culminaron todas las fases del estudio y cumplieron con todos los criterios de inclusión.

5.4 Criterios de inclusión

- Población de trabajadores activos entre los rangos de edad entre 18 a 65 años, de género masculino y / o femenino.
- Quienes tengan tiempo de exposición laboral desde el ingreso a la empresa,

2 años o más de exposición a ruido industrial continuo.

- Sean trabajadores con antecedentes ocupacionales de exposición a 48 horas semanales de ruido continuo industrial.
- Trabajadores quienes tengan examen audiométrico de base y registro audiológico del presente año.
- El lugar de trabajo tenga mediciones higiénicas ambientales de nivel de presión sonora disponibles y completos.
- Los participantes que reciban las explicaciones descritas en el consentimiento informado y que luego acepten participar en el estudio en forma libre, voluntaria, espontánea y sin coacción, firmando el documento.

5.5 Criterios de exclusión

- Los participantes quienes se nieguen o rechacen la autorización de su participación a través del consentimiento informado.
- Participantes quienes presenten antecedentes otológicos de oído medio u otras patologías que puedan causar pérdida auditiva, por ejemplo, otitis media supurativa, otosclerosis, otitis media no resuelta y sin control al momento del examen audiológico, trauma acústico en proceso de recuperación y cicatrización, otomastoiditis no controlada al momento del examen audiológico, sinusitis crónica no controlada al momento del examen audiológico, entre otros.

- El trabajador que no tenga exámenes audiométricos de base ni el registro de vigilancia audiológica ocupacional del presente año, el cual se comparara con el examen de otoemisiones acústicas producto de distorsión.
- Quienes en la evaluación audiológica reporten evidencias o antecedentes de signos retrococleares como: tinnitus unilateral permanente y discapacitante, desorden vestibular o del equilibrio, dificultades para comprender el habla mayores a las esperadas según el grado de pérdida auditiva reportado en la audiometría, ya que en estos casos no se espera encontrar concordancia entre las pruebas aplicadas y requieren una evaluación audiológica avanzada, con pruebas con sensibilidad diagnóstica auditiva central como las electrofisiológicas, de logaudiometría sensibilizada y de aspectos de procesamiento auditivo temporal.

5.6 Variables

La presente investigación tuvo como variables analizadas:

- a) Sexo
- b) Edad
- c) Antecedentes personales:
 - Hipertensión Arterial
 - Diabetes

- Infecciones renales
- Antecedentes familiares otológicos
- Toma de medicamentos
- Fumador/a
- Vértigo
- Tinnitus
- Traumas craneoencefálicos

d) Años de exposición a ruido

e) Protección auditiva

f) Resultados de audiometría para cada oído (derecho e izquierdo) en las siguientes frecuencias: 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz.

g) Resultados de los valores de la amplitud para las otoemisiones acústicas productos de distorsión en dBSPL a: 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz.

Los resultados fueron registrados en hojas de cálculos Excel, donde se registraron todos los datos de las variables a estudiar, teniendo en cuenta las bases de datos. El análisis de los datos fue realizado en el programa estadístico Past 4, versión 2020, con el objeto de cumplir con los objetivos propuestos en esta investigación.

5.7. Procedimientos

5.7.1. Encuesta Audiológica

Se elaboró una encuesta con el fin de recolectar la información sociodemográfica, historial audiológico y condiciones de trabajo de los empleados quienes participaron en la investigación, donde se incluyeron las variables de dichos componentes (**ver anexo #2**). La encuesta audiológica fue diligenciada por el investigador y el empleado el día en el cual se realizó el trabajo de campo. Antes de realizar la encuesta el investigador le leyó y explicó a cada participante el consentimiento informado. Una vez firmado dicho documento, se procedió a diligenciar la encuesta.

5.7.2. Base de datos de las Audiometrías

Con el fin de obtener información de calidad para la presente investigación se usó la base de datos de los registros de las audiometrías base y de seguimiento, de todos los trabajadores que hicieron parte del estudio (trabajadores del área de Autopartes). Dicha base de datos fue proporcionada por el departamento de salud ocupacional en cabeza del médico ocupacional y la enfermera jefe, quienes apoyaron al investigador con toda la documentación requerida durante todo el desarrollo de la investigación. Una vez se obtuvo la documentación de la base de datos con la información de las audiometrías de los empleados participantes

proporcionada por la empresa, el investigador realizó una sábana en Excel donde consignó toda la información necesaria para el análisis de los datos.

Se tomó para el registro y tabulación de los datos la siguiente escala Jerger & Valente (2008), quienes consideran:

- Audición normal de -10 a 25 dBHL.
- 26 a 40 dB HL, pérdida auditiva Leve.
- 41 a 55 dB HL pérdida auditiva Moderada.
- 56 a 70 dB HL pérdida auditiva Moderada Severa.
- 71 a 90 dB HL pérdida auditiva Severa
- > a 90 dBHL pérdida auditiva Profunda.

Una vez el comité de ética aprobó la investigación se procedió a informar al departamento de salud ocupacional de la empresa donde se llevó a cabo la investigación, se realizaron varias reuniones donde se planeó la ejecución de manera ordenada del desarrollo del trabajo de campo. El trabajo de campo se tuvo que aplazar por varios meses debido a la pandemia, solo hasta diciembre 2020 se logró hacer la recolección de los datos del examen audiológico de otoemisiones acústicas producto de distorsión.

5.7.3. Registro de Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión

La logística para el registro del examen de las otoemisiones acústicas

producto de distorsión, fue muy demandante, por las condiciones en el momento de la recolección de los datos, debido a la pandemia Covid-19, se llevó a cabo bajo el cumplimiento de todos los protocolos de bioseguridad diseñados por la empresa y por el investigador de este estudio. Se utilizó vestuario que cumpliera con los protocolos de bioseguridad para el investigador uso de tapabocas N95, gafas de seguridad, uniforme y bata desechable, guantes. Todos los participantes usaron todo el tiempo tapabocas gafas de seguridad y vestían sus uniformes de la empresa.

Para el diligenciamiento de la encuesta se tuvo en cuenta el distanciamiento físico de 2 metros, los lapiceros utilizados entre participante se desinfectaban, al igual que la desinfección del consultorio utilizado para el examen. (consultorio asignado por la IPS que funciona dentro de la empresa, siempre había personal de salud ocupacional acompañando al investigador durante todos los días que se llevó a cabo la recolección de los datos. Una vez el participante firmaba el consentimiento informado se realizaba la encuesta audiológica, y de inmediato se realizaba otoscopia y prueba de otoemisiones acústicas productos de distorsión, esta prueba se realizó en cada oído del participante, la prueba por oído tuvo una duración aproximada de 30 segundos.

Todos los elementos como adaptadores u olivas usadas con cada participante fueron desechables, al igual que los espéculos para las otoscopias. Los registros de las otoemisiones por participante fueron impresos en el momento que fue realizada la prueba, al finalizar la sesión por cada participante se realizó un

pequeño paquete conformado con los siguientes documentos: consentimiento informado totalmente diligenciado y firmado, encuesta audiológica, y registro de otoemisiones acústicas producto de distorsión. Después de obtener toda la información diaria por participante, el investigador fue tabulando a diario dicha información en las sabanas de Excel creadas con anticipación que posteriormente se usó para el análisis final estadístico de la investigación.

El equipo utilizado para la realización de las otoemisiones acústicas producto de distorsión fue el Equipo Titan e impresora, Interacoustic; equipo para otoscopia, el otoscopio Welch Allyn, el cual a continuación se ilustra en la imagen 5.

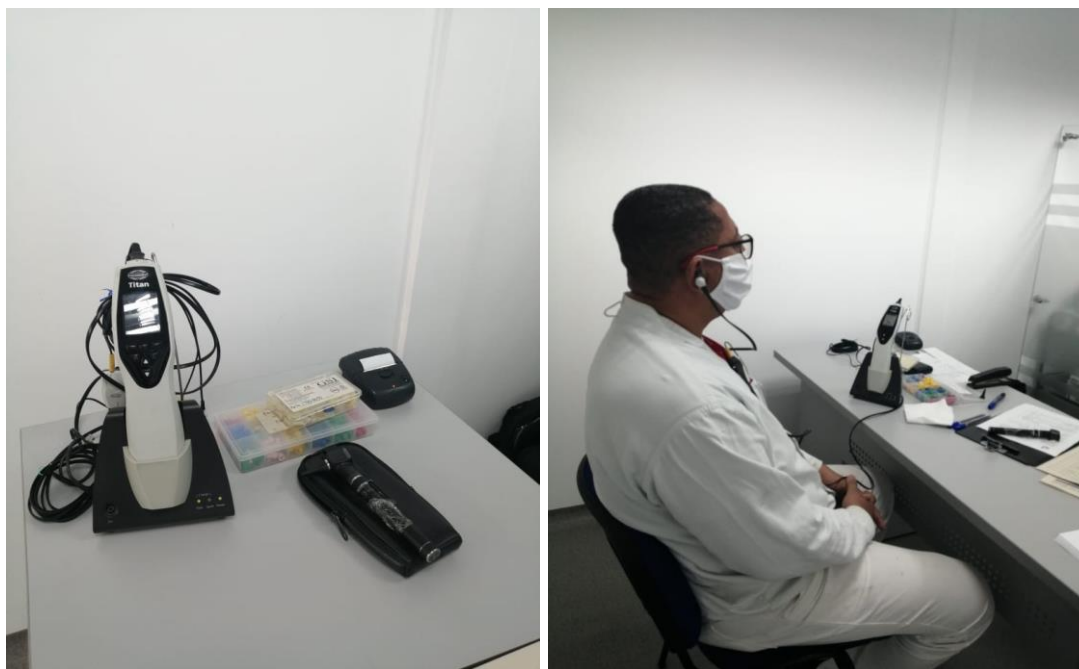


Ilustración 5 Equipo Titan OEAPD y Otoscopio. Elaboración propia.

Los valores de amplitud para los resultados de las otoemisiones acústicas producto de distorsión fueron: de 7 a 18 dB SPL amplitud normal, de 1 a 6 dB SPL presente de amplitud disminuida, mayor de 18 dB SPL presente de amplitud aumentada y 0 hacia abajo es considerada respuesta ausente.

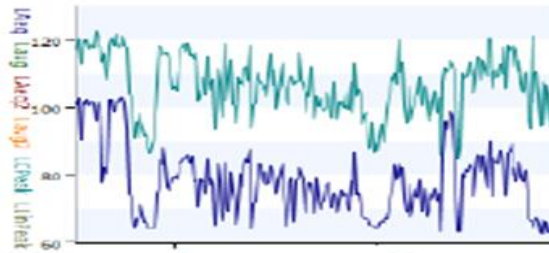
5.7.4. Registro base de datos del riesgo físico ruido

La información del riesgo físico ruido, fue proporcionada por la empresa quien cada 2 años realiza dicha medición de cada área de trabajo, del área de producción. La normatividad aplicable a las mediciones ambientales está estipulada en la resolución 1792 de mayo de 1990 del Ministerio de Trabajo, Seguridad Social y de Salud y la resolución 2400 de mayo 22 de 1979.

La información que se utilizó fue basada en los registros de las sonometrías y registro de las dosimetrías del área de autopartes (área que se utilizó para llevar a cabo la investigación). Con el fin de evaluar los niveles de presión sonora emitidos por las fuentes de ruido y los percibidos en cada área de trabajo, se comparó dichos registros con los establecidos por el ministerio. El resultado de las sonometrías se utilizó básicamente para cuantificar los niveles de ruido generados en los diferentes puestos de trabajo del área de Autopartes.

Tabla 2 Evaluación Ambiental Ruido-Dosimetría

AREA	UBICACION	OFICIO	NOMBRE	JORNADA LABORAL	EQUIPO	TLV	LAVO	DOSES	OBSERVACIONES
Valor agregado	Conificado de piezas	Ayudante Sénior	Iván Darío Garcés	8 hr	18330	86 dBA	95.3 dBA	1080%	El operario opera la maquina conificadora, la maquina cambia la forma del tubo en forma de cono. El ruido en el área es variable.



La dosimetría realizada a los colaboradores de la compañía del área de metalmecánica, arrojó alta exposición a ruido en el cargo ayudante sénior. Se excedió la dosis diaria permitida para el colaborador, por tanto, mientras se reduce el nivel de ruido en el equipo es obligatorio el uso de protección auditiva.

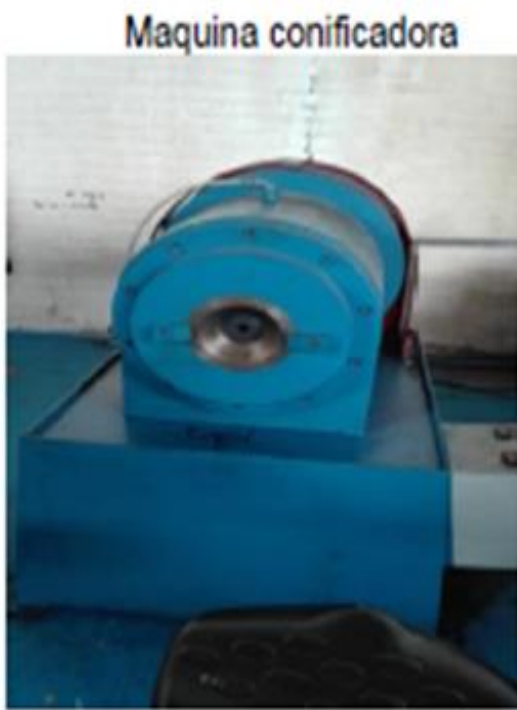
Tabla 3 Resultado de medición ambiental

Resultado	Priorización del riesgo inherente
Entre 85 y 99,9 dB(A)	Riesgo alto, se debe intervenir el riesgo a corto plazo

Las áreas operativas de producción, donde se registraron los datos de las sonometrías fueron:

- Maquina conificadora encendida
- Área valor agregado con maquina conificadora encendida
- Área valor agregado con maquina conificadora apagada

Ilustración 6 Equipos de medición Ambiental



Los resultados de las “Sonometrías” realizadas en las diferentes áreas evaluadas se encuentran registrados en la tabla 4 y los valores obtenidos están expresados en dB (A), dB (Z), para los barridos de frecuencia realizados en los puntos en los cuales detectaron los mayores niveles de ruido. La importancia de los barridos de frecuencia está ligado a un adecuado control de los altos niveles de ruido, ya que tanto los diferentes materiales utilizados, como los equipos de protección personal, presentan una determinada curva de atenuación, encontrándose en las diferentes frecuencias.

Tabla 4 Evaluación Ambiental de Ruido- Sonometría

FUENTE O ÁREA EVALUADA	NPS (dBA)	Nivel Máximo(dBA)	Nivel Mínimo (dBA)	Nivel Pico (dBC)
Metrología	60,7	74,2	53,3	94,9
Maquina conificadora encendida	95,8	96,6	92,1	112,4
Área valor agregado con maquina conificadora encendida	83,9	87,9	82,7	101,2
Área valor agregado con maquina conificadora apagada	57,0	66,7	48,7	82,9

El análisis de frecuencia de bandas de octava es necesario para investigar la fuente sonora y predecir las características de aislamiento necesarias para las barreras antiruido, recintos aislantes o para medir la reducción de ruido entre muros comunes. También es de gran valor cuando se quiere diseñar un sistema de control de ruidos, para definir modificaciones mínimas necesarias que hagan al sistema útil para las especificaciones requeridas. El análisis se realiza con un sonómetro y un juego de filtros en banda de octava, acoplado a él o con un analizador de espectros.

Tabla 5 Evaluación Ambiental de Ruido – Sonometría Análisis de Frecuencias

PUNTO	Frecuencias (Hz)											
	dBZ											
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Metrología												
Maquina conificadora encendida	70,3	71,1	71,4	74,3	80,2	88,1	87,7	91,0	86,3	81,5	76,6	69,1
Área valor agregado con maquina conificadora encendida	57,5	66,1	68,6	69,1	69,8	70,8	77,6	80,2	77,3	73,2	65,8	56,4

De las cuatro áreas de trabajo evaluadas, solo la maquina conificadora encendida no cumple con la normatividad colombiana y valor máximo permisible. El área valor agregado con maquina conificadora encendida, arrojó moderada exposición.

Tabla 6 Conclusión Nivel de Riesgo

FUENTE O ÁREA EVALUADA	NIVEL DE RIESGO
Metrología	BAJA EXPOSICIÓN
Maquina conificadora encendida	ALTA EXPOSICIÓN
Área valor agregado con maquina conificadora encendida	EXPOSICIÓN MODERADA
Área valor agregado con maquina conificadora apagada	BAJA EXPOSICIÓN

6. PLAN DE ANÁLISIS

Una vez recolectada la información, a partir de los instrumentos mencionados anteriormente se procedió a consolidarla en una base de datos, diseñada en Excel. Se estableció para el análisis de los datos, formar dos grupos de la muestra grupo A conformado por los participantes que presentaron datos umbrales audiométricos simétricos y grupo B conformados por los participantes que presentaron los datos audiométricos con diferencia mayor o igual a 20dBHL en una o varias frecuencias evaluadas (resaltando que todos los trabajadores presentaron umbrales auditivos dentro de parámetros normales).

Los datos audiométricos de cada trabajador que se tuvieron en cuenta para el análisis de los datos fueron los umbrales auditivos de las frecuencias 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz y 6000Hz tanto para oído derecho como para oído izquierdo, de igual forma los registros que se tomaron y analizaron para las otoemisiones acústicas producto de distorsión fueron las mismas frecuencias 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz y 6000Hz. Dichos datos fueron ingresados en el software estadístico Past 4, en el que se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Componentes Principales
- Análisis de Similaridad

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo a la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud (Ministerio de Salud y Protección Social actualmente), en la que se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en el campo de salud, como investigadora, declaro que en esta investigación el riesgo potencial estuvo en la recolección de la información a través de procedimientos comunes en el desempeño fonoaudiológico, como fueron la toma del registro de la otoscopia y la realización de las otoemisiones acústicas producto de distorsión a cada trabajador, mediante el equipo de Interacustics “Titán” el cual posee una sonda que entra al canal auditivo, se encuentra cubierto por Tips desechables que son elegidos conforme al tamaño de cada conducto auditivo. Los datos recogidos fueron registrados en un DP-Grama que se imprimió una vez se terminaba el registro en el equipo de los dos oídos, cada trabajador tiene su registro individual impreso. Solo se accedió a la información que caracteriza el protocolo utilizado en el campo de Audiología Ocupacional según las variables definidas por normatividad para reporte obligatorio y la protección la confidencialidad de los trabajadores estudiados, no se entregará información de datos de identificación personal, con el fin de resguardar su identidad se asignó un código numérico a cada participante.

El menor riesgo del estudio se centra en la revisión de las historias clínicas, las cuales de acuerdo a la resolución 008430 de 1993, en su artículo 11, esta investigación se clasificó con riesgo mínimo, no se realizó ninguna intervención

intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participaron en el estudio, no se le identificaron ni se trataron aspectos sensitivos de su conducta, solo se realizó el análisis de una base de datos para así evidenciar el manejo de los protocolos utilizados en Colombia para la valoración de la potencial pérdida auditiva inducida por ruido industrial continuo.

En conexión con las siguientes normas esta investigación aplica el derecho a la intimidad de todos los participantes dado por la constitución política en el artículo 15. La Ley 1581 de 2012, es una ley que complementa la regulación vigente para la protección del derecho fundamental que tienen todas las personas naturales a autorizar la información personal que es almacenada en bases de datos o archivos El Decreto 1377 de 2013 donde promueve la protección de datos personales de todos los participantes de la investigación.

La participación de los trabajadores de la empresa del sector metalmeccánico fue de forma voluntaria y en el primer contacto, se diligenció el consentimiento informado bajo todos los lineamientos de la resolución 8430 y se realizó la encuesta audiológica. Los trabajadores fueron informados del proceso a realizar para la recolección de los datos y lo valioso de su participación en la investigación, para el cuidado de la audición en su puesto de trabajo y de una forma integral tener en cuenta los aspectos ambientales, fisiológicos y perceptuales que están involucrados.

Por otro lado, los resultados de la investigación se realizarán en una presentación magistral a la empresa del sector metalmecánico y la posibilidad de que con base en los datos obtenidos se logre la consecución de estrategias que mejoren sus condiciones de salud auditiva. Para garantizar que los participantes conozcan los riesgos y beneficios de participar en la presente investigación se ha diseñado el consentimiento informado en el cual los trabajadores autorizan participar y se les da a conocer que pueden retirarse de la investigación en el momento que así lo prefieran. (Ver anexo 1).

Adicionalmente, en esta investigación se tuvo en cuenta lo consignado en la constitución política de Colombia en el artículo 15: “Todas las personas tienen derecho a su intimidad personal, familiar y a su buen nombre, y el estado debe respetarlos y hacerlos respetar. De igual modo, tienen derecho a conocer, actualizar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en los bancos de datos y en archivos de entidades públicas y privadas. En la recolección y circulación de datos se respetarán la libertad y demás garantías consagradas en la constitución. La correspondencia y demás formas de comunicación privada son inviolables...” (49).

La ley estatutaria 1581 de 2012 en su artículo 1° “Objeto. la presente ley tiene por objeto desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar la información que se haya recogido sobre ellas en las bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la constitución política; así como

el derecho a la información consagrada en el artículo 0 de la misma”. (50)

El Decreto 1377 de 2013 en su artículo 1° expresa: Objeto. “El presente decreto tiene como objeto reglamentar parcialmente la Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. (51)

8. RESULTADOS

8.1. Caracterización de la población.

Muestra:

Para determinar el tamaño total de la muestra, el censo total de la población se depuró inicialmente con 100 trabajadores del área de producción de autopartes, todos expuestos a ruido. Al revisar las bases de datos y junto con el análisis de la encuesta audiológica se desestimaron los que presentaban alguno de los siguientes criterios de exclusión previamente establecidos:

- Diagnóstico previo de patología otológica
- Hipoacusia ya diagnosticada
- Tapón de cerumen

Tras aplicar los criterios de exclusión la población final que quedó para llevar a cabo la investigación fue 84 participantes.

Caracterización de la población:

El 100% (84) de la población evaluada fue del género masculino. El 43% (36) de la población participante tenía una edad entre 51 a 62 años, el 23% (19) de participantes sus edades oscilaron entre 41 a 50 años, el 18% (15) la edad osciló

entre 31 a 40 años y el 17% (14) oscilaron entre los 18 a 30 años.

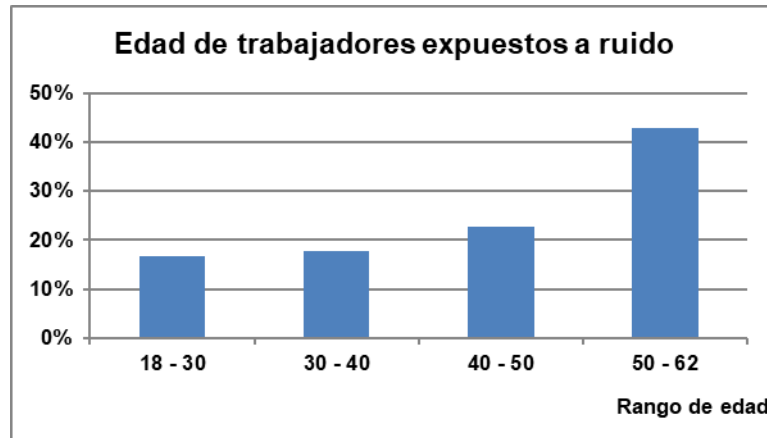


Gráfico 1 Porcentaje Vs Rango de Edad Trabajadores

La gran mayoría de trabajadores es decir el 64% (54) llevan más de 10 años laborando en la empresa expuestos a ruido continuo, el 14% (12) llevan trabajando entre 5 a 10 años y el 21% (18) llevan en menos de 5 años laborando en la empresa expuestos a ruido.

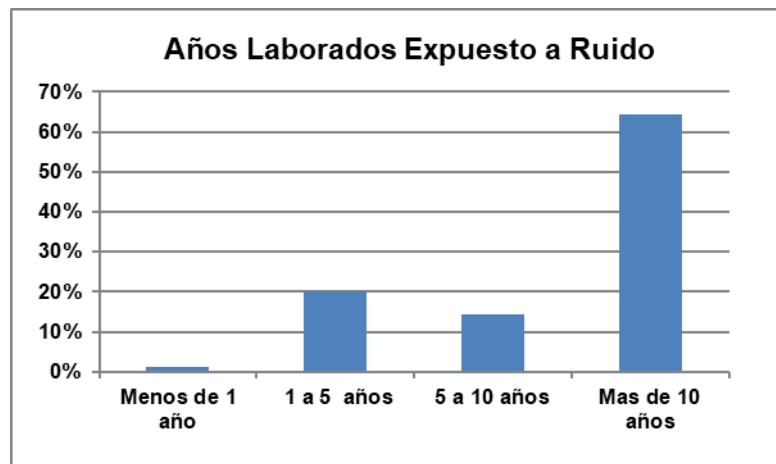


Gráfico 2 Porcentaje Vs Años Laborados expuesto a ruido

El 100% de los trabajadores utilizan durante toda la jornada de trabajo protectores auditivos, de los cuales el 86% (72) son protectores auditivos hechos a la medida y el 14% (12) utilizan protectores auditivos de copa.

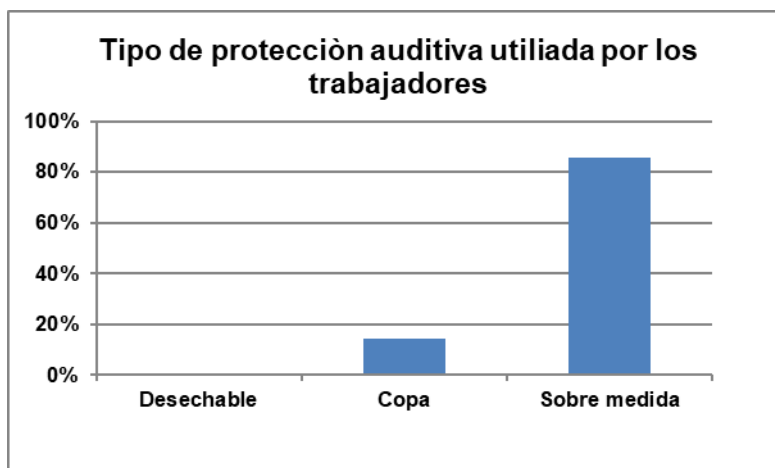


Gráfico 3 Porcentaje Vs Tipo de Protección Auditiva

Se encontró que el 84% (72) de trabajadores no reportaron antecedentes de sordera familiar, solo el 14% (12) reportaron que familiares paternos y/o maternos presentaban sordera (presbiacusia). Se encontró que el 92% (77) de la población valorada, no han sufrido de otitis a lo largo de su vida, el 8% (7) reportaron otitis en la infancia. Al analizar los antecedentes médicos asociados al estudio se encontró que el 8% (7) sufren de hipertensión y se encuentran medicados, el 92% (77) no presentan dicha enfermedad, el 23% (19) trabajadores se encuentran tomando medicamentos. El 10% (8) de la población estudiada presenta tinnitus en alguno de sus oídos, y el 90% (76) no lo refieren. El 93% (78) de los trabajadores reportaron que no presentan dificultades para escuchar, el 7% (6) reportaron presentar

dificultad para escuchar y entender bien. El 13% (11) de los trabajadores encuestados reportaron haber sufrido de vértigo una vez en su vida. El 15% (13) trabajadores reportaron haber sufrido golpes fuertes en la cabeza (traumas craneoencefálicos). Se encontró 29% (24) trabajadores encuestados utilizan reproductores de audio a diario. El 100% (84) de los trabajadores encuestados y valorados con la otoscopia presentaron resultado normal, no obstrucciones con cerumen, membranas timpánicas de apariencia normal.

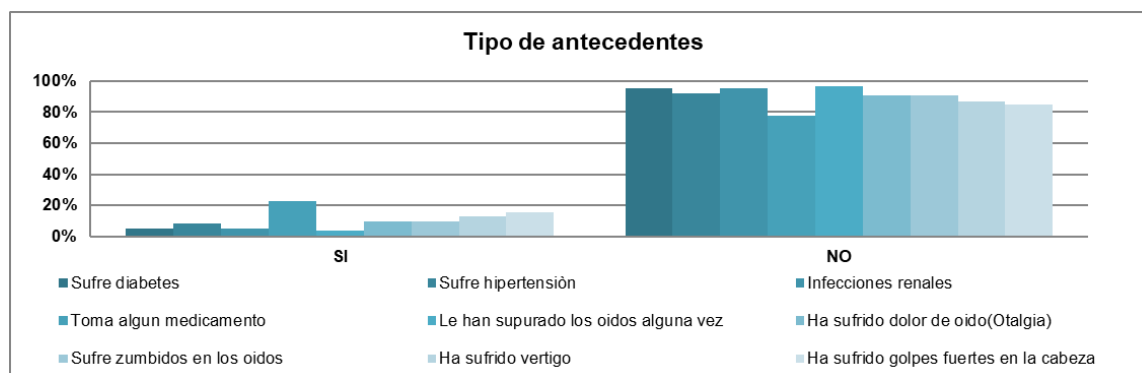


Gráfico 4 Porcentaje vs Antecedentes Familiares /personales

8.2. Caracterización de las pruebas audiológicas

Posteriormente se procedió a caracterizar y describir los resultados de las pruebas audiológicas.

Para caracterizar los resultados de la audiometría tonal, se realizó análisis de componentes principales para visualizar de manera espacial como se distribuían los valores Audiométricos de los grupos 1 (simétrico/negro) y 2 (Asimétricos/rojo); para

así, determinar si se podían diferenciar estos dos grupos (gráfica 6). Se observa que en los valores de las audiometrías del grupo 2 (asimétricos), hay muchas variaciones en dicha gráfica, por lo cual, no se permite separar los dos grupos.

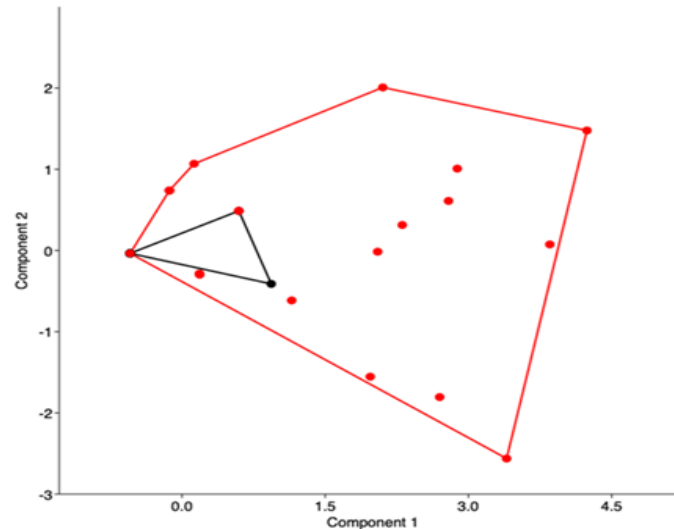


Gráfico 5 Análisis de Componentes Principales Audiometrías Grupo A & B

ANOSIM

Permutation N:	9999	Bray-Curtis
Mean rank within:	1678	
Mean rank between:	1738	
R:	0,03527	
p (same):	0,259	

Se realizó prueba entre los grupos A y B, comparándolos a través de un análisis de similaridad donde se utilizan todas las variables en este caso de la audiometría para probar si existe diferencia entre los dos grupos, solamente

basados en los datos de la audiometría, da un resultado de $P= 0,259$ es decir no hay diferenciación entre los dos grupos.

Para caracterizar los resultados de la otoemisiones acústicas, se realizó un análisis similar.

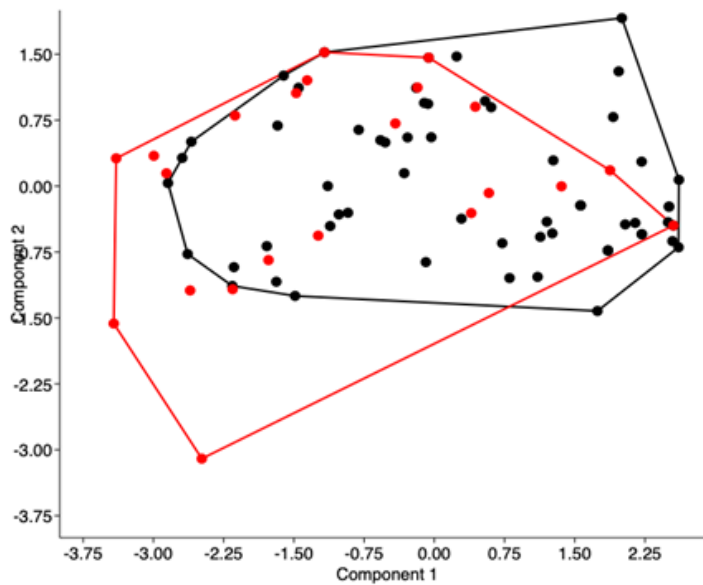


Gráfico 6 Análisis de Componentes Principales OEAPD Grupo A & B

ANOSIM

Permutation N:	9999
Mean rank within:	1675
Mean rank between:	1743
R:	0,03993
p (same):	0,2135

Al tomar los valores obtenidos de la prueba de otoemisiones acústicas

producto de distorsión del grupo A y grupo B, tampoco se permite diferenciar a los dos grupos **P=0,2135**.

8.3. Concordancia entre pruebas audiológicas.

Por el contrario, se observa que cuando se combinan las dos pruebas audiometrías y las otoemisiones acústicas producto de distorsión, en la gráfica del análisis de componentes principales, se evidencia que se pueden diferenciar el grupo A del B, mostrando a través en el análisis de similaridad un $P=0,0001$ bastante bajo, es decir, en el análisis combinado de los valores de las dos pruebas, claramente se pueden diferenciar los dos grupos.

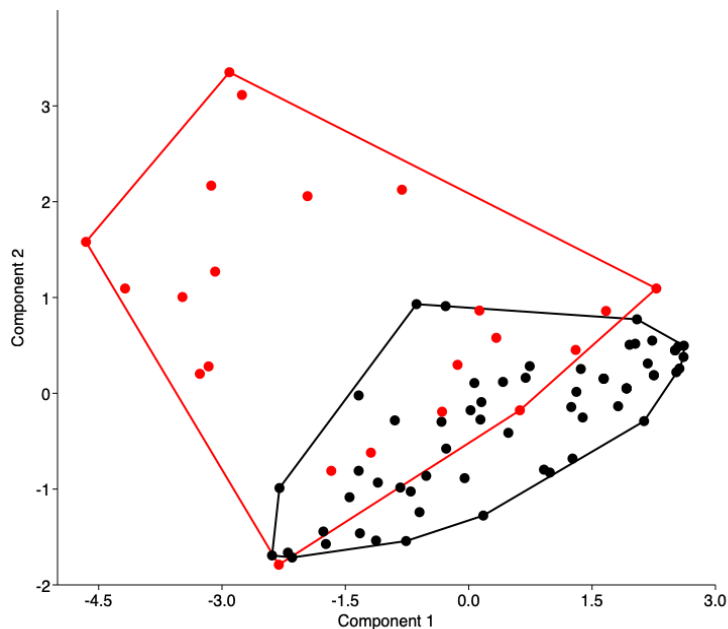


Gráfico 7 Análisis de Componentes Principales Audiometrías/OEAPD

ANOSIM

Permutation N: 9999
Mean rank within: 1421
Mean rank between: 2133
R: 0,4184
p (same): 0,0001

Se realizaron gráficos de violines para visualizar la distribución de la variabilidad de los datos de la audiometría y las otoemisiones acústicas productos de distorsión. A continuación, se muestra a través de un gráfico de violines cómo se comportan las variables:

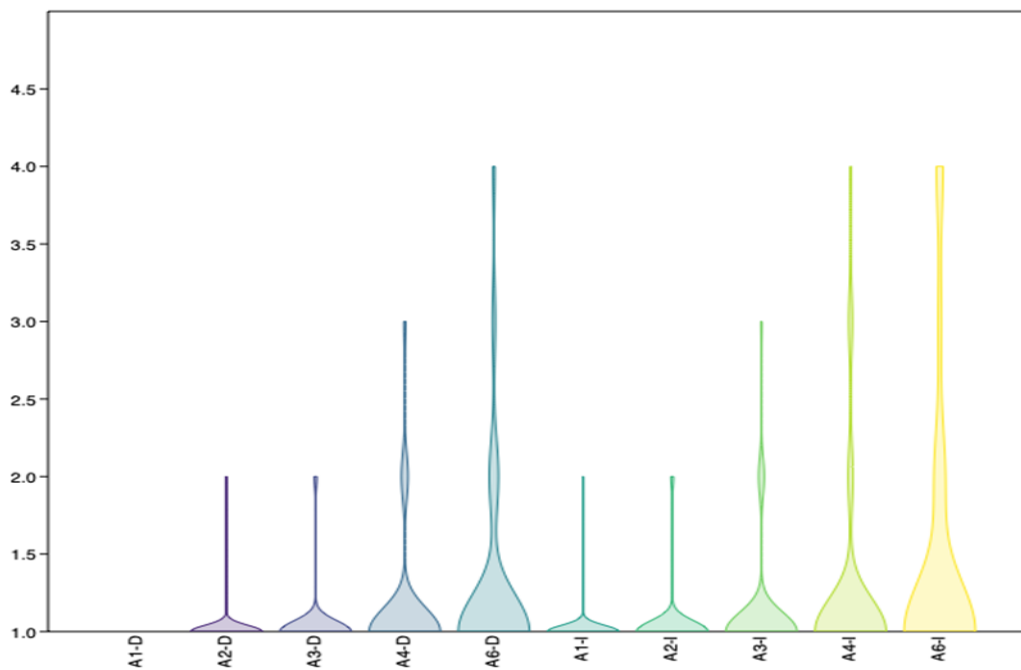


Gráfico 8 Gráfico de Violines Variables Datos Audiométricos OD/OI

En esta gráfica de violines se muestra que las barrigas, indican que la mayoría de los datos están sobre el valor 1 (audición normal), por ejemplo, la frecuencia 1000 Hz para oído derecho, indica que todos los sujetos presentaron audición normal en esta frecuencia para oído derecho. Cabe resaltar que a medida que se aumenta las frecuencias los datos van cambiando, por ejemplo, en la frecuencia 4000 Hz y 6000 Hz a pesar de que los valores están cercanos a la normalidad, se observa una desviación, sin embargo, es muy angosta, es decir son muy pocos datos los que se alejan de la normalidad por lo cual se ha detectado pérdida auditiva a pocos sujetos.

En contraste con lo anterior, el gráfico de la prueba de otoemisiones acústicas producto de distorsión muestra:

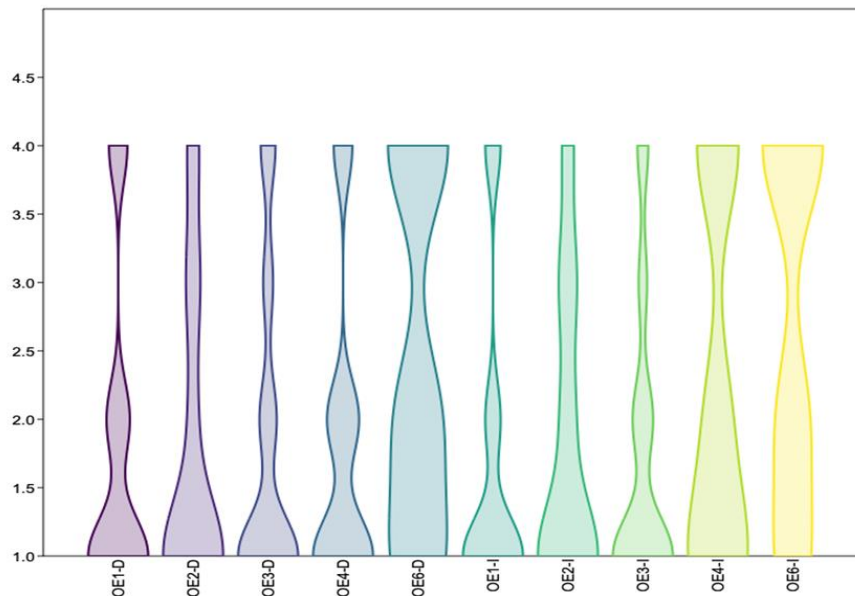


Gráfico 9 Gráfico de Violines OEAPD OD/OI

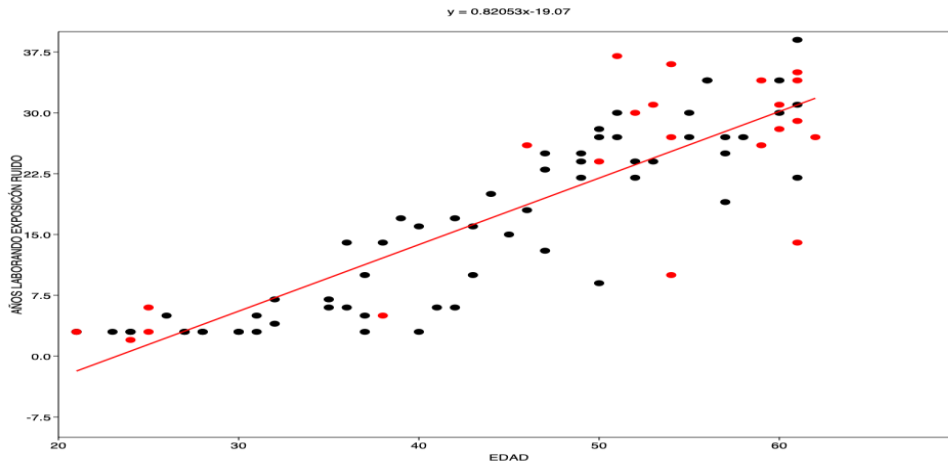
La gráfica de violines para los registros de otoemisiones acústicas producto de distorsión, muestra que es una prueba mucha más precisa. La mayoría de los datos en las frecuencias, en especial en 6000 Hz, están alejados de la normalidad, por lo cual, se detecta de manera más temprana el daño de las células ciliadas de la cóclea, ya que se evidencia en el registro de las OAPD, que se obtuvieron muchos registros de disminución en la amplitud de la otoemisión y/o ausencia de las mismas.

Analizando este gráfico, en la frecuencia 1000 Hz, se observa más variación en los datos comparados con los valores audiométricos. Las otoemisiones acústicas muestran con más detalle los cambios, por más pequeños que sean. Lo anterior también se observa en el análisis de componentes principales, donde se evidencia cuáles son las variables que más aportan información a la investigación, mostrando valores positivos, por ejemplo, en las OEAPD en la frecuencia 2000 Hz, mientras que en las audiometrías se aportan pocos valores negativos.

Cabe resaltar la importancia de la frecuencia 1000 Hz para la discriminación del lenguaje oral, por encontrarse en la mitad de la gama frecuencial del espectro del habla. Igualmente, las frecuencias agudas entre 2000 y 6000 Hz, son las que más se equiparan a la presencia de tinnitus permanentes discapacitantes, en evaluaciones audiológicas a sujetos expuesto a ruido de alta intensidad. Aunque los tinnitus son multifactoriales, se han interpretado como una señal incipiente de daño o lesión en oído interno.

8.4. Concordancia con los antecedentes registrados

Gráfico 10 Componentes Principales: Años Laborados expuesto a Ruido Vs Edad Trabajadores

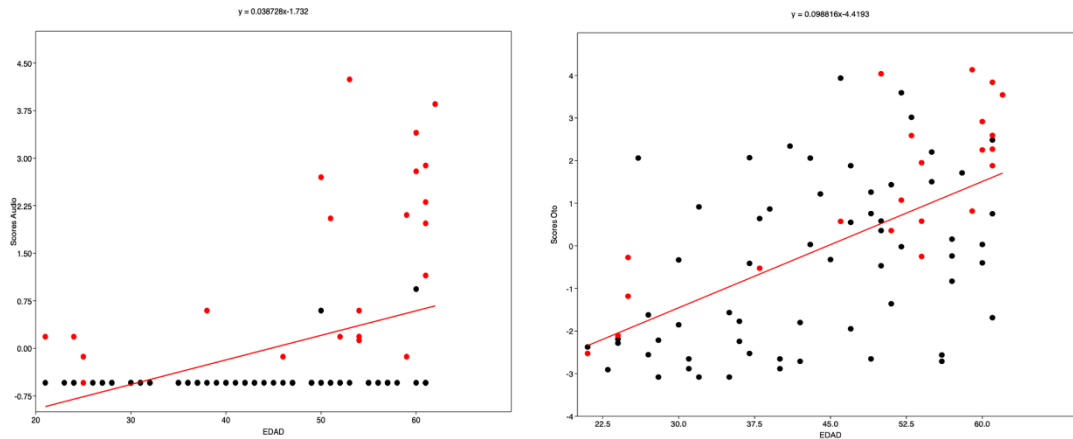


Generalized linear model			
Normal distribution, identity link			
Dispersion phi:	31.635 (estimated)		
Slope a:	0,82053	Std. err. a:	0,050298
Intercept b:	-19,07	Std. err. b:	2,3327
Log likelihood:	-40,5		
G:	266,13	p(slope=0):	7,93E-60

Según este gráfico 10 muestra una correlación positiva, ya que la empresa ha mantenido en el tiempo a sus trabajadores por muchos años. Dichos trabajadores llevan muchos años laborando expuestos a ruido, se observa que a mayor edad hay bastantes trabajadores con umbrales auditivos asimétricos. La empresa presenta poca rotación de personal, por lo cual, se observa claramente en la gráfica de los dos grupos, que se han venido manejando en el análisis de los datos de la investigación grupo A (trabajadores participantes en la investigación con umbrales auditivos simétricos, color negro) y grupo B (trabajadores participantes en

la investigación con umbrales auditivos asimétricos se utilizó color rojo).

Gráfico 11 Componentes principales Audiometría/ OAPD Vs Edad



Generalized linear model			
Normal distribution, identity link			
Dispersion phi:	31.635 (estimated)		
Slope a:	0,82053	Std. err. a:	0,050298
Intercept b:	-19,07	Std. err. b:	2,3327
Log likelihood:	-40,5		
G:	266,13	p(slope=0):	7,93E-60

Generalized linear model			
Normal distribution, identity link			
Dispersion phi:	1.0868 (estimated)		
Slope a:	0,038728	Std. err. a:	0,0093226
Intercept b:	-1,732	Std. err. b:	0,43235
Log likelihood:	-40,5		
G:	17,258	p(slope=0):	3,26E-05

El gráfico izquierdo nos muestra la correlación entre la edad y los puntajes de los datos de los umbrales auditivos de los trabajadores participantes de la investigación. La audiometría detecta en la pérdida auditiva, que se muestra mayor dispersión de los trabajadores quienes presentan umbrales auditivos asimétricos. Estos puntajes no tienen ninguna unidad en el análisis de componentes principales. Se representa desde lo más bajo a lo más alto. Se observa que los valores se conservan o son discretos ya que no presentan mayor diferenciación son puntajes bajos, son pocos los datos que se encuentran dispersos o alejados, es decir el

comportamiento de esta prueba que es constante, no hay mayor variación, se evidencia que los datos que se encuentran con puntajes altos para personas con edades avanzadas y presentan umbrales auditivos asimétricos. No se evidencia una clara discriminación de los trabajadores con afectación en sus umbrales auditivos.

Por el contrario, se puede observar claramente en el gráfico derecho 11 (a), el cual corresponde a los registros de los datos de las otoemisiones acústicas producto de distorsión de la población evaluada, que muestra un patrón más diverso, es decir, muestra que los datos obtenidos del grupo A (trabajadores con audiometrías con umbrales simétricos), que sus células ciliadas muestran otoemisiones disminuidas o afectadas, evidenciando una pérdida de la función de las células ciliadas externas. Los puntajes obtenidos en la prueba de componentes principales son altos, en ambos grupos evaluados.

También se evidencia en este gráfico izquierdo 11(b), que tanto personas jóvenes como personas de edad madura están presentando pérdida de la función de las células ciliadas. La prueba de otoemisiones acústicas producto de distorsión, está revelando su eficacia en el diagnóstico precoz del daño coclear de los trabajadores expuestos a ruido industrial. Este gráfico corrobora que las otoemisiones acústicas son eficaces, ya que permiten detectar daños de las células ciliadas (función coclear) así sea leve a temprana edad, antes que se refleje en la audiometría tonal, donde se marca el daño cuando ya es fijo e irreversible.

9. DISCUSIÓN

En el campo de la Salud Ocupacional en Colombia y a nivel mundial, los profesionales del área de salud auditiva se han empeñado en la búsqueda de técnicas, protocolos y procedimientos para aportar en la prevención temprana de la pérdida auditiva inducida por ruido industrial. El riesgo ruido ha estado presente siempre en nuestra sociedad desde el inicio de la industrialización.

Numerosos autores Hall, Jeger, Lutman entre otros, han demostrado, la relación directa que existe entre la presencia de altos niveles de contaminación auditiva (ruido industrial), en los sitios de trabajo con el deterioro auditivo de los trabajadores expuestos por largos periodos de tiempo. Para el diagnóstico, seguimiento y control se ha venido utilizando la audiometría tonal en los servicios de salud ocupacional. La audiometría tonal es una prueba que tiene una sensibilidad entre el 79% al 95% y una especificidad entre el 84% al 87% para la detección de la pérdida auditiva inducida por ruido (52), siendo estos datos muy relevantes, aunque evidencia desventajas tales como: la subjetividad de la prueba en el momento de ser realizada ya que depende en gran parte de la respuesta proporcionada por el paciente y de la calidad calibración del equipo (cabinas insonorizadas, audiómetro) entre otros.

La audiometría tonal es una herramienta útil para el diagnóstico de la hipoacusia. La persona (paciente) que presente una pérdida auditiva diagnosticada

mediante dicho examen, si ha sido consecuencia por exposición a ruido, puede presentar trastornos comunicativos en su entorno laboral, familiar y social. Es importante establecer si dicha pérdida auditiva es irreversible en el momento que se ha diagnosticado y si obedece a otros agentes etiológicos diferente a la exposición a ruido laboral.

Para soportar lo descrito anteriormente, hay numerosas publicaciones a nivel internacional, tales como Materson y Colaboradores (53). Este estudio reúne una muestra de 1.413.789 audiogramas de trabajadores expuestos a ruido en los Estados Unidos entre los años 2003-2012, con el fin de hacer seguimiento de su exposición a ruido laboral. Las pruebas usadas fueron audiometrías tonal y otoemisiones acústicas producto de distorsión. Los resultados valoraron la prevalencia en seis niveles de deterioro auditivo, medidos en el mejor oído y el impacto de este en la calidad de vida del trabajador expresada como años anuales de vida ajustados por discapacidad tal como lo define el Estudio de Carga Global de Enfermedad. El sector minero obtuvo la mayor prevalencia de trabajadores con pérdida auditiva, en segundo lugar, el sector de la construcción y las fábricas. La norma ISO desde 1999, recomienda la audiometría como prueba diagnóstica para la pérdida auditiva inducida por ruido. (54)

La aplicación a un grupo de trabajadores de esta nueva estrategia (otoemisiones acústicas producto de distorsión), junto con la medición de la audiometría tonal en una cámara insonorizada, espera aumentar la sensibilidad de

la detección, con enfoque preventivo, de los casos expuestos a niveles de ruido continuo durante la jornada laboral.

En Colombia la legislación actual tiene como prueba gold estándar la audiometría tonal, para la valoración de la discapacidad auditiva, seguimiento y vigilancia epidemiológica en el área de salud ocupacional para los trabajadores expuestos a ruido (10,11,12,13,44).

Las otoemisiones acústicas productos de distorsión, es una prueba electroacústica que en muchos países del mundo está incluida en los protocolos de vigilancia epidemiológica (Inglaterra, España, Perú, Estados Unidos entre otros). No es una prueba que se utilice mucho de manera rutinaria en muchos de los servicios de Salud Ocupacional, puede ser porque es poco conocida o de difícil interpretación. Inglaterra es un país pionero en el uso de las otoemisiones acústicas productos de distorsión, en el protocolo de los servicios de riesgos laborales. (18,40)

Varios estudios doctorales (España por ejemplo Antonio Jesús Burgos) que se han encontrado sobre las otoemisiones acústicas, en su mayoría muestran resultados de la utilidad de la prueba en estudios comparativos en la exploración del mismo paciente en momentos diferentes y las variaciones en los resultados del examen.

Por ejemplo, en estudios realizados en animales de laboratorio expuestos a

altos niveles de ruido, encontraron una marcada disminución en la amplitud de las otoemisiones acústicas productos de distorsión (OEAPD), reflejando una buena correlación de la pérdida de células ciliadas externas (CCE) cuando realizaron los estudios histológicos cocleares (55). Esto podría llegar a ser considerado como un biomarcador de vulnerabilidad al ruido del oído interno, mostrando e indicando de una manera temprana el daño coclear antes de evidenciar una pérdida permanente (se refleja tardíamente en el audiograma) (56, 57).

Sumado a esto las otoemisiones acústicas productos de distorsión, tienen un potencial único, y es el de valorar los micromecanismo cocleares por frecuencia (58), este resultado se puede evidenciar en esta investigación ya que nos mostró una gran sensibilidad en la disminución de la amplitud de las otoemisiones en frecuencia 6000 Hz y en algunos casos ausencia de las otoemisiones en diferentes frecuencias, aunque los audiogramas de los trabajadores aún reflejen en el audiograma umbrales auditivos dentro de parámetros normales.

Taylor W y colaboradores 1965 (57), examinaron un grupo de trabajadores tejedores mediante la audiometría tonal. Evaluaron en ellos los umbrales auditivos después de una exposición muy prolongada y constante de casi 40 años al ruido laboral, evidenciándose una pérdida auditiva progresiva que se reflejaba en 4.000Hz, mostrando su punto máximo en un periodo aproximado de 12 años, y desde ese momento se empieza a reflejarse o expandirse de manera lenta hacia las otras frecuencias medias ocasionando en los trabajadores pérdidas auditivas

irreversibles.

No obstante, en la actualidad, los estudios en animales (55), muestran el daño temprano coclear, haciendo uso de las otoemisiones acústicas, mostrando lo predictiva que pueden llegar a ser esta prueba, para la pérdida auditiva en los diferentes umbrales de la audición. En los humanos, la disminución en la amplitud de las otoemisiones acústicas producto de distorsión se ha encontrado en los oídos expuestos al ruido. Cabe resaltar, que dichas personas reflejaban audiogramas con umbrales auditivos normales de sensibilidad periférica. Otro punto para resaltar es la variabilidad de las otoemisiones acústicas producto de distorsión en la prueba-reprueba, ya que es algo inferior a la de la audiometría tonal, en el orden de 3 dB HL. Como resultado, ha sido propuesto que las otoemisiones acústicas producto de distorsión, sean consideradas como herramienta epidemiológica para la vigilancia de la salud auditiva en el ambiente laboral.

En esta investigación los resultados claramente mostraron que a pesar de tener unos resultados audiométricos dentro de parámetros normales, los registros de los resultados de las otoemisiones acústicas producto de distorsión, reflejaron una disminución o ausencia de dichas otoemisiones en frecuencias como 3000, 4000 y 6000Hz, con una gran incidencia en la frecuencia 6000 Hz. Esto nos está reflejando una alta sensibilidad auditiva en muchos de los trabajadores, aunque no de evidencie aún en el audiograma, ellos están presentado un deterioro de sus células ciliadas externas.

10. CONCLUSIONES

1. Las otoemisiones acústicas producto de distorsión muestran gran sensibilidad y precocidad diagnóstica, con respecto a la audiometría tonal en la detección de la lesión coclear inducida por ruido. Es muy importante tener en cuenta en la evaluación auditiva ocupacional, la frecuencia 6000 Hz ya que nos muestra una gran sensibilidad.
2. Las otoemisiones acústicas producto de distorsión (OEAPD), demuestran en este estudio una asociación positiva y asociativa en frecuencias 3000 Hz, 4000 Hz y 6000 HZ, al ser comparada con la audiometría tonal (prueba gold estándar) para la detección de la pérdida auditiva inducida por ruido.
3. Las otoemisiones acústicas producto de distorsión (OEAPD) son de gran utilidad para la detección temprana de la pérdida auditiva ocasionada por la exposición a ruido industrial, pudiéndose diagnosticar precozmente un daño coclear antes que los trabajadores expuestos a ruido puedan percatarse del mismo y que exista una disminución objetivable en la audiometría tonal.
4. Las otoemisiones acústicas productos de distorsión (OEAPD) se pueden considerar como una prueba diagnóstica precoz para la detección de la pérdida auditiva inducida por ruido, también son un elemento predictor en la rutina exploratoria para los trabajadores expuestos a ruido y finalmente una herramienta valiosa para los programas de vigilancia epidemiológica de las empresas.
5. Es de suma importancia considerar la utilidad de introducir la realización de

las otoemisiones acústicas producto de distorsión de forma sistematizada en los exámenes de salud ocupacional, para de esta forma detectar tempranamente la sensibilidad de cada persona (trabajador) al ruido industrial y así evitar con el tiempo un deterioro auditivo que le podría ocasionar una discapacidad auditiva.

6. Las empresas deben evaluar el costo-beneficios del uso de las otoemisiones acústicas producto de distorsión, si bien en este momento tienen un costo superior a la audiometría tonal, el beneficio y el ahorro para la empresa por incapacidad, ausentismos y demandas laborales, se evidenciará con los años. El diagnóstico precoz permite desarrollar tempranamente acciones preventivas para el daño auditivo, como control del ruido y rotación del personal.

11. RECOMENDACIONES

- Es recomendable dar continuidad a la presente investigación, haciendo uso de la base de datos de la empresa en la cual se llevó a cabo la investigación. La empresa siempre estuvo abierta y dispuesta a proporcionar la información necesaria, y es receptiva al cambio y a la implementación de nuevas técnicas en pro de mejorar la salud a todos sus empleados.
- Proponer programas de promoción de la salud y seguridad en la empresa, con el fin de seguir capacitando y orientando a todos los trabajadores para que siempre pongan en práctica todas las técnicas y utilicen de manera adecuada los implementos de protección personal durante la jornada de trabajo.
- Seguimiento de la empresa en el sistema de vigilancia epidemiológica de la salud auditiva en llave con la administradora de riesgos laborales, aprovechando que tienen su sistema de vigilancia epidemiológica documentado.
- Sería muy valioso desde la Universidad del Valle proponer en el pregrado una asignatura de Audiología Laboral, que ahonde sobre la importancia de la prevención de pérdida auditiva, sea cual sea el pregrado o la profesión, para que los empleados en ambientes con exposición a ruido de alta intensidad reciban información y cuiden su salud auditiva desde jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moreira RR, Rabelo CM, Samelli AG, Schochat E, Matas CG, Massa CGP. P300 in workers exposed to occupational noise. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2012;78(6):107-12.
2. Hse. Report of an International Expert Symposium on the usefulness of Otoacoustic Emissions (OAE) Testing in Occupational Health Surveillance 8-9 th February 2011 Manchester, UK Clare Forshaw Corporate Medical Unit Health & Safety Executive. Bootle. 2011;(February).
3. Kathleen C M Campbell, PhD; Chief Editor: Arlen D Meyers, MD, MBA. Otoacoustic Emissions. 2018; Disponible en: <https://emedicine.medscape.com/article/835943-print>
4. Papel EL, Audiprotésista DEL, Prevención LA, Laborales DER, Rol EL, Profesional DEL, et al. El papel del audiprotésista en una empresa de prevención de riesgos laborales. 2016;
5. Jara J, Orosco R, Maldonado Y. Factores Asociados a Los Grados De Hipoacusias Y Sus Manifestaciones Clínicas, En Escolares De 6 a 11 Años. Juliaca, 2012. *Revista Científica Investigación Andina*. 2016;13(1):29-37.
6. Pérdida de audición relacionada con la edad [Internet]. NIDCD. 2016 [citado 30 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-relacionada-con-la-edad>
7. Poole K. Optimum test conditions and variability of otoacoustic emission testing in individuals with normal hearing RR840 Optimum test conditions and variability of otoacoustic emission testing in individuals with normal hearing. Health (San Francisco). 2011;
8. El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura [Internet]. [citado 30 de mayo de 2019]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412010000200020
9. MONICA LUCIA MATOS RODELO, MARIA DEL ROSARIO RUBIANO PRIETO. Comparación de resultados de audiometría tonal y test de ruido para igualar umbrales (TEN) en adultos con deficiencia auditiva de moderada a severa.pdf [Internet]. 2017 [citado 30 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iberamericana.edu.co/bitstream/001/781/1/Comparaci%C3%B3n%20de%20resultados%20de%20audiometr%C3%ADa%20tonal%20y%20test%20de%20ruido%20para%20igualar%20umbrales%20%28TEN%29%20en%20adultos%20con%20deficiencia%20auditiva%20de%20moderada%20a%20severa.pdf>
10. De Colombia R. Ministerio de la Protección Social SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES VICERECTORIA ACADÉMICA-EDUCACIÓN CONTINUA. 1-136 p.
11. Ministerio de Salud Pública (MSP). Sordera y pérdida de la audición. Msp. 2015. p. 1-6.
12. DECRETO 1477 DE 2014 [Internet]. [citado 30 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1294130>

13. Colombia, Ministerio de la Protección Social, Pontificia Universidad Javeriana, Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por el ruido en el trabajo. Bogotá (Colombia): El Ministerio; 2007.
14. Rodríguez CA, International Training Centre of the ILO, International Labour Organization. Los convenios de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el medioambiente de trabajo. Buenos Aires: OIT; 2009.
15. Jara O N, Délano R PH. Avances en corteza auditiva. Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. diciembre de 2014;74(3):249-58.
16. Rado-Triveño J, Alen-Ayca J. Evaluación de las otoemisiones acústicas en relación a los potenciales evocados auditivos de tronco cerebral en niños. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2017;33(4):706.
17. Musiek FE, Shinn J, Chermak GD, Bamiou D-E. Perspectives on the Pure-Tone Audiogram. Journal of the American Academy of Audiology. 2017;28(7):655-71.
18. Lutman Mark and Amanda J Hall. No Title Methods for Early Identification of Noise- Induced Hearing Loss. 1999;277-80.
19. Scandinavian Audiology [Internet]. [citado 3 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/loi/iaud20>
20. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 3 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27916698>
21. Hernández Sánchez H, Gutiérrez Carrera M. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Revista Cubana de Medicina Militar. diciembre de 2006;35(4):0-0.
22. Carlyon RP, Long CJ, Micheyl C, Finley CC, Roland PS, Thomas J, et al. Influencia del entorno acústico laboral en el comportamiento audiométrico y su correlación con el registro de otoemisiones acústicas de productos de distorsión. JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology. 2011;13(5):159-71.
23. Trabajador IN de S e H en el. Xposición de los. 2006;
24. Marlene Escher Boger¹, André Luiz Lopes Sampaio², Carlos Augusto Costa Pires de Oliveira³. Analysis of Hearing and Tinnitus in Workers Exposed to Occupational Noise. :International Tinnitus Journal. 2016;20(2):88-92.
25. Modeling signal-to-noise ratio of otoacoustic emissions in workers exposed to different industrial noise levels Nassiri P, Zare S, Monazzam MR, Pourbakht A, Azam K, Golmohammadi T - Noise Health [Internet]. [citado 3 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2016;volume=18;issue=85;page=391;epage=398;aulast=Nassiri>
26. Alonso Díaz JA. Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios (A). Medicina y Seguridad del Trabajo. 2014;60(234):9-23.
27. Reavis KM, McMillan GP, Dille MF, Konrad-Martin D. Meta-Analysis of Distortion Product

- Otoacoustic Emission Retest Variability for Serial Monitoring of Cochlear Function in Adults. *Ear and Hearing*. 2015;36(5):e251-60.
28. Moepeng M, Soer ME, Vinck B. Distortion product otoacoustic emissions as a health surveillance technique for hearing screening in workers in the steel manufacturing industry. *En* 2017.
 29. Moepeng M, Soer M, Vinck B. Distortion product otoacoustic emissions as a health surveillance technique for hearing screening in workers in the steel manufacturing industry. *Occupational Health Southern Africa*. 2017;23(5):8-13.
 30. Doosti A, Lotfi Y, Moosavi A, Bakhshi E, Talasaz AH. Distortion Product Otoacoustic Emission (DPOAE) as an Appropriate Tool in Assessment of Otoprotective Effects of Antioxidants in Noise-Induced Hearing Loss (NIHL). *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. septiembre de 2014;66(3):325-9.
 31. Marques FP, da Costa EA. Exposure to occupational noise: otoacoustic emissions test alterations. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2015;72(3):362-6.
 32. Con S, Normal A, Idaly L, Riascos A, Carolina D, Sánchez C, et al. VARIACIÓN DE LA AMPLITUD DE LAS OTOEMISIONES ACÚSTICAS PRODUCTO DE DISTORSIÓN (DPOEA), AL REALIZAR CAMBIOS EN LA INTENSIDAD DEL ESTÍMULO, EN SUJETOS CON AUDICIÓN NORMAL. Lisset Idaly Acosta Riascos 1 , Diana Carolina Cuéllar Sánchez 2 , Oscar Eduardo Agua. 2015;
 33. Abdala C, Visser-Dumont L. Distortion Product Otoacoustic Emissions: A Tool for Hearing Assessment and Scientific Study. *Volta Rev*. 2001;103(4):281-302.
 34. root. Comparación de Emisiones Otoacústicas Producto de Distorsión en Individuos Expuestos y No Expuestos a Ruido Ocupacional [Internet]. *Prevención Integral & ORP Conference*. 2013 [citado 30 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2006/comparacion-emisiones-otoacusticas-producto-distorsion-en-individuos-expuestos-no-expuestos-ruido>
 35. Claudia Gutiérrez, Liliana I. Neira, Magda I. Martínez DRO, Sandra Milena Sierra LMSoler. título: Descripción de Otoemisiones Acústicas en Personas con Sensibilidad Auditiva entre 0 y 30 dB HL. trabajo de grado Universidad Iberoamericana - Bogotá. 2010;
 36. European Agency for Safety and Health at Work. Noise in figures - Facts 67. *Safety And Health*. 2004;(August):1-2.
 37. Martinez, noelia, de la Rosa, Isabel, Condori W. Niveles de audiometría y su relación con el ruido ocupacional en estudiantes de la escuela profesional de odontología de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman de Tacna 2016. 2016;
 38. Salesa Batlle E. Importancia de la salud auditiva. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. 2014;34(2):49-50.
 39. Shera CA. The Spiral Staircase: Tonotopic Microstructure and Cochlear Tuning. *J Neurosci*. 18 de marzo de 2015;35(11):4683-90.
 40. Hall AJ, Lutman ME. Methods for Early Identification of Noise-induced Hearing Loss. *International Journal of Audiology*. 2009;38(5):277-80.

41. Jerger J. Otoacoustic emissions: the new gold standard? J Am Acad Audiol. octubre de 2007;18(9):724.
42. Algarra JM. Manuel Manrique Rodríguez Jaime Marco Algarra. 2014.
43. DIGESA. Guía Técnica: Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido. 2013;36.
44. Ministerio de Salud. Orientaciones para el desarrollo de las actividades de tamizaje en el marco del Plan de Salud Pública de Intervenciones Colectivas – PIC. Ministerio de Salud. 2015;15(2):7.
45. Departamento de Capacidad A y RM. Detección temprana, evaluación y respuesta ante eventos agudos de salud pública: Puesta en marcha de un mecanismo de alerta temprana y respuesta con énfasis en la vigilancia basada en eventos. 2015;1-70.
46. Ministerio de la Protección Social. Plan Nacional de Salud Ocupacional 2008 -2012. Imprenta Nacional de Colombia. 2013. 76 p.
47. Camilo Marín Villar. Troqueles y Troquelado, Para la Producción de Grandes Series de Piezas [Internet]. Disponible en: WWW.METALACTUAL.COM
48. Ballestar M. Introducción al paquete estadístico SPSS: :11.
49. Constitución Política de Colombia>TITULO II>CAPITULO 1: Ley de Colombia(internet). [citado enero 15 2021]. Disponible en:
<http://colombia.justicia.com/nacionales/constitucion-politica-de-colombia/titulo-ii/capitulo-1/>
50. Leyes desde 199 – Vigencia expres y control de constitucionalidad [LEY 1581_2012] [INTERNET]. [CITADO enero 15 de 2021] Disponible en http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1581_2012.html
51. Decreto 1377 de 2013_Gestor Normativo Función Pública [internet]. [citado el15 enero 2021] Disponible en:
<http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53646>.
52. Hernández Sánchez H, Gutiérrez Carrera M. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Revista Cubana de Medicina Militar .2006 Dec; 35(4)
53. Elizabeth A. Masterson, PhD; Timothy Bushnell, PhD; Christa L. Themann, MA.; Thais C. Morata, PhD. Hearing impairment Among Noise Exposed Eorkers- United States 2003-2012. Morbidity and Mortality Weekly report Weekly/ Vol. 65/ No.CDC. 15 April 22, 2016
54. Internacional Organization for Standardization. Acoustic: Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment, ISO 1999. Geneva Switzerland; 1999
55. Shupak A, Tal D, Sharoni Z, Oren M, Ravid A, Pratt H. Otoacoustic Emissions in Early Noise-Induced Hearing Loss. [Miscellaneous Article]. Otology & Neurotology. 2007 Sep;28(6):745–52.
56. Konomi U, Kanotra S, James AL, Harrison RV. Age related changes to the dynamics of

contralateral DPOAE suppression in human subjects. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*. 2014.

57. Taylor W, Pearson J, Mair A, et al. Study of noise and hearing in jute weaving. *J Acoust Soc Am* 1965; 38:113–20.
58. Faulstich M, Kössl M. Evidence for multiple DPOAE components based upon group delay of the $2f_1 - f_2$ distortion in the gerbil. *Hear Res*.2000/140(11:99-110)



ANEXOS

12.1 CONSENTIMIENTO INFORMADO ANEXO No.1

Título del Proyecto: Concordancia entre el Comportamiento Audio métrico y el Registro de las Otoemisiones Acústicas Productos de Distorsión en Trabajadores de una Empresa del Sector Metalmeccánico en el Suroccidente Colombiano 2019

Investigadores: Audrin Valenzuela García Est. MSO Univalle
Amanda Teresa Páez Flga; Esp En Audiología; MS Educación

El objetivo de este consentimiento informado es lograr una clara comprensión por parte de los participantes del estudio, sobre el objetivo del mismo y de la participación que ellos van a tener durante el desarrollo del estudio.

Este trabajo de investigación está a cargo de la estudiante de 4 semestre de la Maestría en Salud Ocupacional de la Universidad del Valle, Audrin Valenzuela García. Lo que se pretende establecer Concordancia entre el Comportamiento Audio métrico y el Registro de las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión en trabajadores de una empresa del sector Metalmeccánico ubicada en Yumbo Valle del Cauca para el año 2019. Para este estudio se espera evaluar 100 trabajadores que corresponden al área de Autopartes de la empresa seleccionada, que tengan una antigüedad mayor de 2 años y expuestos a ruido laboral, adicional al momento de la aplicación de las pruebas los sujetos participantes no padezcan enfermedades otológicas de oído medio.

La participación en la investigación implica que cada persona permita el acceso de la investigadora al resultado de una encuesta Audiológica. La encuesta Audiológica será diligenciado o respondido el día que se realizará las pruebas audiológicas en las instalaciones de la empresa. La evaluación tendrá una duración aproximada de 30 minutos, en ella se debe proporcionar información acerca de sexo, edad además de las preguntas del cuestionario. Esta información será guardada bajo un código y no con nombre propio para mantener la confidencialidad. Para la valoración de la función coclear (otoemisiones acústicas Productos de distorsión) se colocará una sonda con un tip desechable del tamaño del conducto auditivo del paciente esta sonda enviará un estímulo auditivo para luego poder analizar la presencia o no de las otoemisiones a través en un programa de computador.

El compromiso de los participantes en esta investigación consiste en asistir puntualmente a la cita establecida y proporcionar información veraz. La participación en este estudio no implica ningún riesgo de tipo biológico, físico, químico, social, psicológico ni legal y se garantiza que habrá total confidencialidad y no se publicará la identidad de los participantes. La información recolectada en la investigación podrá ser utilizada en futuras investigaciones con fines académicos e investigativos en otros estudios, previa aprobación de los comités de ética que avalan esta investigación, y se asegura total confidencialidad de la identidad del trabajador, puesto que no se hará registro de los datos de identificación en ninguno de los instrumentos. Como beneficio por participar en este proyecto, los participantes obtendrán un diagnóstico objetivo de su función coclear. La cooperación en esta investigación no generará ningún costo ni retribución monetaria alguna para los participantes.

Al participante del estudio se le entregará una copia de este consentimiento informado, aclarando que su participación podría terminarse si se presenta un retiro voluntario o si para el momento de la citación presenta alguna patología de oído medio, tapón de cerumen, antecedentes otológicos relevantes, lo cual será determinado por la investigadora principal.

En caso de tener alguna inquietud o duda puede comunicarse con Audrin Valenzuela García (investigadora principal) al teléfono 310 6402371 o con el Comité de Ética Humana CIREH al teléfono 518 56 77.

Yo _____ declaro y manifiesto que me han explicado el propósito de este trabajo de investigación, notifico que participaré libre y voluntariamente y que los investigadores me han dado la oportunidad de preguntar y resolver todas mis dudas frente a esta investigación.

Para su constancia firmo ante dos testigos en la ciudad de Santiago de Cali, el día ____ del mes de _____ de 2019.

Autoriza el uso de los datos para futuras investigaciones SI____ NO_____

Participante.
C.C.

Investigador
C.C.

Testigo 1
C.C.

Testigo 2
C.C.



12.2 ANEXO NO. 2

ENCUESTA AUDIOLÓGICA

INSTRUCCIONES PARA DILIGENCIAR ESTA ENCUESTA:			
Colocar con letra legible sus datos personales. Marque con una X la respuesta. Responda las preguntas con mucha sinceridad. Las preguntas son confidenciales y de uso exclusivo para el desarrollo de la investigación de la estudiante de Maestría en Salud Ocupacional.			
Nombre Completo: _____			
Edad: _____		Sexo: _____	
Área de Trabajo: _____		Teléfono: _____	
		Fecha: _____	
1. ¿Cuántos años lleva trabajando en la empresa?			
2. ¿Hace uso de medidas de protección auditiva?		No Aplica	SI NO
3. ¿Qué tipo de protección utiliza?		Desechable	Copa Sobre Medida
4. ¿Tiene familiares con problemas de sordera?		SI	NO
5. ¿Presto Servicio Militar?		No Aplica	SI NO
6. ¿Fuma?		SI	NO
7. ¿Ha sufrido de Otitis a repetición durante la infancia y/o Adulto?		SI	NO
8. ¿Sufre de Hipertensión?		SI	NO
9. ¿Sufre de Diabetes?		SI	NO
10. ¿Ha padecido o sufre actualmente de infecciones renales?		SI	NO
11. ¿Toma algún tipo de medicación?		SI	NO
12. ¿Le han supurado los oídos alguna vez en su vida?		SI	NO
13. ¿Frecuenta discotecas y bares con regularidad?		SI	NO
14. ¿sufre o ha sufrido de Otagia (dolor de oído)?		SI	NO
15. ¿Sufre de Zumbidos en los oídos?		SI	NO
16. ¿Siente que usted escucha bien?		SI	NO
17. ¿Tiene dificultades para sostener una conversación en un sitio ruidoso?		SI	NO
18. ¿Cuándo está viendo TV requiere de volumen alto?		SI	NO
19. ¿ha sufrido de vértigo?		SI	NO
20. ¿ha sufrido golpes fuertes en la cabeza?		SI	NO
21. ¿Utiliza reproductores de audio a diario?		SI	NO
Comentarios:			

12.3 ANEXO NO. 3

**FOTO DE EQUIPO DE OTOEMISIONES ACÚSTICAS TITAN INTERACOUSTIC
(FUENTE: MANUAL DE FUNCIONES DE INTERACOUSTIC)**



Gráfico 12 Equipo otoemisiones Acústicas Titan

Tabla 7 Especificaciones equipo Titan Interacoustic Otoemisiones acústicas producto de distorsión, tomado del manual del Equipo Interacoustic pág. 101

OEApd			
Estímulo	Intervalo de frecuencia:	500 a 10000 Hz	
	Frecuencia nominal:	f2	
	Intervalo de frecuencia:	25 Hz	
	Nivel:	30 a 80 dB SPL (75 dB SPL para 6 kHz y 65 dB SPL para 8 kHz a 10 kHz)	
	Intervalo de nivel:	1 dB	
	Transductor:	Autodetección de sonda IOW, calibración automática	
	Registro	Tiempo de análisis:	Mínimo de 2 seg. hasta un tiempo de prueba ilimitado.
Resolución A/D:		24 bits, resolución 5,38 Hz	
Sistema de rechazo de artefacto:		de -30 a +30 dB SPL o desactivado.	
Tolerancia del estímulo:		Ajustable entre 1 y 10 dB	
Criterios de relación señal/ruido:		Ajustable entre 3 y 25 dB	
Ventana de comprobación de prueba:		Respuesta de frecuencia de 256 puntos del canal auditivo por el estímulo de clic.	
Ventana de respuesta DP (producto de distorsión):		Respuesta de frecuencia de 4096 puntos	
Ruido residual:		Una medición media de RMS en la zona de frecuencia de contenedor PD (26 contenedores en las frecuencias < 2500 Hz y 60 contenedores ≥ 2500 Hz).	
Pantalla		Ganancia de visualización general:	Aplicable durante la prueba
		Monitor:	Nivel y tipo de estímulo, vista de barras y gráficos
Especificaciones de la sonda	Sonda Titan IOW:	apto para IMP, OEApd, OEAET y ABRIS	
		Punta de sonda intercambiable	
Otros			
Presión de prueba		Presión ambiente. Presión pico en tímpano	

12.4 ANEXO 4

PROTOCOLO BIOSEGURIDAD FRENTE AL COVID-19 DISEÑADO PARA APLICACIÓN DE PRUEBA AUDIOLÓGICA A LA POBLACIÓN PARTICIPANTE EN LA INVESTIGACIÓN

Objetivo

El presente protocolo tiene como objeto establecer las medidas de control, prevención y de mitigación para reducir la exposición y/o contagio por infección respiratoria Aguda por COVID-19 en el **Procedimiento de la toma de exámenes Audiológicos (Otoemisiones acústicas productos de distorsión) de la investigadora Audrin Valenzuela estudiante de la Maestría Salud Ocupacional**, a través de la implementación de medidas básicas necesarias, que permitan fortalecer la seguridad y salud de los trabajadores que harán parte como muestra

Alcance

Aplica a toda la población a la cual le será evaluada su audición, mediante las otoemisiones acústicas productos de distorsión (todo trabajador que hará parte de la muestra para la investigación). Este protocolo será aplicado por la estudiante de Maestría de Salud Ocupacional **Audrin Valenzuela**, durante la vigencia de toda la realización de la aplicación de las pruebas audiológicas, siguiendo los parámetros establecidos por el gobierno nacional frente a la pandemia por el COVID 19 en el

territorio nacional.

Responsables

Investigador: debe ajustarse y aplicar los protocolos de Bioseguridad que Fanalca ha diseñado para el Covid-19. Llevar los elementos de protección personal necesarios para la ejecución de los exámenes auditivos (OEPD), flexibilizar los horarios de la jornada laboral, reportar casos sospechosos y confirmados a la EPS y ARL, implementar la limpieza y desinfección de los equipos y material que se utilice durante toda la jornada de la toma de los exámenes.

Población que hace parte de la muestra (Trabajadores Fanalca): cumplir con los protocolos de bioseguridad, reportar casos de contagio en el trabajo o la familia, adoptar las medidas de cuidado de la salud, informar sobre su estado de salud, hacer uso de los elementos de protección personal.

Personal de la IPS Fanalca: cumplir con el protocolo de bioseguridad que ha establecido la empresa.

Aspectos Generales

Factores que determinan la exposición al COVID-19.

Según el decreto 538 del 12 de abril del 2020, el 11 de marzo la Organización Mundial de la Salud declaró el brote de enfermedad por coronavirus COVID-19 como una pandemia, esencialmente por la velocidad de su propagación y la escala de transmisión, puesto que a esa fecha se habían notificado cerca de 125.000 casos

de contagio en 118 países. La infección se produce cuando una persona enferma tose o estornuda y expulsa partículas del virus que entran en contacto con otras personas. El Coronavirus 2019 (COVID-19), tiene síntomas similares a los de la gripa común, alrededor del 80%, se recupera sin necesidad de un tratamiento especial. Otras personas, conocidas como casos asintomáticos, no han experimentado ningún síntoma. El Coronavirus 2019 (COVID-19), puede causar enfermedades que van desde leves a graves y, en algunos casos puede ser fatal. Por todo lo descrito anteriormente, el Ministerio de Salud y Protección Social han generado los lineamientos para orientar a la población frente a las medidas que se requieren para mitigar la transmisión del virus, las cuales han sido adaptadas a las diferentes actividades que se desarrollan en el Consultorio Fonoaudiológico Audrin Valenzuela que pertenece al sector Salud, con el fin de continuar fortaleciendo la respuesta en la fase de mitigación del virus.

Protocolo

Es responsabilidad tanto del investigador (estudiante Audrin Valenzuela) y los empleados (población que hará parte de la investigación) y personal de la IPS de Fanalca cumplir cada uno de estos lineamientos del protocolo por su seguridad y la seguridad de los demás.

LA EMPRESA PRECISARA:

Elementos de emergencia: Verificar que el botiquín, cuenten con elementos suficientes para ser suministrados a los trabajadores de ser necesario tales como:

tapabocas, guantes de látex o nitrilo y demás elementos del botiquín.

Control de Ingreso a la Empresa:

- **Control de ingreso.** En portería se debe garantizar el registro diario de los trabajadores de la empresa Fanalca conservando la distancia entre las personas al ingreso.
- **Control de acceso de personal externo.** En la sala de recepción el personal encargado debe registrar el ingreso del personal externo que ingresa a Fanalca haciendo uso del formato de control visitantes, utilizando un esfero y desinfectarlo con alcohol al 70%.
- **Comprobación de ausencia de sintomatología.** Entregar encuesta al usuario sobre las condiciones de salud y contactos previos de primer grado, en caso de presentar síntomas similares (fiebre, resfríos, tos, dolor de garganta) debe retornar a su vivienda.

Control de temperatura: tomar la temperatura al personal al ingreso y salida de la jornada laboral, utilizando un termómetro digital el cual debe ser desinfectado con algodón y alcohol después de usarlo a cada uno, la temperatura debe ser menor de 37°C, registrar esta información en el formato establecido. En caso de presentar síntomas abstenerse de venir a trabajar, informar a la empresa y auto aislarse en su domicilio durante dos semanas o hasta su completa curación.

- **Suministro de alcohol o gel antiséptico:** al ingreso a la empresa Fanalca y luego a las instalaciones de la IPS Fanalca se suministrará, a todo el personal

tanto el que labora (empleados) como los usuarios alcohol al 70% para la desinfección de las manos, igualmente debe desinfectarse el calzado haciendo uso del tapete desinfectante para zapatos antes de ingresar. Posteriormente lavar las manos con agua y jabón y utilizar la toalla desechable ubicado en el baño de la entrada de cada dependencia de la empresa y de la IPS.

DISTANCIAMIENTO:

El distanciamiento físico, significa mantener un espacio entre las personas, para garantizar el distanciamiento entre trabajadores (2 metros) establece las siguientes reglas:

- Los trabajadores (participantes en la población muestra de la investigación serán citados en un horario determinado, donde se diligenciará consentimiento informado, anamnesis audiológica y posteriormente pasara a la toma de la prueba audiológica en el consultorio solo habrá 2 personas el investigador y el trabajador una vez se termine la prueba el empleado debe salir del consultorio se desinfectará todo y entra el siguiente.
- En la sala de espera solo podrán estar máximo 3 trabajadores conservando y respetando el distanciamiento social.
- Todas las zonas estarán demarcadas con los mensajes del uso permanente de tapabocas, lavado continuo de manos, desinfección de calzado.

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD POR PARTE DEL INVESTIGADOR

Medidas generales.

Las medidas que han demostrado mayor evidencia para la contención de la transmisión del virus son las siguientes, por lo cual la investigadora (estudiante de la maestría de Salud Ocupacional) **Audrin Valenzuela** las ha implementado:

- Lavado de manos
- Distanciamiento social
- Uso de tapabocas.

Adicional a estas medidas y teniendo en cuenta los mecanismos de contagio del coronavirus (COVID-19), La investigadora Audrin Valenzuela ha implementado el uso de gafas, así mismo se deben fortalecer los procesos de limpieza y desinfección de elementos e insumos de uso habitual, superficies, equipos audiológicos de uso frecuente , adecuado uso de Elementos de Protección Personal-EPP y optimizar la ventilación del lugar y el cumplimiento de condiciones higiénicas sanitarias en el lugar donde se realizara los exámenes Audiológicos.

Limpieza Y Desinfección Material Utilizado Para La Realización De Los Exámenes Audiológicos.

- Utilización de olivas desechables con cada trabajador evaluado OEAPD

- Utilización de cobertores desechables para el audio cups por cada trabajador evaluado en la audiometría
- Desinfección del área utilizada cada vez que se termine de evaluar a cada trabajador.
- el investigador debe hacer uso constante de indumentaria es decir ropa adecuado y material EPP establecido para la atención de los trabajadores que harán parte de la investigación, gorro, uniforme, bata manga larga, tapabocas, gafas, careta y lavado constante de manos entre cada paciente.

Plan De Contingencia

La investigadora Audrin Valenzuela en conjunto con la empresa Fanalca revisaron y se reunieron para actualizar información en su plan de emergencia la atención y mitigación de posible emergencia por COVID-19 con personal de la brigada de seguridad, y de esta forma articular los protocolos y siempre trabajar en pro del beneficio de todos los trabajadores.

Lo más importante de este protocolo es la aplicación de este en el momento de la atención a los trabajadores que participaran de la investigación de la estudiante de la maestría en salud ocupacional Audrin Valenzuela, junto con la enfermera encargada del área de salud ocupacional y el Medico Ocupacional se revisó el protocolo y se estableció y coordino los horarios de todos los participantes

garantizando la seguridad de cada uno de ellos y de los profesionales que participaron en la toma de la muestra. Durante la realización y recolección de la muestra se tomarán fotos como material probatorio de las buenas prácticas clínicas y protocolos de bioseguridad Covid-19.