

CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO AUDITIVO DEL PERSONAL DEL
BATALLÓN DE MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN
EJÉRCITO NACIONAL



AUTORAS

MAIRA ALEJANDRA MARULANDA RUIZ

SARA LUCIA TOVAR AMAYA

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C

(JUNIO 29 DE 2017)

CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO AUDITIVO DEL PERSONAL DEL
BATALLÓN DE MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN
EJÉRCITO NACIONAL



AUTORAS

MAIRA ALEJANDRA MARULANDA RUIZ

SARA LUCIA TOVAR AMAYA

DOCENTE ASESOR

ADA MERCEDES UJUETA GUERRA

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN AUDIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C

(JUNIO 29 DE 2017)

TABLA DE CONTENIDO E INDICES

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
Capítulo 1. Descripción general del proyecto	
1.1 Problema de investigación	7
1.2 Objetivos generales y específicos	22
1.3 Justificación	23
Capítulo 2. Marco de referencia	
2.1 Marco teórico	31
2.2 Marco conceptual	48
Capítulo 3. Marco metodológico	
3.1 Tipo de estudio	66
3.2 Población	66
3.3 Procedimientos	67
3.4 Técnicas para recolección de la información	67
Capítulo 4. Análisis de resultados	
Discusión y conclusiones	85
Referencias	92
Recomendaciones.....	95
Anexos	100

INDICE DE TABLAS

Grafica 1. Grado Jerárquico	69
Grafica 2. Antecedentes Otológicos	70
Gráfica 3. Antecedentes Extra Laborales	70
Gráfica 4. Antecedentes extra auditivos	71
Gráfica 5. Antecedentes Familiares	71
Gráfica 6. Antecedentes Farmacológicos y/o tratamientos prolongados	72
Gráfica 7. Exposición a sustancias Ototóxicas y/o ocupacionales	73
Gráfica 8. Características Subjetivas de la Audición	73
Gráfica 9. Oído por el que escuchan mejor	74
Gráfica 10. Tiempo de permanencia en área operativa	75
Gráfica 11. Equipos generadores de Ruido	75
Gráfica 12. Otros Antecedentes Laborales	76
Gráfica 13. Horas de Vuelo	77
Gráfica 14. Veces de asistencia a Polígono	77
Gráfica 15. Ruido laboral	78
Gráfico 16. Tipo de Ruido Laboral	79
Gráfica 17. Horas de Exposición diarias	79
Gráfico 18. Elementos de Protección Auditiva	80
Gráfica 19. Hábitos Auditivos	80
Gráfica 20. Audiometrías	81
Gráfica 21. Frecuencia de alteración en audiometrías	81
Gráfica 22. Descensos auditivos en audiometrías	82
Gráfica 23. Frecuencias de audiometrías específicas por sujeto	82
Gráfica 24. Resultado de Otoemisiones	83
Gráfica 25. Comparación Resultados Audiometría y OEADP	84

INDICE DE ANEXOS

Formato Consentimiento Informado	101
Formato Historia Clínica Audiológica	102
Formato Audiometría tonal	104
Material para el Batallón	105

INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende que el lector conozca los antecedentes más relevantes sobre la exposición a ruido laboral y sus posibles consecuencias en el trabajador militar de aviación, es por eso que se propone un estudio de corte cuantitativo con enfoque descriptivo que determinará el estado auditivo del personal del batallón de mantenimiento de aviones N° 1 del Ejército Nacional.

Identificadas las causas y a su vez las consecuencias que convellan a la pérdida auditiva inducida por ruido, se proponen estrategias de mitigación de riesgos para minimizar los factores biopsicosociales que afectan a esta población.

Se da a conocer la importancia de dar continuidad a este tipo de estudios en dicha población, ya que es la primera investigación en la historia del BAMAV 1, que fortalecerá los procesos de la salud y seguridad en el trabajador.

Capítulo 1. Descripción general del proyecto

Problema de investigación

La referencia más antigua sobre el efecto del ruido en la audición, es una observación registrada en el siglo I por Plinio, el viejo en su “Historia natural”, cuando menciona que la gente que vivía cerca de las cataratas del Nilo “quedaba sorda”. A finales del siglo XIX, con el advenimiento de la máquina de vapor y la iniciación de la era industrial, aparece el ruido como un importante problema de salud pública. En esta etapa comienza a documentarse la sordera de los trabajadores expuestos, como los forjadores y los soldadores. Fosbroke en 1831, mencionó la sordera de los herreros y Wittmarck hizo lo propio en 1907, al mostrar el efecto histológico del ruido en el oído; en 1927, McKelvie y Legge, informan acerca de la sordera de los algodóneros; en 1939, Lars describe la sordera de los trabajadores en astilleros y así muchos autores han demostrado el interés en documentar los riesgos que ejerce el ruido en la audición de los trabajadores.

A partir del estallido de la Segunda Guerra Mundial es cuando aparece en la literatura mayor profusión de referencias sobre el trauma acústico provocado por las armas de fuego o «wardeafness», término propuesto por Guild (1941). Marshall-Taylor (1944) estimó que el número de traumas acústicos entre los soldados americanos que participaron en la Segunda Guerra Mundial se elevaba a 250.000 casos. En 1946, Krisstensen se refiere a la sordera de los aviadores y de los tripulantes de submarinos. Collins (1948) publicó un estudio clínico realizado en 108 artilleros veteranos de la

Segunda Guerra Mundial, y encontró que la incidencia de hipoacusia fue de 92,8%, acúfenos 88 % y disturbios en la función laberíntica 53%. Gondusky & Reiter, (2005) evidenciaron que el *Tinnitus* y la pérdida de audición constituyen los síntomas más comúnmente asociados con la exposición a explosiones que resultan en perforación de la membrana timpánica, lesión del oído medio y de la cóclea. Xydakisy y otros (2007) evidenciaron en 210 soldados con lesiones por exposición a explosiones, que un 60,8 % presentó perforación de la membrana timpánica concomitante con pérdida de la conciencia. Revista Cubana de Medicina Militar (2013).

Teniendo en cuenta los anteriores antecedentes históricos, el ruido es uno de los más comunes y principales riesgos para la salud auditiva de oficiales, soldados y civiles que laboran en ambientes militares, por lo que reviste una importancia vital el estudio y prevención de los daños asociados. En el entorno militar, el personal puede estar expuesto a ruidos de muy alto nivel: los de impulso, producidos por las armas pueden llegar a los 190 dB, y los continuos en las proximidades de motores a reacción pueden superar los 130 dB. Aunque estas condiciones extremas de exposición son relativamente infrecuentes e involucran solo unas pocas personas, representan un serio problema que puede producir lesiones cocleares inmediatas y por lo tanto, desplazamiento permanente del umbral auditivo. Por otra parte, ruidos de "moderada" intensidad: de impulsos de 150 dB a 165 dB (como los producidos por fusiles durante entrenamiento militar), continuos de 100 dB a 120 dB (como los originados en vehículos blindados), están muy por encima de las condiciones de exposición admisible. En su conjunto, estos ruidos representan la principal causa de trauma acústico entre el personal militar. En el año 1996, 966 soldados con trauma acústico agudo fueron tratados en los hospitales franceses a un costo de 4 millones de dólares.

Diversos estudios han corroborado la existencia de especialidades de riesgo en el medio militar, entre las que se destacan: artillería, tanques, ingeniería, aviación, defensa antiaérea y tropas especiales. Revista Cubana de Medicina Militar (2013).

Se puede inferir que de toda la sociedad industrializada, el ejército, es el personal que se ve sometido a los más altos niveles de ruido, si se consideran que las detonaciones de las armas de fuego superan en intensidad a todos los ruidos industriales; por otra parte, el daño auditivo inducido por ruido es irreversible y progresivo de continuar la exposición, razón por la cual reviste vital importancia el estudio y prevención de los daños asociados a éste. Hernández, (2006).

Existen diferentes estudios internacionales referentes al ruido en el ámbito laboral, específicamente en el entorno militar y de la aviación. Entre ellos, el estudio de la Marina Norteamericana en 2001 que evaluó el riesgo para la salud auditiva en personal expuesto a cubierta de vuelo de un portaaviones, (Buque de guerra con la cubierta dispuesta para que puedan despegar y aterrizar aviones de combate) de la clase Nimitz que incluyó datos descriptivos, medidas ponderadas en el tiempo de la exposición al ruido, y una evaluación del cambio temporal del umbral de un grupo de personal de cubierta de vuelo de portaaviones; se realizó una comparación de los límites permanentes y cambios, entre tres grupos ocupacionales que a bordo del portaaviones, habían coincidido por años de servicio en éste. En los participantes del estudio se incluyeron a 76 personas de cubierta de vuelo denominado grupo FD (Flight Deck) y considerado de alta exposición, 77 ingenieros grupo ENG (Engineers) con una exposición moderada y 52 funcionarios administrativos denominado grupo ADMIN (Administrative) que se consideran de baja exposición al ruido ocupacional. El

estudio encontró en FD una media ponderada en el tiempo promedio de 109 dB durante las jornadas en un promedio de 11,5 horas. Sólo 2 (4%) de los 52 participantes del personal Administrativo tenía alguna apreciable pérdida auditiva mientras que, en el grupo FD e ingenieros, demostró el 17% y el 27% de alteraciones de audición, respectivamente. Aunque no concluyente estadísticamente, los resultados del estudio sugieren un aumento del riesgo de deficiencia auditiva entre FD (personal de cubierta de vuelo) y ENG (ingenieros) en comparación con ADMIN (administrativos), notablemente elevados el TWA (time weighed average, concentración máxima ponderada para trabajo de 8 horas diarias y 40 semanales) de ruido y exposición inadecuada. Éste y otros estudios sugieren la necesidad de elevado y amplio énfasis en la conservación de la audición de toda la Marina Estadounidense. Military Medicine, (2004).

También se encuentra como referente, un estudio respecto a la influencia del servicio militar sobre la salud auditiva y la eficacia de un programa de conservación auditiva de las Fuerzas Armadas Suecas. 839 reclutas que ingresaron al servicio militar fueron tenidos en cuenta para este estudio. Todos ellos fueron expuestos a niveles de ruido a lo largo de los límites de riesgo de las armas y vehículos con uso de orejeras o tapones para los oídos. Cuestionarios de detección de alteración auditiva y audiometría fueron estudiados en el inicio y el final del servicio militar. Información retrospectiva sobre la audiometría en el reclutamiento antes de prestar el servicio militar se incluyó como control. Las conclusiones del estudio arrojan como resultados, los valores de prevalencia de tinnitus fueron 23% antes y el 32% después del servicio y de la sensibilidad al ruido de 16% y 19%, respectivamente. Los valores de prevalencia de deficiencia auditiva fueron 6,3% a la conscripción, 14,5% al finalizar el

servicio militar, y el 24% después del período de formación. Los valores de incidencia de disminución auditiva fueron 3,7% durante el período de exposición a ruidos no militares y 6,6% durante el servicio militar. El trauma acústico aumentó el riesgo de empeorar el tinnitus y la sensibilidad al ruido cuatro veces, y la posible presencia de una disminución auditiva de alta frecuencia, seis veces. Se observaron valores de prevalencia elevados de tinnitus, sensibilidad al ruido y la pérdida auditiva en el desempeño, en comparación a lo presentado antes del inicio del servicio militar. Observaron un elevado riesgo de disminución auditiva durante el servicio militar, se sugirieron mejoras en cuanto a los criterios de inclusión para el servicio militar, y para la educación sobre el Programa de Conservación Auditiva (HCP). Noise and Health, (2011)

Se registra en Ecuador en 2014 una investigación realizada por Vargas y Torrez sobre la relación entre el ruido de aviación militar y la pérdida de la capacidad auditiva en los trabajadores de mantenimiento de la estación aeronaval (Manta). El trabajo de investigación se llevó a cabo en el hangar y plataforma de vuelo de la Estación Aeronaval, ubicada en la ciudad de Manta, con el objetivo principal de determinar la relación entre el ruido de Aviación Militar y la pérdida de la capacidad auditiva en los trabajadores de mantenimiento en los años 2010, 2011 y 2012, para de esta forma prevenir y controlar las enfermedades generadas por este ruido y evitar las multas consiguientes por falta de medidas preventivas, dado que las estadísticas obtenidas indican que existen trabajadores con enfermedades profesionales derivadas de esta exposición. Vargas y Torrez (2014).

A nivel nacional también hay referencia del impacto del ruido en el ambiente militar y la aviación. En el año 1999 la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), realiza un estudio para determinar el grado de afectación por trauma acústico de los pilotos y navegantes, con el fin de establecer el porcentaje de la alteración en su personal de vuelo tomando un numero representativo de oficiales de vuelo (630), distribuidos por rango, edad y horas de vuelo. El estudio concluye que el 10.6% de los oficiales de vuelo presentaron trauma acústico especialmente los que cuentan con más de 8mil horas de vuelo. Existe una causa efecto entre la exposición al ruido representada en las horas de vuelo y al aumentar el porcentaje de perdidas auditivas, comparando el estudio realizado en 1990, el trauma acústico ha disminuido del 34% al 10,6% en los tripulantes de la fuerza aérea colombiana. Para el estudio del año 1990 se incluyó un menor número de participantes 370, si el número se incrementó en 630 y el trauma acústico ha sido reducido del 34% al 10.6% podría significar una notable disminución de la patología en la década de los noventas, debido a los programas de protección auditiva y la educación que han recibido los integrantes de las FAC en los últimos años. También se concluyó dentro del estudio que se presentó un aumento de uso de protección auditiva del 98% y de protección auditiva de espuma del 81% en personal de vuelo por los óptimos resultados de los mismos. Sánchez y Caputo, (1999).

Se realizó en el año 2000 la investigación sobre los “Posibles efectos del ruido, los cambios de presión atmosférica y la aceleración sobre el sistema auditivo vestibular del personal de vuelo de la Fuerza Aérea Colombiana”, con el fin de brindarles un manejo especial de todos los procesos patológicos que se pueden presentar en pre y post vuelo. La investigación tomo como muestra 31 oficiales pilotos de la base aérea Luis F Pinto de la Fuerza Aérea Colombiana sin antecedentes de patología ótica o

audiológica. Los resultados obtenidos demostraron, el proceso de adaptación auditivo coclear que se presenta en oído interno con la exposición permanente a ruido, a pesar de los cambios a nivel tímpano Oscicular, la movilidad de la membrana timpánica y el oído medio son normales, la aceleración no causo efectos visibles en las pruebas tradicionales en el personal de vuelo que ya ha hecho un proceso de adaptación vestibular. Los resultados del estudio aportaron conclusiones relevantes para mejorar las exigencias sobre los procedimientos que se realizan para obtener la licencia médica de vuelo y así lograr la conservación auditiva ocupacional de la población. En el 100% de los casos cambiaron los resultados post vuelo aunque los sujetos evaluados conservan sus niveles dentro de parámetros de normalidad, se concluye que sus niveles de audición descendieron en frecuencias medias y agudas presentándose la adaptabilidad auditiva. En cuanto a la prueba de voz, los resultados no variaron post vuelo, a nivel de imitación acústica se observaron resultados normales en pre y post vuelo. Páez A, (2000).

Otro estudio, cuyo objetivo fue determinar la asociación entre los resultados de la audiometría Tonal y las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) en pilotos de aviación, la muestra fue de 19 sujetos que asistieron al consultorio del Doctor Álvaro Cogollos Larrarte con el fin de renovar o adquirir la licencia médica de vuelo. Se pudo concluir que en el rango de frecuencias medias existe asociación entre la audiometría tonal y las OEAPD. Se encontró que no existe un número significativo de asociaciones numéricas entre los resultados de la Audiometría tonal y la OEAPD, en los rangos de frecuencias agudas y graves, siendo las OEAPD una prueba con mayor valor predictivo para identificar lesiones sensoriales en pilotos de aviación. Cabe anotar que la muestra estudiada presento un bajo porcentaje de

asociación a nivel de oído derecho. Se observó una semejanza entre la configuración de las curvas audiométricas y el DPgram, en la mayoría de los casos. Se concluyó que las OEAPD pueden ser sugeridas ante la Aeronáutica Civil para ser tenidas en cuenta como una prueba objetiva dentro de la evaluación audiológica. Así el médico especialista en medicina de aviación puede llevar un control más preciso de la labilidad de las células ciliadas externas CCE, sin restar importancia a los procedimientos audiológicos básicos. Este estudio sugiere ser extendido a personal de tierra expuesto a ruido de alta intensidad de tal forma que se incluya dentro de la batería de diagnóstico audiológico. Páez A, (2003)

En 2012 Cepeda y Arrieta realizaron una investigación sobre el estudio de seguimiento de las audiometrías de los años 2009, 2010 y 2011 de los pilotos de las fuerzas militares de Colombia, tomaron la población de pilotos de fuerzas militares que fueron distribuidos en grupos de pilotos de aeronaves de ala fija que correspondió a 47 pilotos y ala rotatoria 155. Encontraron que la frecuencia más alterada en la población total fue la de 6000 Hz, que en los pilotos de ala fija las frecuencias más afectadas fueron las de 4000 Hz y la de 6000Hz, la frecuencia más afectada en los pilotos de ala rotatoria fueron las de 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz, con lo que se concluye que la exposición en los pilotos afecta las frecuencias altas en las audiometrías. Se observó una relación con el número de horas de vuelo y las alteraciones audiométricas encontrándose una alteración en los pilotos entre 1000 y 4000 horas de vuelo en las frecuencias de 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz y una alteración de todas las frecuencias en aquellos pilotos con más de 5000 horas de vuelo en el año 2009, presentando posterior recuperación en los años posteriores sin poder determinar en este estudio las causas de dicha recuperación. Los pilotos de ala

rotatoria presentaron un incremento sostenido en todas las frecuencias en comparación con los pilotos de ala fija. Concluyeron que los pilotos de las Fuerzas Militares, efectivamente son una población en riesgo de sufrir hipoacusia inducida por ruido dependiendo de la aeronave que vuelen y el tiempo en horas de vuelo, por lo que es necesario continuar con los estudios que ayuden a mejor o disminuir el riesgo en esta población. Según la investigación aunque la Dirección de Sanidad de las Fuerzas Militares cuenta con un Programa de Prevención de la hipoacusia neurosensorial este no ha sido implementado en toda la fuerza y en el personal expuesto. Cepeda y Arrieta, (2012).

En 2013 Vásquez Quintero realizó un estudio sobre el perfil epidemiológico de la hipoacusia en un personal de ala rotatoria de la compañía Guaymaral (Policía Nacional de Colombia). En este estudio descriptivo observacional se tomó una muestra de la Compañía Aérea de Guaymaral del Servicio Aéreo de la Policía Nacional de Colombia (Ala Rotatoria); en total fueron 139 los participantes todos varones de los cuales 71% cumplía funciones de vuelo, 29% no cumplía funciones de vuelo, todos en servicio activo y con licencia médica vigente a la fecha. Se tomó en cuenta horas de vuelo, tiempo de servicio, cargos y actividades fuera del trabajo como asistencia a conciertos, discotecas, prácticas de tejo, uso de medios de protección auditiva. Se encontró que del total de la población el 22% presentaban pérdidas auditivas, también se observó que del 29% de participantes que no cumplían funciones de vuelo el 40% presentaba hipoacusia. No se encontró relación estadísticamente significativa con las variables horas de vuelo, tiempo de permanencia en el servicio aéreo, ni tampoco con prácticas en tiempo de descanso.

En conclusión este trabajo muestra prevalencia significativa de hipoacusia relacionada con la exposición laboral solamente en talleres en tierra. Vásquez Q, Rafael (2013).

El medio militar se caracteriza por la presencia de múltiples fuentes productoras de ruido, provenientes tanto de la tierra como los relacionados directamente con vuelo: el ruido es producido por los equipos de las aeronaves, el motor y las plantas de potencia adicionales, los sistemas de transmisión, propulsores, rotores, sistemas hidráulicos, sistemas de alerta y comunicaciones. Igualmente, es producido por la interacción aerodinámica formada por el flujo de aire sobre el fuselaje del avión, las alas y el control de la superficie. La principal fuente de ruido en las plataformas se produce durante las maniobras de despegue y aterrizaje, dentro de las actividades militares se encuentran áreas y labores críticas como la Aviación, en ella el personal de vuelo, personal de plataforma, personal de tránsito aéreo y comunicaciones expuestos a la fuente de riesgo, aviones de ala fija y rotatoria en donde se encuentran ruido continuo y de impacto. Dirección General de Sanidad Militar. Programa de hipoacusia neurosensorial, (2009).

La unidad operativa del Ejército Nacional de Colombia que realiza todas las actividades aéreas, es la División de Aviación Asalto Aéreo (DAVAA). Con la llegada de las primeras aeronaves, tanto aviones como helicópteros, la aviación del ejército requiere un grupo de soldados aviadores capaces de garantizar la seguridad en el mantenimiento. Los suboficiales capacitados en la especialidad de mantenimiento que se forman en la escuela de suboficiales de la fuerza aérea en el año 1995 posterior a la activación del destacamento aéreo se suman a los que con anterioridad se

capacitan en esta misma escuela, estos hombres y mujeres asumen labores de mantenimiento con los primeros aviones asignados al ejército por el consejo nacional de estupefacientes. Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá (2015).

Las unidades de mantenimiento se crean mediante disposición N° 0030 del 1 de noviembre de 2012. Los batallones funcionan en los hangares de mantenimiento de aviación en el fuerte militar de Tolemaida, ubicada en el municipio de Nilo (Cundinamarca) exceptuando el Batallón de Mantenimiento de Aviones N° 1 (BAMAV1) que opera desde el hangar de mantenimiento en Bogotá, cumpliendo funciones de mantenimiento en cada uno de los equipos de vuelo. La misión del BAMAV 1 es efectuar el mantenimiento a las aeronaves de ala fija (aviones) de la aviación del ejército de manera ágil y oportuna, con excelentes estándares de calidad y seguridad, apoyado constantemente de las publicaciones técnicas de las casas fabricantes, para mantener la aeronavegabilidad continuada en apoyo al cumplimiento de las misiones de aviación de la División de Aviación Asalto Aéreo. Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá (2015).

En la recolección de antecedentes de la División de Aviación Asalto Aéreo del Ejército y del Batallón de Mantenimiento de Aviones No 1, BAMAV1, se encontró que en el año 2011 se contrató a las empresas C.I. Conhintec S.A. y Biosolutions Ltda., para ejecutar un estudio de monitoreo de ruido ambiental en la división de aviación, con el fin de determinar los niveles de ruido producidos por las operaciones que se realizan allí y su impacto ambiental, teniendo en cuenta que el campo aéreo y pista de aterrizaje son compartidos con la actividad del Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá, por estar ubicada la división de aviación en medio de las pistas

de vuelo. Dicho estudio se realizó bajo normativas establecidas en la resolución 0627 expedida en el año 2006 por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. C.I. Conhintec S.A. y Biosolutions Ltda. (2011).

Los indicadores obtenidos a partir de las mediciones de ruido ambiental realizadas durante 48 horas continuas en tres puntos de medición en la División de Aviación Asalto Aéreo ubicada en CATAM (Comando Aéreo de Transporte Militar), se encuentran dentro de los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental dados por la resolución 0627, sub sector C es la zona a la cual pertenece el batallón, los decibeles máximos permitidos en el día son de 70dB y en la noche de 60dB, sin embargo se registraron altos niveles de ruido en la noche, provocados en su mayoría por la actividad del Aeropuerto Internacional el Dorado, los cuales tienen un impacto ambiental en las zonas de influencia de sus alrededores. Mediante el análisis realizado por la firma de ingeniería anteriormente referenciada para el estudio de ruido ambiental dentro de la División de Aviación en 2011. En las conclusiones de su estudio refieren: “Es posible inferir que en la zona existe vulnerabilidad para las personas que trabajan allí, las cuales están expuestas a fuentes de ruido correspondientes a las operaciones continuas de despegue y aterrizaje, en su mayoría correspondientes al Aeropuerto el Dorado, al igual que las personas cercanas a la zona de ingreso y salida de las aeronaves de la Brigada de Aviación a la pista, ya que durante la espera de luz verde para ingresar a la pista, se genera un alto nivel de ruido”. C.I. Conhintec S.A. y Biosolutions Ltda. (2011).

Debido al riesgo físico (ruido) al cual está expuesta la población, la División de Aviación Asalto Aéreo del Ejército, cuenta con personal capacitado (Fonoaudióloga)

para realizar la valoración del estado auditivo a través de un control anual y en algunos casos semestral, en las instalaciones del CASCA II (Centro de Alistamiento para el Combate y Seguridad Aérea), a través de la toma de umbrales auditivos aéreos entre 250 y 8000 Hz que se consigna en la ficha de certificación anual que luego es valorada por medicina aeroespacial para su validación y certificación. Esta vía aérea permite evidenciar los descensos auditivos presentes, sin establecer el tipo de alteración ya que no se acompaña de la valoración de la vía ósea; por lo tanto se evidencia la necesidad de ampliar la evaluación con criterios clínicos complementarios, para establecer un diagnóstico que permita identificar el funcionamiento de la vía auditiva periférica y sus posibles lesiones, estableciendo un topodiagnóstico, al igual que valorar de manera objetiva la funcionalidad de las células ciliadas externas mediante la aplicación de pruebas, como las otoemisiones acústicas (OEA), que pueden ser predictivas de una caída en el umbral tonal en fases tempranas o de deficiencias auditivas no identificadas previamente.

Actualmente el Batallón de Mantenimiento de Aviones N0 1 (BAMAV1) no cuenta con registros que pongan en evidencia, el porcentaje de población que presenta algún tipo de alteración auditiva, tampoco factores de riesgo concomitantes a la labor realizada, ni estudios que permitan generar estrategias de protección para la población, ya que la única herramienta con que cuentan es la valoración auditiva por vía aérea que se realiza generalmente de manera anual, la cual no proporciona un diagnóstico completo para determinar el nivel de sensibilidad auditiva y la funcionalidad de las estructuras cocleares, considerando tanto la predictibilidad de las pruebas como la susceptibilidad de la población.

La realización de una investigación orientada a describir los efectos del ruido sobre el estado auditivo del personal de mantenimiento del BAMAV1, permitirá brindar aportes tanto a una institución, emblemática en Colombia, como lo es el Ejército Nacional que aunque ha realizado esfuerzos por preparar de manera efectiva a su personal desde la práctica militar, no cuenta con instrumentos documentales acerca de la situación de salud auditiva de sus funcionarios, al igual que aporta al conocimiento científico tanto para el área ocupacional como la audiología clínica, al evidenciar la inminente necesidad de complementar los estudios laborales con pruebas objetivas y específicas que determinen de manera oportuna, las condiciones auditivas de sus trabajadores, en el campo de las fuerzas militares orientadas a la aviación.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario complementar el estudio audiológico de la población en riesgo del BAMAV 1 para emitir un diagnóstico clínico que dé cuenta tanto del estado y funcionalidad del sistema auditivo, así como los factores de riesgo concomitantes a dicho grupo poblacional, aplicando pruebas audiológicas comportamentales como la Audiometría Tonal para determinar los umbrales auditivos y pruebas objetivas como las Otoemisiones Acústicas producto de distorsión (DPOAE) para establecer el estado y funcionalidad de las células ciliadas externas que son las primeras en lesionarse por exposición a ruido y así generar alerta y medidas de prevención frente a una latente posibilidad de pérdida auditiva.

Es importante también, recopilar información relevante acerca de los hábitos auditivos, otológicos, de salud, extra auditivos, recreativos, entre otros, que afecten de manera asociada, a la incidencia de pérdidas auditivas en personal expuesto a

factores de riesgo durante su ejercicio laboral. El conocimiento de estos factores, permite implementar programas orientados a controlar los efectos nocivos que intervienen incluso, desde los inicios del ejercicio laboral y que deben ser controlados durante la permanencia en el puesto de trabajo.

Esta investigación pretende aportar estrategias para mejorar las exigencias sobre los procedimientos que se deben realizar para diagnosticar de manera oportuna, las alteraciones auditivas producidas por factores de riesgo físico ruido y propender por mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores de manera integral e interdisciplinar del personal de mantenimiento de aviación.

De lo anterior, surge la pregunta de investigación ¿Cuáles son las características auditivas y los factores asociados a pérdidas auditivas del personal del BAMAV1 expuesto a ruido laboral?

Objetivos

Objetivo General:

Caracterizar el estado auditivo del personal del BAMAV 1 de la División de Aviación Asalto Aereo del Ejército expuesta a ruido y la presencia de factores de riesgo asociados a pérdidas auditivas.

Objetivos Específicos:

1. Describir los hábitos auditivos y extraauditivos asociados a pérdidas auditivas del personal del BAMAV 1 con el fin de establecer factores de riesgo concomitantes a su actividad laboral.
2. Establecer los umbrales mínimos de audición y su relación con la funcionalidad de las células ciliadas externas para obtener un diagnóstico preciso del estado auditivo del personal del BAMAV 1.
3. Proponer estrategias de promoción en salud auditiva que minimicen la presencia y/o incremento de pérdidas auditivas.

Justificación

El sonido está presente en nuestra vida diaria y rara vez valoramos su importancia a pesar que incluso en ocasiones, nos alerta de situaciones peligrosas. A su vez, la audición es uno de los sentidos fundamentales del proceso de socialización del ser humano y nos posibilita la comunicación. El ruido es el sonido no agradable, generalmente intenso, que provoca múltiples efectos nocivos entre ellos, la pérdida de la capacidad auditiva, siendo ésta una de las consecuencias más impactantes en la calidad de vida de una persona.

La relación ruido-hipoacusia está bien documentada desde la teoría y evidenciada en los diferentes contextos laborales, según cita la OMS: La pérdida de la capacidad auditiva es la causa de cerca de un tercio de las enfermedades relacionadas con el trabajo, siendo además una de las enfermedades profesionales más “costosas” en Europa. Los informes de costos ofrecidos por la Agencia Europea para la Seguridad y Salud revelan que ésta sigue siendo una de las enfermedades profesionales más latentes, suponiendo desde 1999 un gasto superior al 10% del costo total de enfermedades profesionales. Miño, Versoto M (2011). Dos autores mencionan que cualquier persona expuesta a ruido de forma repetida, puede desarrollar una hipoacusia progresiva al cabo de los años, la pérdida auditiva empieza en la zona extraconversacional y, por tanto, no es percibida por el paciente, a menudo el síntoma inicial es el acúfeno que suele presentarse al término de la jornada laboral. En fases posteriores, se inicia la pérdida de comprensión del lenguaje oral, sobre todo en ambientes ruidosos, hecho que origina la comprensión de la alteración auditiva por parte del afectado y la búsqueda de soluciones imposibles ya en ese estadio, si la

agresión no cesa, sobreviene distorsión de los sonidos y aún sensaciones de inestabilidad. Gaynes y Goñi, (1986).

Según la Sociedad Chilena de Medicina de Aviación y del Espacio, el crecimiento de las actividades aéreas ha contribuido a la generación y propagación de altos niveles de ruido que asociado al aumento significativo del número de personas que laboran o se exponen en esta área, crea una población con riesgo auditivo importante. Entre esta población de riesgo se destacan pilotos, tripulantes, personal de apoyo en tierra, radio operadores, todos expuestos al ruido generado por los motores y turbinas de las aeronaves. Vale destacar que los sistemas de propulsión usados por las aeronaves proporcionan uno de los más intensos ruidos. A modo de ejemplo, en 528 naves de hélice fija el nivel promedio alcanzado fue 95 dB, en 65 naves de hélice rotatoria el nivel fue 100 dB, por lo mismo, este riesgo tan notorio ha desencadenado una gama de estudios y diseño de sistemas de prevención, protección y control, destinados todos a la disminución del daño en las personas involucradas directa o indirectamente Sociedad Chilena de Medicina de Aviación y del Espacio, (2011).

Por otra parte este ruido perjudicial, se va a encontrar tanto en las cabinas de las aeronaves como en su exterior, afectando tanto a pilotos como al personal de línea en tierra que atiende las aeronaves, los altos niveles de exposición a ruido ocurren dentro de las aeronaves como fuera de estas, esta última situación se produce fuera del avión antes y después de cada operación de vuelo. Checure, C.(2011).

Los trabajadores sometidos a ruido, entendido éste como todo sonido que interacciona e interfiere en la calidad de vida del ser humano y que puede afectar su

salud, caracterizado como un sonido molesto, desagradable o insoportable que representa un riesgo laboral ya que puede dañar la audición comprometiendo estructuras nerviosas del oído en forma categórica y permanente, deben aplicar las normas del sistema de seguridad operacional de la entidad y utilizar los elementos de protección auditiva desde el inicio de la exposición. Sociedad Chilena Medicina de Aviación y del Espacio, (2011).

El crecimiento de las actividades aéreas ha contribuido a la generación y propagación de altos niveles de ruido que, asociado al aumento significativo del número de personas que laboran o se exponen en esta área, crea una población de riesgo auditivo importante. Revista Cubana de Salud y Trabajo (2016)

Entre esta población de riesgo se destacan pilotos, tripulantes, personal de apoyo en tierra, radio operadores todos expuestos al ruido generado por los motores y turbinas de las aeronaves.

La unidad operativa del Ejército Nacional de Colombia que realiza todas las actividades aéreas, es la División de Aviación Asalto Aéreo (DAVAA), creada el 3 de septiembre de 2009 mediante disposición número 0037 del comando del ejército nacional, aprobada por la disposición 049 del 6 de octubre de 2009 del comando general de las fuerzas militares y por resolución 5010 del 18 de noviembre de 2009 del ministerio de defensa, recibe el nombre de División de Aviación Asalto Aéreo del Ejército Nacional. Escuela de Aviación Ejército Bogotá, (2016).

La DAVVA ejecuta operaciones de combate con el fin de atacar con rapidez, oportunidad y seguridad, sobre grandes distancias, en terreno restrictivo, esta organización aumenta la potencia de fuego y garantiza la flexibilidad y celeridad para moldear el campo de combate y obtener la sorpresa. El fortalecimiento de la aviación del ejército se ve reflejado inicialmente en el incremento de la flota de aeronaves, durante la primera década del siglo XXI con recursos propios asignados por el gobierno nacional, además de los pocos con los que ya se contaban y se adquirieron a partir del año 1997 para utilizarse en apoyos a las unidades del ejército nacional en la lucha contra los grupos armados ilegales que delinquen en el país. De la misma manera ocurre con el incremento en la selección de personal de las demás armas de la fuerza para integrar la aviación del ejército. Escuela de Aviación del Ejército Bogotá, (2015).

El BAMAV 1 es un batallón del Ejército de Colombia, División de Aviación, conformado por 158 personas, militares (soldados aviadores) divididos por rangos, oficiales que conforman la línea de mando de la unidad, suboficiales y soldados profesionales (SLP), que en su gran mayoría integran la línea de mantenimiento y cumplen funciones de vuelo como tripulantes de aviones y en menor número se encuentran, trabajadores oficiales que realizan labores administrativas. Se entiende como soldados aviadores: a todo el personal militar o civil que labora para el Ejército Nacional de Colombia y que se encuentra asignado a una unidad de aviación. Se entiende por tripulantes: a individuos instruidos, entrenados y calificados que hacen parte de una tripulación y que desde otras estaciones de vuelo sin acceso a los controles coadyuvan a la operación segura y eficaz de una aeronave. (Directiva 020 de 2012).

Dicha unidad se encarga del mantenimiento de las aeronaves de ala fija de la División de Aviación del Ejército, de manera programada según las horas de vuelo o de imprevisto por las fallas que las mismas pueden presentar. Según Bastidas, los integrantes de la línea de mantenimiento alrededor de 110 militares (Suboficiales y SIp), son los más expuestos a ruido, tal personal está dividido en diferentes secciones, cada una de ellas desempeñando una labor específica según su especialidad Bastidas, R (2016)

Por su labor en el área de mantenimiento de aeronaves, el personal está expuesto a diferentes riesgos entre los que se destaca el ruido, que está directamente relacionado e inmerso dentro de la actividad laboral que se desempeña en el BAMAV1, dicho riesgo está presente de manera significativa en las jornadas laborales de 44 horas semanales o dependiendo de los requerimientos de la unidad. La edad de los funcionarios que conforman la línea de mantenimiento del batallón oscila entre 21 a 42 años aproximadamente, con tiempo de servicio en dicha unidad de entre 1 y 17 años.

El propósito de la investigación es, en primera medida, identificar hábitos auditivos, riesgos auditivos, medidas de control y estado auditivo del personal de la línea de mantenimiento, teniendo en cuenta que posiblemente a mayor antigüedad mayor tiempo de exposición y por ello se presume más probabilidad de lesiones de las Células Ciliadas Externas.

Rutinariamente éste personal es evaluado a través de tamizajes auditivos, pruebas que son realizadas anualmente en el Centro de Alistamiento para el combate y

seguridad aérea CACSA II ubicado en el campo aéreo del ejército José Joaquín Matallana en CATAM.

Sin embargo, se observa la necesidad de la aplicación de pruebas complementarias a la evaluación realizada actualmente dentro del programa de Medicina de Aviación, la cual, ha sido creada como una de las ciencias de soporte para el factor Humano en Aviación, brinda al piloto y al tripulante el cuidado médico, y vigila su condición médica a través de unos programas y de una estructura organizativa cuya finalidad es dar el tratamiento oportuno correctivo y reparativo conforme a los principios éticos, jurídicos y laborales el Ejército Nacional, (Directiva permanente 020 de 2012).

A nivel internacional se encuentran entidades dedicadas a monitorear y establecer normas en pro de la salud de los trabajadores como la OMS (Organización Mundial de la Salud), en Estados Unidos, la NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) y la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional), en Europa la EU_OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo) y la OPS (Organización Panamericana de la Salud) en América Latina. En Colombia existen diversas normas y leyes que rigen, las acciones a nivel de salud ocupacional y control del ruido, dicho aspecto se especifica con más detalle en el capítulo de marco de referencia, uno de los más importantes es el decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo y la GATISO, Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia GATISO, (2006).

De acuerdo con la OMS en 2011, la salud ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante

la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Desde el aspecto ocupacional tal y como se expone en la GATISO se recomienda realizar evaluación auditiva pre ocupacional, de seguimiento y post ocupacional, que explore adicionalmente las condiciones individuales relacionadas con hipoacusias, y otras actividades asociadas con los hobbies y hábitos personales, así como la exposición a sustancias químicas y a vibración.

Para la evaluación auditiva se indica audiometría tonal realizada por personal calificado y en cumplimiento de los estándares de calidad. Deben examinarse las frecuencias de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz en cada uno de los oídos. Las audiometrías pre y post ocupacionales se realizan bajo las mismas condiciones, con reposo de mínimo 12 horas, no sustituido por uso de protectores auditivos. Las de seguimiento deben ser realizadas al terminar la jornada laboral o bien adelantada la misma, con el fin de detectar descensos temporales en los umbrales auditivos. Es indispensable disponer de la evaluación audiométrica preocupacional, para determinar cambios en los umbrales.

Actualmente el batallón (BAMAV 1), no cuenta con registros específicos de investigaciones o estudios frente a la salud auditiva de sus funcionarios, pues es una unidad relativamente nueva en el ámbito aeronáutico (2012), en constante crecimiento y fortalecimiento. Ésta será la primera investigación en el área de Audiología realizada en el batallón, dejando interés para su continuación en el área de seguridad operacional, que es la encargada de la salubridad a nivel laboral dentro de la unidad,

así como en el personal de mando, administrativo y operativo y que puede referenciarse en otras unidades de la División de Aviación.

Es pertinente y necesario realizar esta investigación con el fin de fundamentar la importancia de la utilización de pruebas especializadas y complementarias como alternativa para evitar y /o detectar de manera precoz, posibles alteraciones que conlleven a futuras pérdidas auditivas, restricciones en el desempeño laboral, juntas médicas laborales y como consecuencia pago de indemnizaciones que generen sobre costos a la institución militar.

Así mismo, pretende contribuir con la construcción de registros documentales y estudios específicos que caractericen las necesidades específicas de la población tanto a nivel auditivo como el requerimiento de generar estrategias para fortalecer acciones de mitigación de riesgos, según la caracterización que actualmente se desconoce y que es de vital importancia para disminuir el sesgo científico en esta área relevante tanto para la seguridad nacional como para cumplir con las políticas internacionales de prevención de hipoacusias, especialmente, las inducidas por ruido.

Capítulo 2. Marco de Referencia

El medio militar se caracteriza por la presencia de múltiples fuentes productoras de ruido, provenientes tanto de la tierra como los relacionados directamente con vuelo: el ruido es producido por los equipos de las aeronaves, el motor y las plantas de potencia adicionales, los sistemas de transmisión, propulsores, rotores, sistemas hidráulicos, sistemas de alerta y comunicaciones (DISAN, 2009) y en el personal afectado se destacan los pilotos, tripulantes y personal de apoyo tanto en vuelo como en tierra. El crecimiento de las actividades aéreas ha contribuido al aumento significativo del número de personas que están expuestas al ambiente laboral relacionado con el área de mantenimiento.

Este ruido aeronáutico enfrenta a la medicina, en su rol preventivo, con la tarea de resolver la incidencia creciente de pérdida auditiva en las personas expuestas a este riesgo laboral, por cuanto la audición combinada con el habla, permiten al hombre la comunicación, intercambiar ideas, conocimientos y experiencias, además de alertarnos ante situaciones de peligro, o estar despiertos o dormidos. La pérdida de la capacidad auditiva incide directamente en la calidad de vida de las personas, por las limitaciones funcionales y psicológicas en su interacción con la sociedad, así mismo, en la seguridad aeroespacial. La contaminación acústica es especialmente crítica en ambientes laborales de aviación, donde la generación del ruido responde a las características de las fuentes, diferenciando en este caso, las fuentes móviles como las aeronaves y las no móviles como equipos de mantenimiento. Vargas, M (2014).

Las actividades de vuelo generan y propagan altos niveles de ruido, sobre los 100dB y a pesar que el perfeccionamiento tecnológico de las aeronaves ha logrado

disminuir el ambiente ruidoso de las cabinas, se continúa observando en sus tripulaciones una elevada incidencia de sordera selectiva de los sonidos de tonalidad aguda y de alta frecuencia. En estudios hechos por el centro de medicina aeroespacial (CEMAE) de la FACH (Fuerza Aérea Chilena), demostraron que solo un 32% de 612 sujetos presentan audición normal, el resto presentan daño auditivo de diversa severidad. El porcentaje de daño auditivo se encuentra focalizado mayormente en los pilotos de transporte comerciales civiles, con un 54%, seguido por los pilotos de la FACH (Fuerza Aérea Chilena) y los tripulantes de cabina civiles. Sociedad Chilena de Medicina de Aviación, (2012)

En el BAMAV I, Las actividades que desempeña el personal militar expuesto a ruido son: estructuras que incluyen cortes de lámina, remaches, pegado de piezas, pruebas no destructivas, reglaje de superficies, reparaciones mayores, servicios e inspecciones programadas, cumplimiento a órdenes de ingeniería; en la sección de Pinturas que es una subespecialidad de estructuras, el personal se encarga de pintar las piezas según los requerimientos y pruebas no destructivas; La sección de hidráulicos, es un taller especializado en servicios programados, inspecciones mayores overhaul de trenes de aterrizaje de los diferentes equipos del batallón, servicio a componentes tales como bombas hidráulicas, cilindros, actuadores y válvulas; la sección de motores que realiza mantenimiento, reglajes del motor inspecciones y servicios programados HSI (inspección a la sección caliente del motor), lavado de inyectores, compresores y servicios en el área de operaciones, sección de aviónica y eléctricos, es una especialidad compleja con personal con mucha experiencia en electrónica y en conocimiento de la cabina del avión, calibración y reparación de instrumentos, pruebas a los sistemas pitot estáticos de la aeronave,

calibración de brújulas, altímetros y aéreo industrial, la sección en crecimiento donde se crean piezas para las aeronaves después de estudios previos, se realiza cumplimiento a orden de ingeniería, reparación o reconstrucción de piezas metálicas, construcción de bancos, chazas y elementos para ETTA. Bastidas, R. Coronel división de aviación, BAMAV N° 1, Ejército Nacional (2016).

La medicina aeroespacial, está basada en un campo multidisciplinario donde se una la clínica, la medicina de emergencia, la medicina preventiva y ocupacional, enmarcada dentro de la directiva 0153 de 2015 que rige las normas para la selección de los aspirantes a cursos en las diferentes especialidades de aviación del ejército y de la directiva 020 de 2012 que estandariza normas y proyección de la especialidad de medicina de aviación del arma de aviación del ejército. (Directiva 020 de 2012 Aviación Ejército).

La exposición excesiva a ruido es una de las causas más frecuentes de los trastornos de audición. Se ha estimado que en el mundo más de 500 millones de personas podrían estar en riesgo de sufrir una Pérdida Auditiva Inducida por Ruido (PAIR) Luxon en Alberti en Sliwinska-Kowalska& Davis, (2012).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la pérdida de audición es una de las seis principales contribuyentes a la carga de la enfermedad en los países industrializados. Es necesario tener en cuenta que también podría afectar en actividades como el descanso, la calidad del sueño y la comunicación (Prudente & Andrade, 2006). Además, la discapacidad auditiva constituye una de las principales limitaciones en el desempeño laboral de los afectados. Por lo tanto, la pérdida de la

audición no sólo afecta a la salud, sino que también es un importante problema social Sliwinska-Kowalska et al., (2012).

El estudio de la fisiopatología de la PAIR ha evidenciado que las alteraciones iniciales se presentan en la base de la cóclea. Es por ello que las primeras frecuencias afectadas son las agudas, específicamente entre los 3 kHz a 6 kHz más aún, el daño no se produce de forma homogénea en las células ciliadas, pues el ruido traumático provoca mayor lesión en las células ciliadas externas (CCE) que en las células ciliadas internas (CCI). (Goelzer, Hansen & Sehrndt, 2001).

Cuando el oído se ve expuesto a ruido traumático no sólo se afectan las células ciliadas, sino también la organización del órgano de Corti y su función. Goelzer et al., (2001); Penna, Bolzachini, Drobina, Fisher, Pereira, Orielli, Tiveron, Misorelli, Fantazzini, Griogolento, Machado, 2003; Sliwinska-Kowalska et al., 2012). Incluso, si el sonido es lo suficientemente intenso, además de producirse una alteración física de la cóclea, otras estructuras también pueden ser dañadas, tales como la estría vascular y las células de soporte. Algún tiempo después de la muerte de células ciliadas también se puede producir un daño a nivel neural. Penna et al., 2003; Goelzer et al., (2001). En relación a la etiología de la PAIR, se cree que es una enfermedad compleja que resulta de la interacción entre los factores intrínsecos como los antecedentes familiares y extrínsecos o ambientales, como la exposición a ruido.

Así mismo se evidencia que a nivel internacional existen organizaciones encargadas de velar por el buen comportamiento del sistema auditivo en los trabajadores, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es el Organismo

de las Naciones Unidas (ONU) especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial, entidades que promueven y direccionan la normatividad para la salud en el trabajo como en Estados Unidos la NIOSH (instituto nacional para la seguridad y salud ocupacional) y la OSHA (administración de seguridad y salud ocupacional), en Europa la EU_OSHA (agencia europea para la seguridad y salud en el trabajo. La OPS (Organización Panamericana de la Salud) que es el organismo de salud del sistema interamericano, dedicada a controlar y coordinar políticas que promuevan la salud y el bienestar en los países Americanos. Estas entidades conocidas a nivel mundial por su desempeño y aporte a las industrias y sus trabajadores para protección y prevención de la salud en el trabajo.

A nivel nacional, la legislación colombiana mediante un marco legal establece varias leyes frente al control de ruido, medidas acústicas y salud ocupacional tales como: La resolución 2400 de 1979 establece algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo específicamente en su capítulo IV de los ruidos y vibraciones. (Ministerio de trabajo y seguridad social 1979). La resolución 8321 de 1983 por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos: en su capítulo II del ruido ambiental y sus métodos de medición, en su capítulo III normas generales de emisión de ruido para fuentes sonoras el capítulo IV menciona las normas especiales de emisión de ruido para algunas fuentes emisoras, el capítulo V enuncia aspectos relacionados con la protección y conservación de la audición por la emisión de ruido en los lugares de trabajo, estableciendo medidas de protección para quienes, de manera cotidiana cohabitan con el factor de riesgo a nivel ambiental. Ministerio de Salud, (1983).

El Decreto 614 de 1984 en su artículo 30 contiene los programas de salud ocupacional con los subprogramas de medicina preventiva y medicina del trabajo, así mismo el programa de higiene y seguridad industrial (Presidencia de la Republica 1984). La resolución 1016 que trata de los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo y cada uno con sus aplicaciones clínicas Ministerio de Trabajo Seguridad Social y Salud (1989). Así mismo la resolución 1792 de 1990 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social por la cual se adoptan los valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.

También en el año 2006 se redacta la GATISO guía de atención integral basada en la evidencia con el objetivo de emitir recomendaciones para el manejo integral de la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo. La resolución 2346 de 2007 por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales, con la obligación de los empleadores de organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de salud ocupacional (Ministerio de Protección social). La resolución 1918 de 2009 (Ministerio de Protección Social) por la cual se modifican los artículos 11: contratación y costo de las evaluaciones médicas ocupacionales y de las valoraciones complementarias y 17: custodia y entrega de las evaluaciones médicas ocupacionales y de las historias clínicas ocupacionales de la resolución 2346 de 2007 y se dictan otras disposiciones. La Ley 1562 de 2012 por la que se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Existe El Decreto 1477 tabla de enfermedades laborales con el artículo 4° de la Ley 1562 de 2012, define como enfermedad laboral aquella que es contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador

se ha visto obligado a trabajar (Ministerio de Trabajo). El Decreto 1507 de 2014 calificación de enfermedades laborales, capítulo 9 deficiencias auditivas (Ministerio de Trabajo). Así mismo el decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo (Ministerio de Trabajo).

En el caso de la GATISO para la HNIR (Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido) en el lugar de trabajo, considera que las personas mayormente afectadas, se desempeñan en diversos oficios e industrias así como el número estimado de personas afectadas por HNIR aumento de 120 millones en 1995 (WHO, 1999; WHO 2001) a 250 millones en el mundo. Igualmente alta incidencia en el servicio militar (Kryter, 2004). En el año 2004 (Smith, 2004), cifras de EE.UU, dan cuenta de más de 10 millones de trabajadores con pérdidas en el umbral auditivo superiores a 25dB. De igual manera en la unión europea en el año 2000 el 28% de los trabajadores reportaron que por lo menos durante la cuarta parte de su tiempo se encontraban ocupacionalmente expuestos a ruido lo suficientemente intenso como para evitar que pudieran tener una conversación (lo que equivale a unos niveles de ruido de aproximadamente 85 a 90 dB), EASHW.2000 GATI HINR, (2006)

La hipoacusia causada por la exposición a ruido es uno de los principales problemas de salud en los trabajadores, siendo la tercera causa de consultas más frecuentes ,además, es la principal causa de indemnizaciones y pensiones otorgadas por las instituciones, representando el 80% de las incapacidades permanentes por enfermedades profesionales (Otálora et al., 2006). Se ha demostrado que la exposición constante a altos niveles de ruido no sólo trae como consecuencia la pérdida auditiva, sino que también reduce la capacidad de concentración,

incrementando por tanto el costo de realizar una actividad en específico. A su vez, predispone al trabajador a un estado más “irritable” luego de la actividad laboral, impidiendo un descanso y recuperación adecuados. De esta forma limita la vida diaria, a causa de las dificultades para escuchar en reuniones sociales, conflictos en cuanto al volumen de la radio o la televisión, o problemas en la discriminación de palabras en presencia de ruido ambiente Otárola et al., (2006).

La hipoacusia laboral inducida por ruido es una patología de gran relevancia dentro de los problemas de salud ocupacionales. Su tratamiento conlleva un alto costo económico para las empresas de riesgos laborales y un gran desgaste en la calidad de vida de los trabajadores afectados (Otárola et al., 2006). La dificultad auditiva causada por el ruido puede tener efectos significativos en su empleo, sus interacciones sociales y sus interacciones familiares. Los trabajadores pueden experimentar problemas que van desde tinnitus a la dificultad en la detección y reconocimiento de sonidos en la configuración de ruido de fondo. Este problema se puede poner en peligro su capacidad para detectar señales de advertencia, para discriminar entre diferentes frecuencias, para comprender el habla y para localizar las fuentes de sonido Vargas, M (2004).

El ruido es uno de los peligros laborales más comunes. En Estados Unidos, por ejemplo, más de 9 millones de trabajadores se ven expuestos diariamente a niveles de ruido medios de 85 decibelios. Estos niveles de ruido son potencialmente peligrosos para su audición y pueden producir además otros efectos perjudiciales. Existen aproximadamente 5,2 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido aún mayores en entornos de fabricación y empresas de agua, gas y electricidad, lo

cual representa alrededor del 35 % del número total de personas que trabajan en el sector de fabricación en Estados Unidos. Los niveles de ruido peligrosos se identifican fácilmente y en la gran mayoría de los casos es técnicamente viable controlar el exceso de ruido aplicando tecnología comercial, remodelando el equipo o proceso o transformando las máquinas ruidosas. Pero con demasiada frecuencia, no se hace nada. Hay varias razones para ello. En primer lugar, aunque muchas soluciones de control del ruido son notablemente económicas, otras son muy caras, en particular cuando hay que conseguir reducciones a niveles de 85 u 80 dB. Esto es de lamentar, porque la pérdida auditiva inducida por ruido llega a ser permanente y, sumada a la que se produce a consecuencia de la edad, puede dar lugar a cuadros de depresión y aislamiento en personas de mediana edad y mayores. Las medidas preventivas deben tomarse antes de que comience la pérdida auditiva. Angulo A, Burgos J (2000).

Tipos de ruido

Según la forma de presentación temporal, los ruidos se clasifican en: *Continuos*: cuando el nivel sonoro es prácticamente constante a lo largo del tiempo, como por ejemplo el ruido producido por un ventilador o un compresor; *Intermitentes*: cuando el nivel sonoro varía en grados bien definidos, de duración relativamente larga. Un ejemplo podría ser el ruido de una sierra de cinta o máquina/herramienta en la que se distinguen claramente las fases del ruido correspondientes al funcionamiento en vacío y durante el trabajo; *Variables*: cuando el nivel sonoro varía de forma continua en el tiempo sin seguir ningún patrón definido, por ejemplo, en un taller de reparaciones mecánicas. *De impacto o impulsos*: cuando el nivel de ruido presenta picos de alta

intensidad y muy corta duración, por ejemplo el ruido de las prensas de corte. Vargas, M, Guayaquil, Ecuador (2014).

La Sociedad Chilena de Medicina de Aviación realiza la clasificación del ruido por frecuencia:

Banda Ancha: Constituido por una amplia gama de frecuencias. Este ruido se encuentra en motores de combustión interna y en la industria en general.

Banda Angosta: Constituido por una gama reducida de frecuencias, como el ruido encontrado en herramientas, sierras ventiladores y algunos tipos de sistemas de propulsión de aeronaves modernas.

De Impulso o Impacto: Constituido por presencia transitoria y repentina de un ruido de alto nivel. Se presenta en martillos neumáticos, detonaciones, disparos.

Los efectos fisiológicos que el ruido provoca en el oído son: *Hipoacusias* definidas como la disminución de la agudeza auditiva que puede afectar todas las frecuencias audibles o selectivamente los tonos graves o los agudos. Las Hipoacusias o pérdida de la percepción de los sonidos según su origen, se clasifican en: Hipoacusia de Transmisión: causada por una alteración en el oído externo o medio. *Hipoacusia Neurosensorial:* causada por alteración del oído interno, nervio auditivo y/o vías acústicas centrales dentro de las cuales se clasifican las *Hipoacusias Inducida por Ruido:* existen diversos agentes nocivos en el ambiente laboral que podrían interferir en el óptimo funcionamiento del sistema auditivo y las *Hipoacusias Mixtas:* si la

alteración afecta al oído medio e interno simultáneamente. Vargas, M, Guayaquil, Ecuador (2014).

Las pérdidas auditivas, pueden generar algunos fenómenos acústicos, tales como *Fatiga auditiva*: respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada (>87 dB), que se manifiesta con una elevación temporal del umbral de audición persistente después de haber cesado la emisión del ruido. *El 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 de reclutamiento. Vargas, M, Guayaquil, Ecuador (2014).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2010), en la recomendación 194, plantea una lista de las enfermedades profesionales y sus causas. De los agentes químicos se conocen diversos solventes que son potencialmente ototóxicos. Dentro de los agentes físicos, el ruido es el único en la lista que puede afectar a la audición.

La influencia de las sustancias ototóxicas ejercen un efecto nocivo, de carácter permanente o temporal, sobre el oído interno. La exposición a estas sustancias puede dar lugar a alteraciones del oído interno, afectando tanto al sentido de la audición (disminución de la capacidad auditiva o hipoacusia neurosensorial, zumbidos de oídos o acúfenos), como al del equilibrio, náuseas, vértigo.

La exposición diaria durante 8 horas a niveles de ruidos mayores o iguales a 85 dB (A) ponderados, se asocia a la pérdida permanente de la audición. Goelzeret *al.*, (2001). En una jornada laboral de dicha duración, la exposición a ruido prolongado de alta intensidad produce un desplazamiento temporal del umbral auditivo. Las células ciliadas externas se fatigan por el excesivo estrés metabólico generado por la exposición a ruido prolongado, por lo que la persona afectada tendrá una disminución de la audición. No obstante, esta situación suele ser transitoria por lo que luego de un reposo auditivo las células ciliadas podrán recuperarse y la audición mejorará. Sin embargo, cuando la exposición a ruido se produce a diario en una jornada de 8 horas, la recuperación de las células ciliadas externas no es completa, y se va generando un cambio permanente en el umbral auditivo Goelzeret *al.*, (2001).

Estos cambios fisiológicos del sistema auditivo provocan un daño permanente a las células ciliadas, con el carácter de hipoacusia. La hipoacusia ocupacional afecta principalmente la capacidad del individuo para interactuar tanto en el trabajo como socialmente. Estas dificultades comunicacionales pueden llevar al aislamiento social lo que impacta directamente en su calidad de vida (Minsal, 2011).

En los últimos años se ha puesto énfasis en una visión más holística del estudio del lugar de trabajo. En el análisis se considera una combinación de factores físicos, químicos, biológicos y elementos que se relacionan con la salud y el bienestar de los trabajadores. Basado en este enfoque, se generan las iniciativas para investigar los efectos combinados de la exposición laboral al ruido y otros factores nocivos en la audición. En particular, es la interacción potencial (y posiblemente sinérgica) entre el ruido y las sustancias químicas, lo que se plantea como un nuevo reto para los

investigadores del área Morata, Fiorini, Colacioppo, Willingford, Krleg, Dunn, Gozzoli, Padrao & Cesar, (1997).

La OMS identifica efectos del ruido sobre el sueño a partir de 30dB (A), interferencias en la comunicación oral por encima de los 35dB (A), perturbaciones en el individuo a partir de los 50dB (A), efectos cardiovasculares por exposiciones a niveles de ruido de 65 a 70dB (A), una reducción de la actitud cooperativa y un aumento en el comportamiento agresivo por encima de 80dB (A), así mismo existe una relación entre exposición a ruido, alteraciones hormonales y desequilibrio en el sistema endocrino e inmune. Estos efectos extra auditivos están mediados por una reacción de estrés como respuesta a la contaminación acústica, como lo haría ante cualquier agresión de tipo físico o psíquico. Se definen los efectos extra auditivos como todos aquellos efectos que interfieren a la salud y al bienestar del sujeto y que son causados por exposición al ruido con exclusión de los efectos producidos directamente sobre el aparato auditivo o sobre la audición. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, Madrid (2010).

Así mismo se encuentran diversos estudios relacionados con los efectos del ruido en el ambiente laboral, como el realizado en Venezuela, que es un estudio de efectos del ruido por exposición laboral, de corte descriptivo que tomó 122 trabajadores expuestos en forma crónica a niveles elevados de ruido en la zona industrial de la victoria, estado Aragua, Venezuela; Los resultados mostraron que el 65 % de los trabajadores presentaron afectación en el área de comunicación social, la presencia de manifestaciones auditivas como tinnitus y dolor fueron frecuentes, pero se presentaron de manera tardía, existiendo pérdida de la audición de carácter irreversible. Las manifestaciones extra auditivas fueron referidas por el 70,4% de los

trabajadores, el insomnio, la irritabilidad y la cefalea son las más frecuentes. Revista Salud de los trabajadores, Vol.3, N°2, Julio de 1995, Caracas, Venezuela.

En el año 2010 en Madrid, España, se realiza un estudio de revisión sobre la evidencia de la relación entre exposición profesional al ruido y efectos extra auditivos no cardiovasculares; su objetivo fue conocer el nivel de existencia evidente sobre los efectos extra auditivos de la exposición profesional a ruido, relacionados con alteraciones bioquímicas, efectos neuropsicológicos, salud reproductiva y accidentes de trabajo, mediante el análisis sistemático de la producción científica entre 1995 y 2008. Encontraron un alto nivel de evidencia (1+), para influencia de la exposición profesional al ruido sobre el incremento de la secreción de cortisol y noradrenalina, fatiga y disminución del rendimiento, funciones cognitivas y memoria, disminución en la calidad del sueño, estrés, irritabilidad y percepción de malestar. Con nivel de evidencia (2++), se relacionó la exposición profesional al ruido con la accidentalidad laboral. Estas revisiones coinciden con las utilizadas anteriormente por Smith y Butler Smith AP y COLS 1991 y Butler MT y COLS (1999).

Una investigación de Salazar, referida a la comparación de otoemisiones acústicas producto de distorsión en individuos expuestos y no expuestos a ruido ocupacional, donde se compararon las amplitudes de las OEAPD de 36 individuos entre 20 y 30 años de edad, expuestos a ruido ocupacional por un periodo mínimo de un año, que usaron protectores auditivos durante su jornada de trabajo, con las amplitudes de las OEAPD de 36 individuos entre 20 y 30 años de edad no expuestos a ruido ocupacional. A cada uno se les realizó un estudio consistente en: otoscopia, audiometría clínica, impedanciometría y OEAPD. Los resultados manifiestan que las frecuencias más afectadas corresponden a 5 y 6 KHz, según descriptivo en

frecuencias, en oído derecho el comportamiento de las medias de las amplitudes de las OEAPD tanto en el grupo de estudio control, tiende al descenso a medida que aumenta la frecuencia; el rango de variación de las medias para el grupo de estudio es el doble del grupo control, fluctuando entre 5,888(2000Hz) y 7,833 (6000Hz); para el grupo control esta variación es menor, desde 8,861 (2000Hz) a 2,333 (6000Hz). Al comparar las distintas frecuencias, las variabilidades expresadas a través de la desviación estándar son relativamente altas. En oído izquierdo, la tendencia de las medias de las amplitudes de las OEAPD es similar a la del oído derecho, exceptuando que los valores de las medias son menores a medida que la frecuencia aumenta. Salazar A, (2006).

Por otro lado en un estudio realizado en tiradores de bala, que están expuestos a trauma acústico agudo, se observó que la mayor reducción de las Otoemisiones acústicas producto distorsión (DPOEA) ocurría en las frecuencias 2,5 y 4 kHz en el oído izquierdo. Konopka, Pietkiewicz, Zalewski, (2000). Otro estudio que pretende demostrar la importancia de las EOAs en el diagnóstico precoz de PAIR es el realizado por Shupak, Tal, Sharoni, Oren, Ravid&Pratt (2007) quién obtuvo que después de 2 años de exposición a ruido, la amplitud de las DPOAE se reducía en las frecuencias 3809, 4736 y 5957 Hz. Las EOA se plantean como una manera mucho más efectiva para la detección temprana de PAIR que otras evaluaciones. Esto se debe a que el daño auditivo se evidencia en este examen antes que en otros, como la audiometría tonal liminar, las OEA presentan una sensibilidad muy superior a la obtenida mediante la audiometría tonal liminar mejorando el valor predictivo de esta última, sobre todo en las frecuencias agudas, una de las ventajas de las OEA es que son reflejo de los micros mecanismos activos de la cóclea, otras ventajas de este examen son la rapidez

de obtención en comparación con los potenciales evocados y la audiometría, su objetividad, poca agresividad y facilidad de interpretación. Konopka et al., 2000; Goelzer et al., (2001).

Otro término de relevancia es la *Acústica* que se entiende como la ciencia que se ocupa de los métodos de generación, recepción y propagación del sonido. El sonido más débil que puede detectar un oído humano sano tiene una amplitud de 20 millonésimas de pascal, unas 5.000 millones de veces menor que la presión atmosférica normal. El oído humano puede tolerar presión sonora más de un millón de veces más alta. F, Miyara (2003), Kats, J (2002) y Rayleigh, J (1984) Debido a este intervalo al que resulta sensible el oído, se utilizan escalas logarítmicas para describir los niveles de presión y de intensidad de una onda sonora, según Kinsler, L.E (1999)-Stephens, R (1966).

La *Física del ruido* define que cuando una partícula o molécula está en contacto con otras en un medio (aire, agua etc.) y experimenta una vibración, se produce una transmisión por contigüidad que obliga al resto de las partículas a efectuar un movimiento vibratorio que de forma sucesiva se extiende por el medio. El conjunto de todas estas vibraciones se llama onda sonora. (Alford, B; Jerger, S. 1993 – A.P French 1982). La propagación de la vibración supone un transporte de energía pero no de masa ya que las partículas del medio únicamente se desplazan periódicamente en pequeñísimas distancias alrededor de sus posiciones de equilibrio, Las vibraciones u oscilaciones periódicas de la presión se caracterizan por su amplitud y frecuencia. La *Amplitud* es el valor máximo de las variaciones de presión respecto a la presión de equilibrio (la presión atmosférica, si la propagación es en el aire), la unidad de medida

de la presión en el sistema internacional es el pascal (Pa). La amplitud de las vibraciones está relacionada con la intensidad del sonido. Y *la Frecuencia* es el número de vibraciones que se producen por segundo, la unidad de medida de la frecuencia es el hercio (Hz). Everest, F (1989); Gil, M (1999); Becker, N (1986).

La sensibilidad del oído varía en función de tres características fundamentales: el tono, el timbre la intensidad fisiológica o sonoridad y la duración: Es así que *el tono* para un sonido puro viene determinado principalmente por su frecuencia, el campo de las frecuencias audibles está entre 20Hz y 20KHz, El timbre se debe a que generalmente un sonido que no es puro y se compone de diferentes frecuencias. El teorema de Fourier demuestra que cualquier onda sonora puede descomponerse en una serie de ondas (armónicos) que tiene una frecuencia que es múltiplo de la frecuencia de la onda original (frecuencia fundamental), físicamente el timbre es la cualidad que confieren al sonido los armónicos que acompaña a la frecuencia fundamental. Stein, E. (1993). *La sonoridad o intensidad fisiológica*, es la sensación que permite medir, de forma absoluta, si un sonido es más o menos fuerte que otro. Las curvas de igual nivel de sonoridad permiten determinar entre dos sonidos puro cuando uno es más sonoro que otro. Recuero, M 1999 – Zwicker, E (1990). *La Duración* que es una cualidad sonora psicofisiológica que determina la permanencia en el tiempo de una onda sonora. Un estímulo de una décima de segundo se percibe como débil, si es de 0.001 seg., no se pueden definir sus características, pero toda variación de presión por breve que sea puede ser perceptible desde que tenga la intensidad suficiente. Gallego C (1992).

El sistema auditivo está constituido por el aparato auditivo periférico y las vías auditivas centrales. Aunque anatómicamente el sistema auditivo comparte regiones con el sistema vestibular, cada uno tiene características morfológicas y funcionales distintas que hacen posible la detección y percepción de los estímulos específicos relativos a la audición y al equilibrio respectivamente. Ferner y Staubesand (1983). Angulo. A, y Blanco. J, (1997). En el interior del hueso temporal de cada lado del cráneo se encuentra el aparato auditivo periférico, está formado por el oído externo, medio e interno, los cuales se relacionan espacialmente con importantes estructuras de la cabeza. El oído externo está cubierto de piel y constituido por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo (CAE). El pabellón ayuda a localizar la fuente sonora. Recoge las ondas y las dirige al CAE, este conduce las ondas a la membrana timpánica amplificándolas por resonancia. Drake, R; L (2010) Rodríguez, S (1998).

El oído medio es una cavidad aérea tapizada por una mucosa respiratoria que se continúa por los espacios de las celdas mastoideas y trompa auditiva, la cual comunica con la nasofaringe permitiendo la entrada de aire. Esta separa del CAE por la membrana timpánica y en su interior se encuentran los huesecillos (martillo, yunque y estribo), músculos (estapedial y del martillo), y ligamentos. Las ondas sonoras conducidas por el CAE hacen vibrar el tímpano y esa vibración es transmitida la cadena de huesecillos desde el martillo hasta el estribo quien ejerce presión sobre la ventana oval que está en contacto con la perilínfa del oído interno. La cadena de huesecillos, mediante un mecanismo de palanca, amplifica la presión vibratoria que es transmitida al líquido perilinfático, compensando la diferencia de impedancia entre aire y líquido. Drake, R; L (2010) Rodriguez, S (1998).

El oído medio cumple una función en la obtención de Otoemisiones Acústicas (OEA) ya que estas dependen de la propagación del estímulo acústico desde el oído externo hasta el interno y de la propagación reversa de la energía generada en respuesta al estímulo en el oído interno y que debe transmitirse hasta ser captada en el conducto auditivo externo (CAE), cualquier factor que obstruya esta estructura puede reducir la efectividad del estímulo acústico e impedir la producción de OEA. Coutinho H, (1999).

El oído interno contiene dos sistemas sensoriales distintos, la audición y el equilibrio. El laberinto óseo, formado por complejas cavidades dentro del peñasco, contiene al laberinto membranoso, este contiene la endolinfa y entre el laberinto óseo y membranoso se encuentra la perilinfa. La porción del laberinto situada anteromedialmente corresponde al aparato auditivo o cóclea y la situada posterolateralmente al aparato vestibular (sáculo, utrículo y canales semicirculares) Popper, A, N (1992) – Angulo, A (2013). La cóclea contiene en su interior el órgano de Corti, el cual es un mecanorreceptor que está formado por células ciliadas que descansan sobre la membrana basilar. Los cilios de estas células se encuentran en contacto con la membrana tectoria. La función auditiva del oído interno se lleva a cabo a nivel de la cóclea. Cuando el sonido hace vibrar el estribo, este ejerce presión sobre la ventana oval y se genera una onda en la perilinfa que viaja a lo largo de la cóclea desplazando la membrana basilar. Aunque no son bien conocidos los mecanismos íntimos responsables del proceso de transducción de las células sensoriales del órgano de Corti, actualmente se acepta la contribución de los movimientos relativos entre la membrana basilar y la membrana tectoria, que provoca un cizallamiento de

los cilios de las células sensoriales y la existencia de un potencial endococlear. Schunke, M; Chulte, E; Schumacher, U (2011).

El órgano de Corti está compuesto por células de soporte (células de los pilares externo e interno, células de Deiters, Hensen y Claudius) y células sensoriales o ciliadas, las cuales se dividen en externas, alineadas en tres filas e internas, en una sola hilera. Angulo, A (1987). La especial morfología de la membrana basilar y la compleja innervación de las células ciliadas del órgano de Corti hacen posible una primitiva discriminación tonal del sonido. Las células ciliadas acústicas contienen los cilios. Las células ciliadas externas forman tres hileras, pero llegando al ápex pueden formar cuatro y hasta cinco hileras, los recuentos de estas células superan las 20.000 mientras que las células ciliadas internas, que forman una sola hilera, llegan aproximadamente a las 3.500. Gómez (2004).

La transducción, o transformación de la energía sonora mecánica en eléctrica, comprensible para el sistema nervioso central, se lleva a cabo en las células ciliadas del órgano de Corti y no solo expresan la energía sonora en el código eléctrico, sino también en el código químico. El extremo apical de la célula ciliada transforma la energía sonora en eléctrica, y su extremo basal transforma la energía eléctrica en energía química, al liberar el neurotransmisor que activa la sinapsis con las fibras de la vía aferente en las cuales se genera un potencial de acción. De este modo los estereocilios se encuentran inmersos en un espacio de mayor concentración de potasio, creado por las fibrillas de la cara inferior de la membrana tectoria, así se estimulan primero las células ciliadas externas (CCE) encargadas de codificar la intensidad y de generar la microfónica coclear, que son los primeros eventos que

tienen lugar en el órgano de corti, cuando una sensación sonora se está llevando a cabo. De acuerdo con la secuencia temporal de los eventos que oímos en el oído interno, lo primero que oímos es la intensidad de los sonidos y una milésima de segundo más tarde nos percatamos de su frecuencia. Por lo tanto, cuando la membrana bacilar se aleja de la membrana tectoria, las CCE son inmediatamente traccionadas. Cuando la intensidad del estímulo sonoro es alta, el territorio de la envoltura es extenso, el número de células ciliadas ubicadas en él es grande, y la microfónica coclear tiene un alto voltaje, cuando la intensidad del estímulo sonoro es baja, el número de CCE ubicadas en él es menor, y la microfónica coclear tiene un bajo voltaje. Es así como se discrimina la intensidad del estímulo sonoro. Gómez, (2004).

La estimulación eléctrica de las CCE genera cambios reversibles en su forma: la célula se acorta y se estira a partir de su posición de reposo. Esta motilidad de las células ciliadas externas genera energía mecánica dentro de la cóclea, que se propaga a través del líquido del oído interno y se transmite por medio del sistema del oído medio y de la membrana timpánica hacia el conducto auditivo externo. La vibración de la membrana timpánica produce energía acústica que se detecta en forma de OEA. Coutinho H, (1999).

Las pruebas audiológicas requeridas para valorar el estado auditivo, se clasifican en Comportamentales como *La Audiometría tonal* que se define como una forma de cuantificar y determinar el grado de pérdida auditiva a través de una audiometría de tonos puros, que es un estudio no invasivo y que permite determinar por el análisis de frecuencias en Hertz y de intensidades en decibeles el umbral auditivo de cada

persona (Wilson CE, Vaidyanathan TK, Cinotti WR, Cohen SM and Wang SJ, 1990 (Díaz de León-Morales et al., 2012). Según Salesa es fundamental disponer de una audiometría del paciente antes del inicio de cualquier diagnóstico y tratamiento, incluyendo las pérdidas auditivas por ruido (Salesa et Al.2005). Se reconoce la probable presencia de una pérdida auditiva inducida por ruido cuando es posible observar una caída notoria en las frecuencias 3, 4 o 6 kHz en el audiograma, esta caída es llamada notch o escotoma. Se considera que hay escotoma cuando la diferencia entre una de las frecuencias mencionadas tiene umbral audiométrico 10dB mayor a la frecuencia 1000 o 2000Hz y 8000Hz.Coles, Lutman, & Buffin (2000).

En la clasificación de las pruebas electroacústicas se encuentran *La Inmitancia Acústica y las OEA*. La primera es utilizada para evaluar la función de oído medio, es importante mencionar que no mide audición directamente. Cabe anotar que un timpanograma normal puede coexistir con una pérdida auditiva neurosensorial severa. Cuando se aplica sonido al conducto auditivo externo, éste llega al tímpano y es transferido al oído interno por la cadena de huesecillos. No toda esta energía se transmite, ya que hay resistencia mecánica. La oposición o resistencia al paso de energía se denomina impedancia acústica. La energía que pasa se denomina admitancia acústica. El término inmitancia acústica engloba la impedancia y la admitancia. Los instrumentos usados evalúan esta transferencia de energía, y al hacerlo, dan información de la función y el estado del oído medio. El resultado de presurizar el conducto, introducir energía acústica (tonos puros) y captar la energía reflejada, es un gráfico llamado timpanograma, en la investigación se precisa determinar el tipo de timpanograma siendo este tipo A pre requisito para evidenciar respuesta en Las Otoemisiones Acústicas (OEAPD). El registro estará alterado

siempre que exista un proceso que modifique la función de transferencia directa o inversa en el oído medio, no detectándose OEAPD cuando los umbrales audiométricos que superen los 30-35dB HL. Por este motivo es conveniente realizar una otoscopia y un timpanograma en todo individuo. A, Morant (2000).

Al igual que en la audiometría, en las OEAs no todas las frecuencias presentan el mismo grado de afección. Según Márquez, las frecuencias que primero experimentan cambios en este examen son: 3.000, 4.000 y 6.000 Hz (Marquez 2006). La cóclea, además de recibir y analizar sonidos, es capaz de generar actividad acústica, como una forma de energía propia, que son las otoemisiones acústicas. Fue Kemp el primero en comprobar la existencia de estas emisiones en humanos, relacionando su origen con una actividad fisiológica vulnerable existente en el interior de la cóclea. Múltiples investigaciones posteriores confirmaron la existencia de estas otoemisiones acústicas (OEA), su origen biológico, su origen coclear, y más concretamente, su origen en las células ciliadas externas (CCE), definiéndose en la actualidad, como la fracción de sonido generada por la actividad fisiológica de la cóclea que puede ser registrada en el CAE.(Kemp, DT2002).Localizan en la cóclea el sistema biológico no lineal en el que originan las otoemisiones, al ser este un órgano en el que se encuentran estructuras susceptibles de activarse mecánicamente tras su estimulación sonora, y con capacidad para producir energía acústica tras esta activación, siendo las CCE el lugar de este órgano donde se concentran la mayor parte de estas propiedades. La importancia del descubrimiento de las OEA radica en que a través de su estudio disponemos de un método de evaluación objetivo de la integridad de los mecanismos cocleares activos, por el que las CCE, y las fibras del sistema eferente, son responsables de las curvas de sintonía y de discriminación frecuencial asociadas

a la audición normal, constituyendo las OEA un subproducto de esta actividad mecánica. Kemp, D (2002).

Kemp, DT (2002) Como resultado de todas estas experiencias, en la actualidad se considera que las OEA tiene su origen en la actividad contráctil de las CCE, como expresión de la integridad de la función mecánica de la membrana basilar. A. Morant, J (2000): Queda todavía por determinar exactamente el mecanismo íntimo de origen de esta energía acústica, y el modo en que se crea la onda sonora que se propaga a lo largo de la membrana basilar en sentido inverso, atraviesa el oído medio, y alcanza el CAE donde puede ser registrada.

En función de la estimulación sonora empleada para provocar su aparición, las OEA pueden clasificarse de la siguiente manera: *Sin estímulo*: Otoemisiones acústicas espontaneas (OEAE) *con Estimulo transitorio*: Otoemisiones acústicas provocadas (OEAP) y *con Estimulo continuo*: Otoemisiones acústicas sincronizadas (OEAS), otoemisiones acústicas de productos de distorsión (OEAPD).

Wilson (1980) menciona que las otoemisiones acústicas espontaneas (OEAE) son sonidos de frecuencia pura emitidos por la cóclea en ausencia de estimulación acústica externa. En cambio existen otros tipos de OEA que requieren un estímulo para ser generadas. Estos pueden ser transitorios, como los click o estallidos tonales, que originan las otoemisiones acústicas provocadas (OEAP), o continuos, un tono en el caso de las otoemisiones acústicas sincronizadas (OEAS), o dos para originar los productos de distorsión acústica (OEAPD). Otra forma de establecer los diferentes tipos de OEA, es en función de sus mecanismos de origen. Esta clasificación,

desarrollada a partir de experiencias en animales y simulaciones computarizadas, considera que una otoemisión es la suma de reflexiones lineares, como fuente fundamental de las OEAE, OEAP y OEAS y de distorsiones frecuenciales no lineares, como origen de los OEAPD.

Descripción de los distintos tipos de OEA

Otoemisiones acústicas espontaneas: Según Probst, R, Coast AC, Martin, Gk (1986): son sonidos registrados en ausencia de cualquier tipo de estímulo. Son definidas como señales acústicas de banda estrecha que se identifican claramente por encima del nivel de ruido del sistema de registro, pueden ser reproducidas en al menos dos mediciones promediadas de forma separada. Se suelen registrar como una señal compuesta por uno o varios picos frecuenciales de banda estrecha muy estables en el tiempo, generalmente entre 1-2kHz, aunque se pueden extender en un rango frecuencia entre 0.5-6 kHz. Su incidencia de registro varía ampliamente de unas series a otras de la literatura, situándose su valor medio alrededor del 35% de la población con audición normal. Este valor varia de forma clara con la edad, siendo menor el 20% a partir de los 50 años. Su presencia es indicativa de un normal funcionamiento coclear ya que se precisa la integridad funcional de este sistema para ser generada, pero la baja incidencia de registro en individuos con audición normal determina su escasa aplicación en la clínica diaria.

Otoemisiones acústicas provocadas por click: Kemp, TD, Ryan S, Bray P (1990) afirman que las OEAP son señales acústicas originadas en la cóclea tras la estimulación de esta habitualmente con un click de aproximadamente 80dB SPL y 80

sg., de duración. La detección de una verdadera OEAP nos permite afirmar que en dicho oído la audición se encuentra en un rango próximo a la normalidad. Prácticamente todos los sistemas de registro se fundamentan en principios similares. En una zona, que se ajusta en el CAE, se acopla un altavoz emisor del estímulo y un micrófono receptor de la respuesta. Esta sonda se encuentra unida al resto del hardware, compuesto por las tarjetas con los generadores del estímulo y los analizadores de respuesta, con su correspondiente unidad amplificadora. En la misma unidad, o en un ordenador conectado a esta, se dispone el software específico de cada sistema. Tras la estimulación adecuada, el sistema intenta extraer la señal biológica no lineal, de todo el ruido lineal registrado por el micrófono, automáticamente el sistema considera que el registro acústico es una otoemisión.

En la actualidad la gran cantidad de sistemas de registros disponibles comercialmente, la posibilidad de emplear diferentes sistemas de análisis de las respuestas, y el cada vez más extendido empleo de criterios automáticos de identificación de la otoemisión hace que no se pueda señalar unos valores de la existencia de respuesta que puedan generalizarse para todos, y debemos acudir a las características de cada uno de estos para conocer cuáles son los que emplea. Las OEAP están presentes en 98% de adultos con audición normal, no registrándose en oídos con hipoacusia en los que los umbrales auditivos superan 25-30dB HL. No se aprecian variaciones en la incidencia de aparición de las OEAP entre niños y adultos con audición normal. A partir de los 40 años se observa una disminución progresiva de la incidencia de registro, hasta situarse en un 35% cuando la población supera los 60 años. Se considera que la cuarta década es la edad crítica en la que empiezan a manifestarse signos del envejecimiento coclear, los cuales también se pueden

objetivar a través de la comprobación de la disminución de los valores de amplitud global de las OEAP y en el incremento lineal de su umbral de aparición. Kemp, D (2002).

Otoemisiones acústicas sincronizadas: las OEAS son generadoras por un estímulo continuo, en este caso un tono frecuencia, de forma que la cóclea emite una señal en la misma frecuencia del estímulo. La mayor complejidad de la técnica de registro, y las múltiples coincidencias con las OEAP (incidencia, frecuencia y crecimiento no lineal), es el motivo por el que no se ha profundizado en su conocimiento y en sus potenciales aplicaciones clínicas. Furts, M, Lapid, M (1988).

Otoemisiones de productos de distorsión acústica: Las Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) se han descrito en la literatura por ser ideales para diagnosticar tempranamente la pérdida auditiva inducida por ruido, ya que es específica y sensible para detectar el daño en la cóclea. Sus aplicaciones clínicas se han focalizado casi totalmente en la capacidad que tienen de identificar las hipoacusias sensorineurales periféricas, detectando a los sujetos con pérdida auditiva superiores a 40 dB HL. En específico, las OEAPD son capaces de investigar intencionadamente una región frecuencial específica (Salesa et al., 2005). Cuando se presentan de forma simultánea a la cóclea dos tonos puros diferentes frecuencias (F_1 Y F_2), por los mecanismos activos ligados a la capacidad contráctil de esta, se generan nuevos tonos, productos de distorsión acústica, de los cuales el predominante es aquel que posee una frecuencia definida por la formula $2F_1-F_2$, dando lugar a las OEAPD. Se considera como un reflejo de la capacidad que poseen algunos sistemas biológicos, entre ellos la cóclea, de establecer una relación no lineal

entre las intensidades y características frecuenciales del estímulo y la respuesta. Si registramos los productos de distorsión como energía acústica, podemos considerar que estamos obteniendo una otoemisión, ya que por definición, esta es toda energía acústica generada en la cóclea que puede ser registrada en el conducto auditivo externo mediante un adecuado sistema de registro. Mediante el estudio de su supresión con determinados tonos, y de la relación entre la amplitud de una OEAPD y las OEAE de frecuencia similar, se han clarificado algunos aspectos sobre el riesgo de este tipo de otoemisión. Salesa et al., (2005)

En la actualidad se considera que representan la energía acústica resultante de la incapacidad de la membrana basilar para responder a dos estímulos presentados simultáneamente, de forma que mediante una adecuada selección de los tonos primarios pueden ser generados OEAPD de distintas frecuencias, los cuales tienen su origen en la región de la cóclea situado entre las zonas de estimulación de los primarios, constituyendo una expresión del funcionalismo de esta región. Kemp, afirma que las OEAPD tienen unas características propias y diferenciales del resto de OEA. Debido a su generación continua y su corta latencia, permite testar todas las frecuencias comprendidas entre 1-8 kHz. Además, el amplio rango dinámico de los OEAPD, o crecimiento de la amplitud de la respuesta en función de la intensidad del estímulo, permite una evaluación completa de la función coclear en intensidades de estimulación umbral y supraumbral, siendo este hecho útil para determinar la función residual de las CCE en oídos con hipoacusia neurosensorial de hasta 45-55dB HL. En humanos se registran OEAPD de una amplitud muy baja, 60-70 dB SPL menor que la intensidad de los primarios, pero es posible obtener una buena separación entre el ruido de fondo y la amplitud del OEAPD en un rango de frecuencias de 0.5-6 kHz en

oídos normales o casi normales, teniendo siempre en cuenta que aproximadamente 1/3 de estos individuos no generan OEAPD en todas las frecuencias testadas.

La técnica básica de registro se basa en el análisis espectral de energía acústica en el CAE, basada en la extracción de respuesta coclear generada tras la estimulación acústica por dos tonos. De las distintas formas en que se pueden registrar los productos de distorsión, en la práctica clínica solemos emplear, el audiograma de productos de distorsión (DPgrama) y las curvas de crecimiento de la respuesta (curvas input/output). El DPgrama nos permite el estudio de la función coclear mediante una representación gráfica de las distintas amplitudes de las OEAPD generadas tras la variación de la frecuencia de los primarios, manteniendo la intensidad de estos constante. Con variaciones frecuenciales de los primarios cada $\frac{1}{2}$ octava, obtenemos 8 productos de distorsión con frecuencias bastante similares a las testadas en la audiometría tonal liminar. Lonsbury, Martin y Martin, mencionan que si deseamos estudios más detallados se pueden variar los primarios en intervalos frecuenciales más reducidos, de forma que obtenemos un mayor número de productos de distorsión en cada barrido. Para completar el estudio de los OEAPD, fundamentalmente en aquellas frecuencias de PDgrama donde estos no se registran, o su amplitud esta disminuida, se pueden obtener las curvas de crecimiento de la respuesta (input/output), en función de variaciones de la intensidad del estímulo, se trata de una representación gráfica de las amplitudes de los distintos PD generados por unos primarios de frecuencia constante que varían progresivamente su intensidad en un rango de 25-75 dB SPL. Estas curvas son útiles para determinar en qué rango dinámico se generan OEAPD y nos permite una evaluación completa de la función

coclear con intensidades de estimulación umbral y supraumbral. Lonsbury, Martin BL, Martin, GK (1990).

Aplicaciones clínicas: Según Bonfils y Probst con el perfeccionamiento y normalización de los sistemas de registro, se ha demostrado que las OEA están presentes en el 96-100% de sujetos con audición normal y están ausentes en todos los casos de una alteración coclear, cualquiera que sea su etiología, y de este hecho derivan sus posibles aplicaciones clínicas. Pero antes de considerar que la ausencia de este tipo de OEA está ligada a patología coclear, hay que tener en cuenta que para su detección en el CAE se precisa la integridad del oído medio. El registro estará pues alterado siempre que exista un proceso que modifique la función de transferencia directa o inversa en el oído medio, no detectándose OEAPD cuando los umbrales audiométricos superen los 30-35dB HL. Por este motivo es conveniente realizar una otoscopia y un timpanograma en todo individuo. Cuatro son en la actualidad los campos donde se centran las aplicaciones clínicas de las OEA: Cribado de hipoacusia en recién nacidos, lactantes o poblaciones con dificultad para obtener umbrales auditivos en la audiometría, Cuantificación de la audición, Diagnóstico diferencial de la hipoacusia, y Monitorización de lesiones cocleares. Según Bonfils, P y Probst, R. (1987-1989)

Desde el descubrimiento se ha intentado relacionar los diferentes componentes frecuenciales de una OEA con los umbrales del audiograma, correlación que no se puede establecer de una forma exacta al ser ambas medidas obtenidas con metodología diferentes. A pesar de ello no debemos considerar irrelevante la información sobre los niveles de audición que nos aportan las OEA, ya que estas y los

umbrales auditivos están relacionados uno con otro al ser originados por un mecanismo común, dependiendo de su buen funcionamiento la normalidad de los parámetros de ambas medidas. Según el autor Stevens, JC (1988), Si nos centramos en las OEAP, es una evidencia que la amplitud y espectro frecuencial de estas están muy influidos por los umbrales auditivos y la configuración del audiograma. Podemos considerar que existen dos situaciones en las que existe una clara correspondencia entre el registro de OEAP y la audición: cuando los umbrales auditivos son inferiores a 20dB HL se registran OEAP en el 99% de oídos, en cambio, cuando estos superan los 40dB HL no se obtiene el registro de OEAP, existiendo una zona del audiograma, entre los 25 y 35dB HL, en la que no se puede establecer una relación clara entre la presencia/ausencias de OEAP con los umbrales audiométricos. Bonfils, P, Dumont, A, Marie, P (1990) mencionan que esta dualidad, que es la base sobre la magnitud de la hipoacusia, ya que no existe ningún parámetro de la OEAP que se pueda correlacionar con la profundidad de esta, a pesar de ello, siempre que no existan alteraciones de la función de la transmisión, a partir del registro de OEA podemos obtener información, limitada pero concreta sobre la audición del individuo explorado.

Las OEAPD, a diferencia de las OEAP, al ser provocados por estímulos de diferentes frecuencias, se han relacionado más con los umbrales auditivos que con valoraciones globales de la audición. Existe una clara relación entre la disminución de la amplitud de las OEAPD y la elevación de los umbrales audiométricos, y en líneas generales, se observa una disminución de la amplitud de OEAPD cuando los umbrales en la audiometría tonal se elevan por encima de 25dB HL, estando generalmente ausentes cuando estos umbrales superan los 50dB HL, de estos estudios podemos concluir que hay una buena correlación, en adultos con distintos grados de hipoacusia

neurosensorial, entre la amplitud de las OEAPD en las distintas frecuencias del PDgrama y los umbrales en la audiometría tonal liminar, de forma que pérdidas auditivas en regiones específicas del audiograma tonal se correlacionan con una disminución en la amplitud OEAPD de frecuencia similar, siendo en la frecuencia de 4 kHz donde mejor se aprecia este hecho. Norton, SJ (2000) Bonfils, P (1987).

La gran sensibilidad que poseen las OEA ante determinados agentes que provocan alteraciones cocleares nos permite, junto con la estabilidad temporal que estas mantienen en el tiempo, emplearlas para la monitorización de la función auditiva, siendo de utilidad incluso en la detección de alteraciones subclínicas que aún no se manifiestan en el audiograma. Por lo tanto constituye un método de monitorización objetiva de la audición, fundamentalmente en el control de la ototoxicidad o la exposición a ruidos. Este es el campo donde podemos considerar que las OEAPD son de especial utilidad, ya que poseen gran sensibilidad para la identificación precoz de alteraciones cocleares. Sus características temporales y frecuenciales hacen que su registro pueda ser utilizado a modo ventana para el conocimiento de la evolución de la función coclear a través del tiempo. Por lo tanto, podemos emplearlos para el estudio y seguimiento de patologías que pueden provocar alteración de la función coclear. Para conseguir el máximo rendimiento de esta aplicación es fundamental disponer de un registro previo a la exposición que nos permite comprobar la estabilidad o deterioro de la micromecánica coclear, y en caso de ser factible poder instaurar las medidas de prevención adecuadas lo más precozmente posible, incluso con antelación a la aparición de las manifestaciones audiométricas. Lonsbury, M, Brownell, WE (1990).

Las alteraciones en la salud en los miembros de las Fuerzas Militares tienen repercusiones sociales y económicas que impiden notoriamente en los presupuestos institucionales por cuanto afectan los niveles de productividad, aumentan los costos de la asistencia médica, generan indemnizaciones temporales y permanentes, índices elevados de ausentismo, disminución de los periodos de vida activa y por ende disminución en el cumplimiento de la misión de la fuerza, razón por la cual la dirección general de sanidad militar, diseña normas, para implementar programas de salud ocupacional para sus funcionarios. Entre ellas, la Ley 352 de enero de 1997 por la cual se reestructura el sistema de salud y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad social para las fuerzas militares y la policía nacional, el Decreto 1796 de 2000, por el cual se regula la evaluación de la capacidad psicofísica y la disminución de la capacidad laboral, aspectos sobre incapacidades, indemnizaciones, pensiones de invalidez e informes administrativos, por lesiones a los miembros de la fuerza pública, la Directiva 00024 de 2001 que trata de los procedimientos para el diagnóstico reporte y control de enfermedades profesionales, la Ley 1562 de Noviembre de 2012, por el cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional, según el acuerdo N° 032 de (Diciembre 29 de 1997), por el cual se adopta el programa de salud ocupacional en el subsistema de salud, fuerzas militares y de la policía nacional con el fin de aportar algunos mecanismos que contribuirán a la solución de la problemática ocasionada, por los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo, los cuales pueden generar alteraciones en el equilibrio físico, mental y social del personal. Las Fuerzas Militares se enmarcan dentro de las directivas permanentes emitidas por la dirección de sanidad militar, así mismo el Decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo, en el capítulo 6 Art 2.2.4.6.1 tiene por objeto definir

las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el sistema de SG-SST que es el Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo, que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados. Ministerio de trabajo, (2015)

Existen modelos de prácticas para el control del ruido y prevención del daño auditivo desde las ARL (Administradora de Riesgos Laborales) que plantean establecer un enfoque del mejoramiento del ciclo mediante el Actuar, Planear, Hacer y Verificar a través de identificación del ruido, mediciones de ruido ambientales, controles de ingeniería, controles administrativos, controles en las personas en cuanto a entrenamiento y desarrollo de competencias, señalización de áreas, uso de elementos de protección auditiva, análisis de suficiencia de la atenuación, entrenamiento y observación del correcto uso de la protección auditiva, monitoreo individual al trabajador Capacitaciones periódicas, cuestionarios sobre características subjetivas de la audición, videos con análisis de casos.

Uno de los objetivos del sistema general de riesgos profesionales en Colombia es establecer las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de la población trabajadora, protegiéndola contra los riesgos derivados de la organización del trabajo, que puede afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo. Decreto 1295 (1994).

Las consecuencias generadas por la falta de ejecución de actividades de promoción y prevención de la salud, así como la intervención en las condiciones de trabajo, pueden ser los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales, el ausentismo, la rotación de personal y un desencadenante clima organizacional, siendo elementos

que se traducen en la disminución de la productividad y como tal en un deterioro de la calidad de vida de los trabajadores. Ministerio de trabajo (2014)

La vigilancia médica de los trabajadores expuestos a ambientes ruidosos es fundamental con el fin de preservar los niveles auditivos dentro de límites normales, la vigilancia comprende pruebas tamiz, audiometricas, cuestionarios de sintomas. Todo esto debe ir acompañado de otras acciones de promoción como la educación y la motivación de los trabajadores. GATI-HINR (2006)

Específicamente un programa para la conservación auditiva deberá incluir: diagnóstico de exposición a ruido, perfil epidemiológico de condiciones de salud auditiva, plan de intervención (capacitaciones, medidas de prevención para la exposición a ruido), seguimiento de la prevalencia de la sintomatología y de las recomendaciones y sugerencias realizadas. Ministerio de trabajo SG-SST (2014)

Capítulo 3. Marco Metodológico

3.1 Tipo de estudio:

El estudio es cuantitativo con enfoque descriptivo, el cual, según Sampieri, R (2000) busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir, únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refiere. Su valor es útil para mostrar con precisión los ángulos y dimensiones de los fenómenos, sucesos, comunidad, contexto o situación.

Se tomarán variables de estudio para la descripción: la relación entre hábitos auditivos, autocuidado, uso de protección auditiva, acciones para prevenir riesgos auditivos y diagnóstico clínico.

3.2 Población:

Criterios de inclusión:

- Trabajadores que laboren en la línea de mantenimiento
- Otoscopia normal
- Timpanograma tipo A

Criterios de exclusión:

- Personal que tenga alteraciones de oído medio
- Timpanograma diferente a tipo A

3.3 Procedimientos:

En la primera fase se realizara la apertura de la historia clínica audiológica, que incluya la indagación de hábitos auditivos, síntomas otológicos y audiológicos, y practicas auditivas y extrauditivas relacionadas con la actividad personal, laboral y social del personal del BAMAV 1.

En la segunda fase se realizará la observación del oído externo y la membrana timpánica por medio de la Otoscopia, la prueba de Audiometría Tonal, en cabina sonoamortiguada, abarcando un rango frecuencial entre 250 a 8000 Hz para vía aérea y 250 a 4000Hz para vía ósea, que permita determinar el mínimo umbral auditivo. Teniendo como referencia de normalidad entre 0 y 20Db según la ASHA.

En la tercera fase se aplicará la prueba de timpanometría con prerequisite de resultado curva Tipo “A” que indica función normal de oído medio. Posterior se llevará a cabo la aplicación de la prueba OEAPD con rango frecuencial entre 1000 a 8000Hz.

Por último, en la cuarta fase se entregarán los resultados a la población objeto de estudio y a las directivas del Batallón de Mantenimiento de aviones n° 1 División de Aviación Ejército Nacional y un consolidado de las respectivas recomendaciones y estrategias a través de un reporte de resultados colectivo.

3.4 Técnicas para recolección de la información:

Consentimiento informado

Formato de Historia Clínica

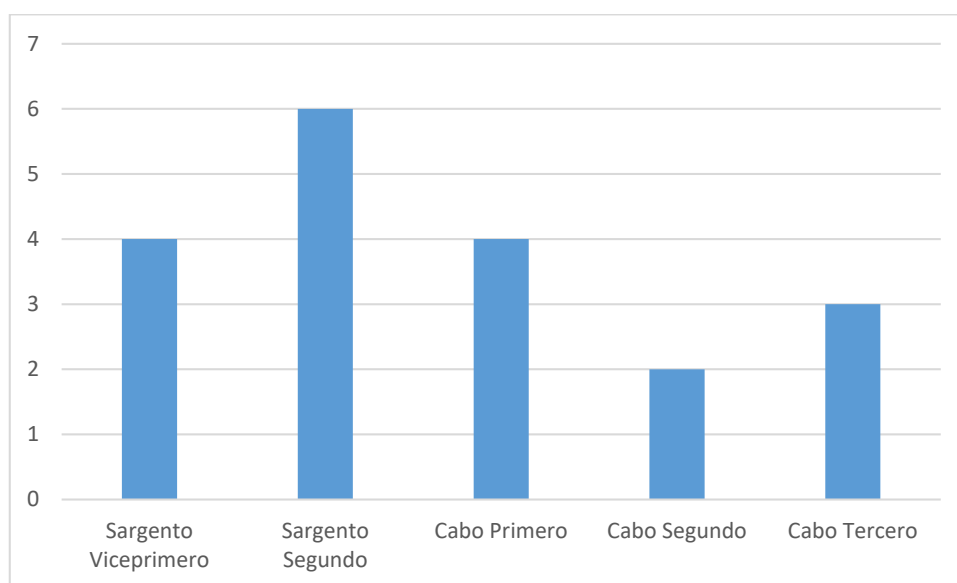
Formato de Audiometría Tonal.

Formato informe de Otoemisiones Acústicas (OEAPD)

Capítulo 4. Análisis de Resultados:

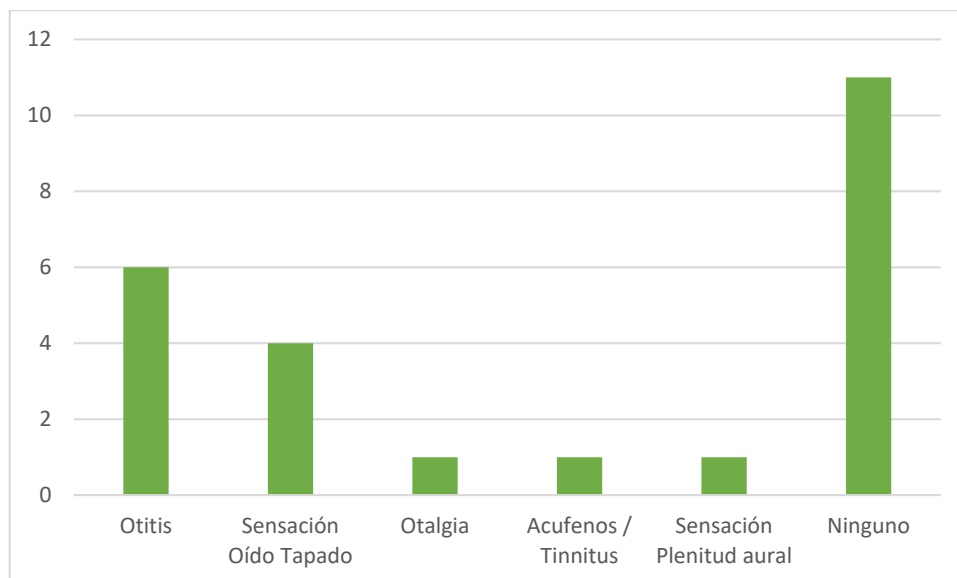
RESULTADOS

Se muestran resultados de 19 sujetos, que completaron las dos fases de evaluación. El rango de edad de esta muestra oscila entre 21 y 39 años, se evaluaron 2 sujetos de género femenino y 17 de género masculino, cuyo tiempo de servicio en la actividad militar está entre 1 a 21 años y en la División de Aviación específicamente entre 1 a 16 años. Sus últimas valoraciones por audiometría son inferiores a un año, pues el límite de tiempo para renovar sus licencias de vuelo deberá coincidir con las fechas de cumpleaños de acuerdo al requerimiento de Medicina de Aviación.



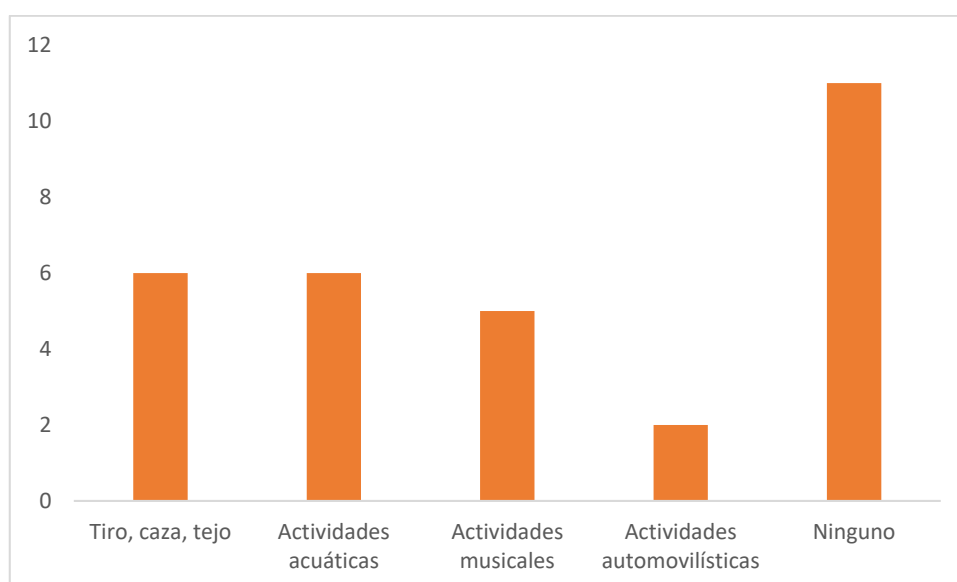
Gráfica 1. Grado Jerárquico

De acuerdo con el grado jerárquico en la fuerza militar, como se presenta en la gráfica 1, los participantes son 4 Sargentos Viceprimeros (Sv), 6 Sargentos Segundos (Ss), 4 Cabos Primeros (Cp), 2 Cabos Segundos (Cs) y 3 Cabos Terceros (C3). Dentro de la actividad militar el rango determina años de trabajo, edad y por lo tanto tiempo de exposición a factores de riesgo.



Gráfica 2. Antecedentes Otológicos

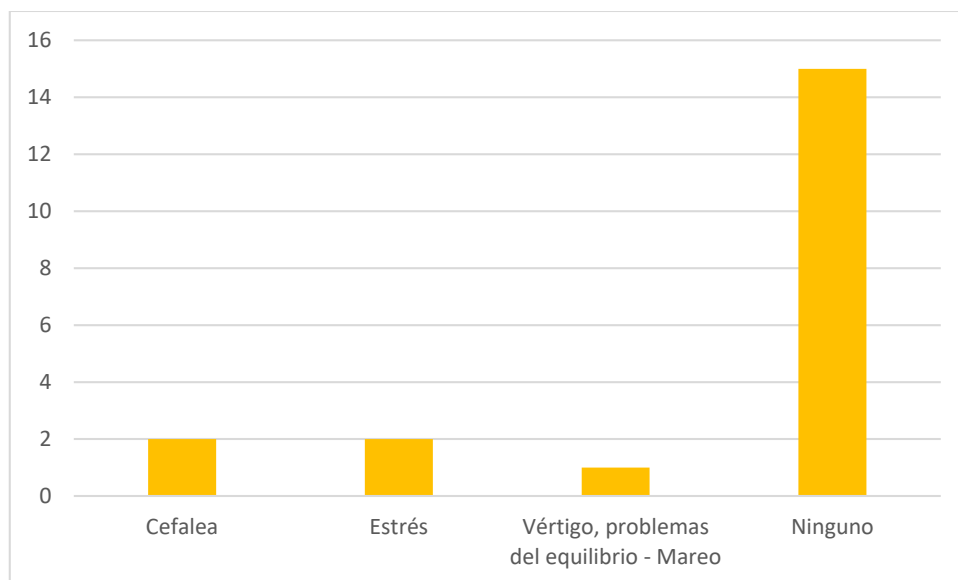
Como se puede observar en la gráfica 2, a nivel de antecedentes otológicos los participantes refirieron: 11 participantes, no reseñaron ningún antecedente de los relacionados en el instrumento de evaluación; 6 participantes otitis, 4 participantes sensación de oído tapado, 1 participante para: otalgia acúfenos-tinnitus y sensación de plenitud aural.



Gráfica 3. Antecedentes Extra Laborales

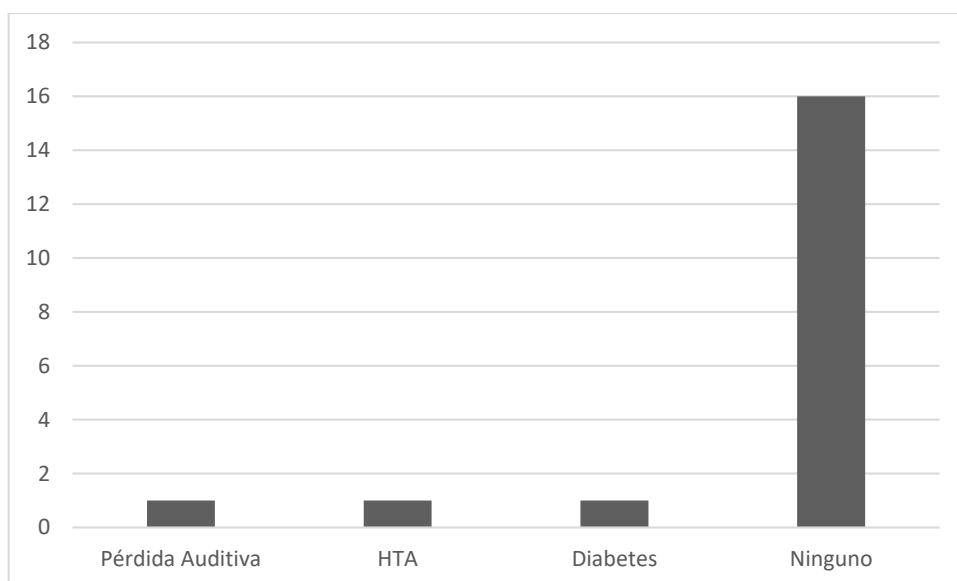
En cuanto a práctica de actividades extralaborales que pueden llegar a generar alteración auditiva, gráfica 3, se obtuvieron los siguientes resultados: 11 participantes

manifestaron no presentar algún antecedente de los expuestos, actividades acuáticas y actividades de tiro caza tejo fue seleccionada cada opción por 6 participantes, actividades automovilísticas por 2 y actividades musicales por 5 participantes.



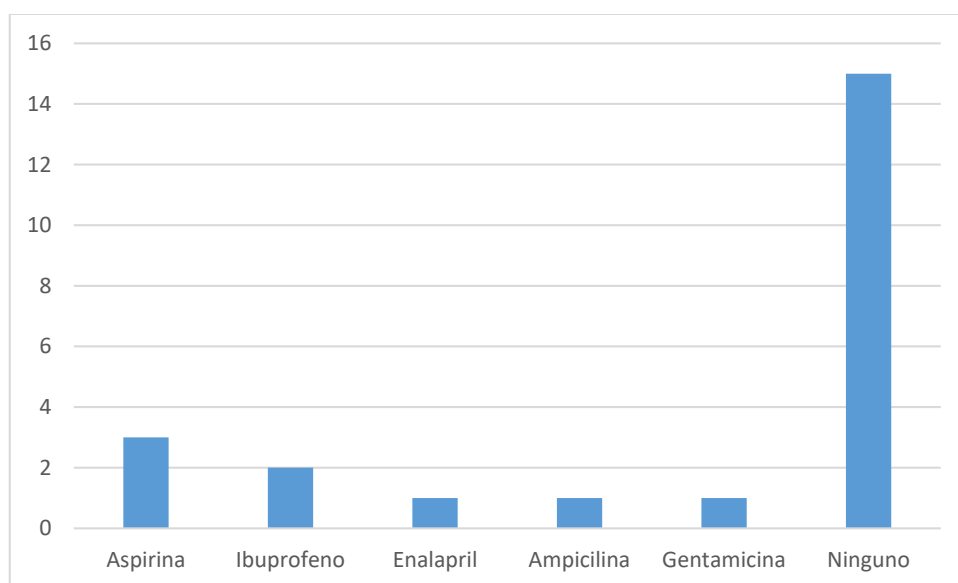
Gráfica 4. Antecedentes extra auditivos

En la gráfica 4, se muestra el resultado obtenido respecto a los antecedentes extra auditivos 15 participantes no refieren algún antecedente de los expuestos, por otra parte cefalea y estrés cada una es escogida por 2 participantes, y vértigo y problemas de equilibrio-mareo lo presentó 1 persona.



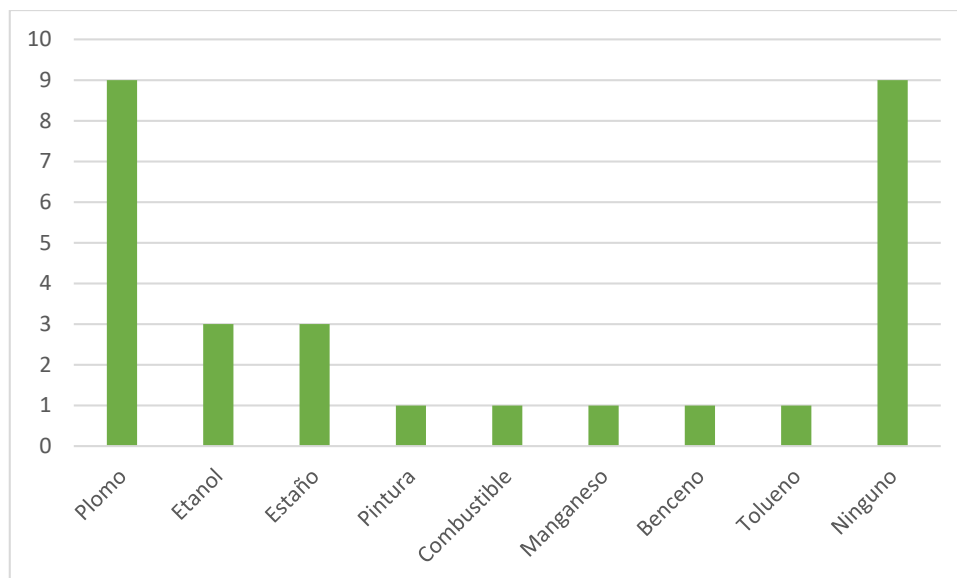
Gráfica 5. Antecedentes Familiares

En la gráfica 5 se muestran los antecedentes familiares, encontrando: pérdida auditiva, Hipertensión Arterial (HTA) y diabetes, señalado por 1 participante cada uno y 15 participantes no reportaron antecedentes familiares. De igual forma es relevante señalar que ninguno de los participantes refirió antecedentes personales.



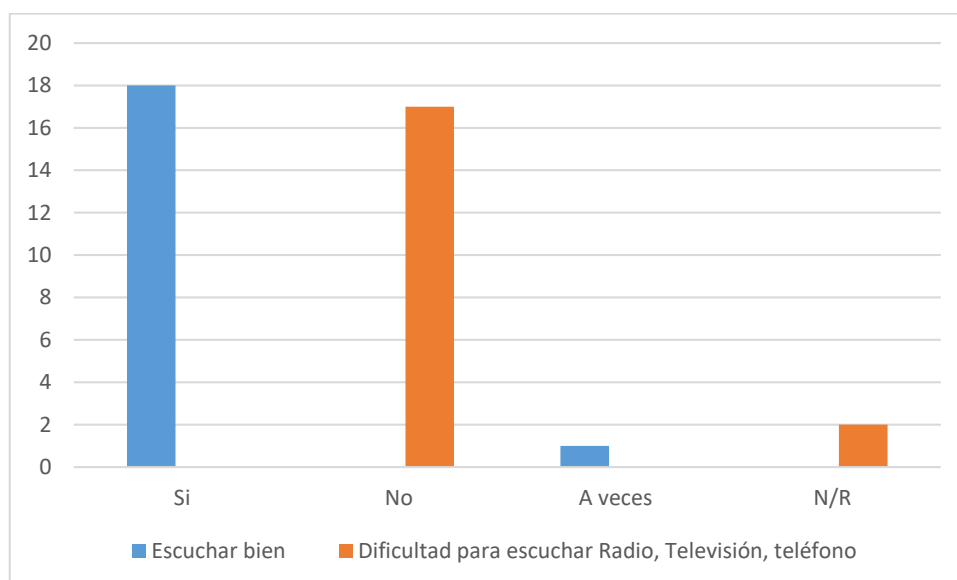
Gráfica 6. Antecedentes Farmacológicos y/o tratamientos prolongados

Respecto a los antecedentes farmacológicos y/o tratamientos prolongados que influyan en su capacidad auditiva, en la gráfica 6 se encuentra que 15 de los participantes manifestaron no haber tenido ningún tratamiento con los medicamentos expuestos, 3 han consumido aspirina, 2 ibuprofeno, ampicilina, gentamicina, enalapril y ampicilina son señalados cada una por 1 participante, relacionado también con los datos arrojados en la gráfica 5 por haber un gran porcentaje en la ausencia de enfermedades asociadas.



Gráfica 7. Exposición a sustancias Ototóxicas y/o ocupacionales

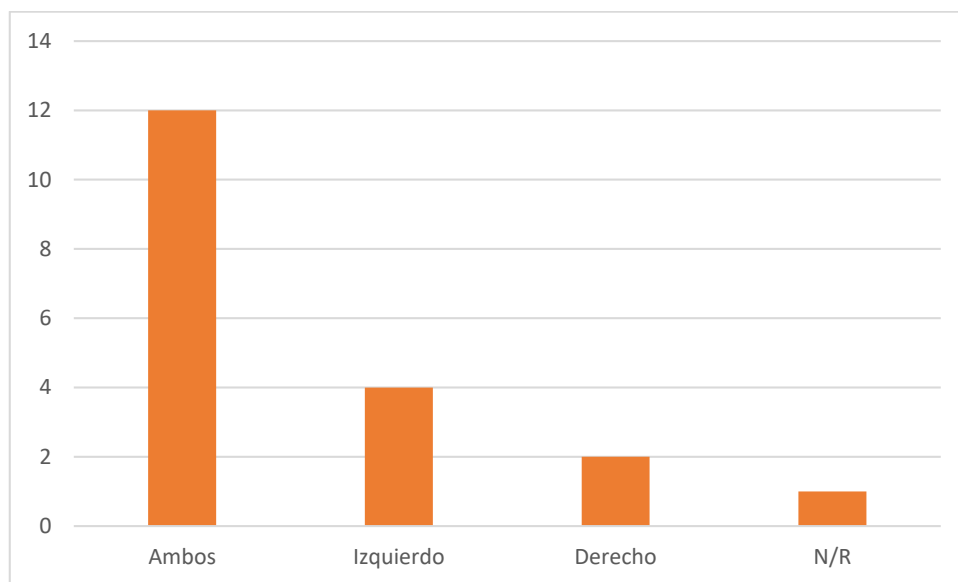
En la gráfica 7, se muestra el resultado obtenido respecto a exposición a sustancias Ototóxicas y/o ocupacionales, encontrando: 9 participantes reportan plomo; etanol 3 y estaño 3; benceno 1, tolueno 1, manganeso 1, pintura 1 y combustibles 1, y 9 participantes no reportaron exposición a las sustancias propuestas. La sustancia de mayor prevalencia de exposición es el plomo, dicha exposición la reportan las personas que cumplen funciones de pintura de las estructuras de los aviones.



Gráfica 8. Características Subjetivas de la Audición

En cuanto a las características subjetivas de la audición se exponen la gráfica 8 y la gráfica 9, encontrando que reportaron escuchar bien 18 de los participantes, 1 a

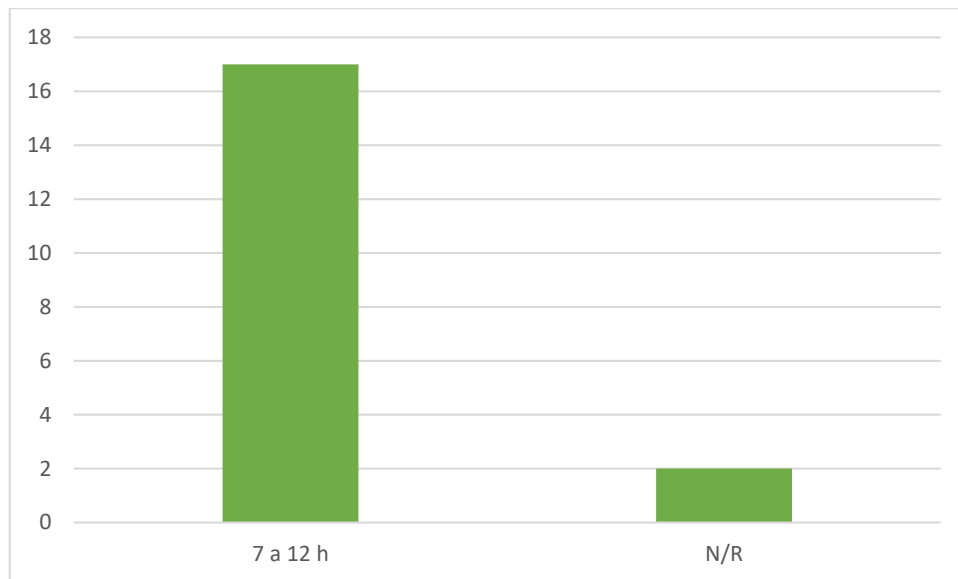
veces, respecto a la dificultad para escuchar no la tienen 17 participantes y 2 no respondieron.



Gráfica 9. Oído por el que escuchan mejor

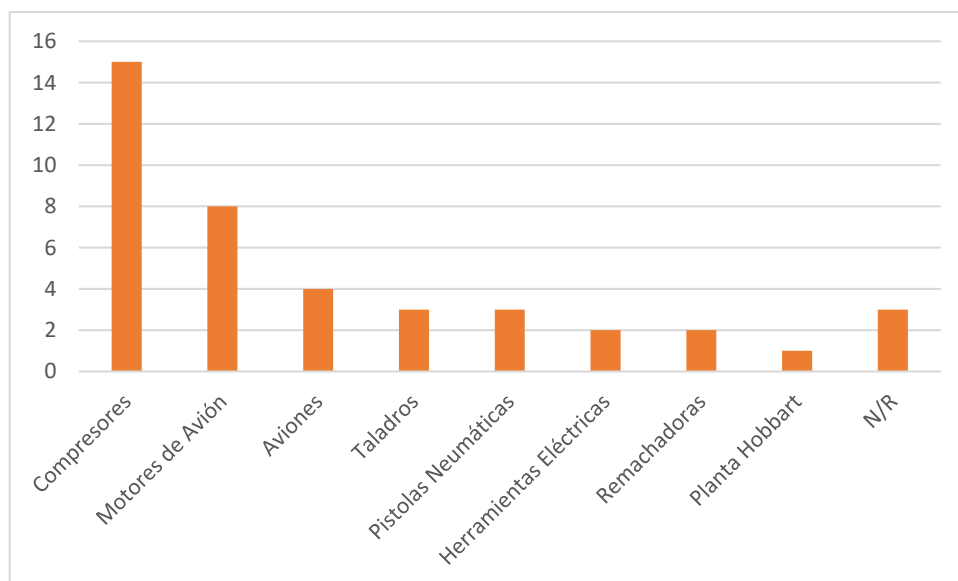
Por su parte, en la gráfica 9 se evidencia que 2 participantes dijeron escuchar mejor por el oído derecho, 4 por el izquierdo, 12 por ambos oídos y 1 no respondió.

A continuación se presentan las gráficas de resultados relacionados con los antecedentes laborales contemplando tiempos de exposición, equipos generadores de ruido y exposición a temperaturas, entre otros.



Gráfica 10. Tiempo de permanencia en área operativa

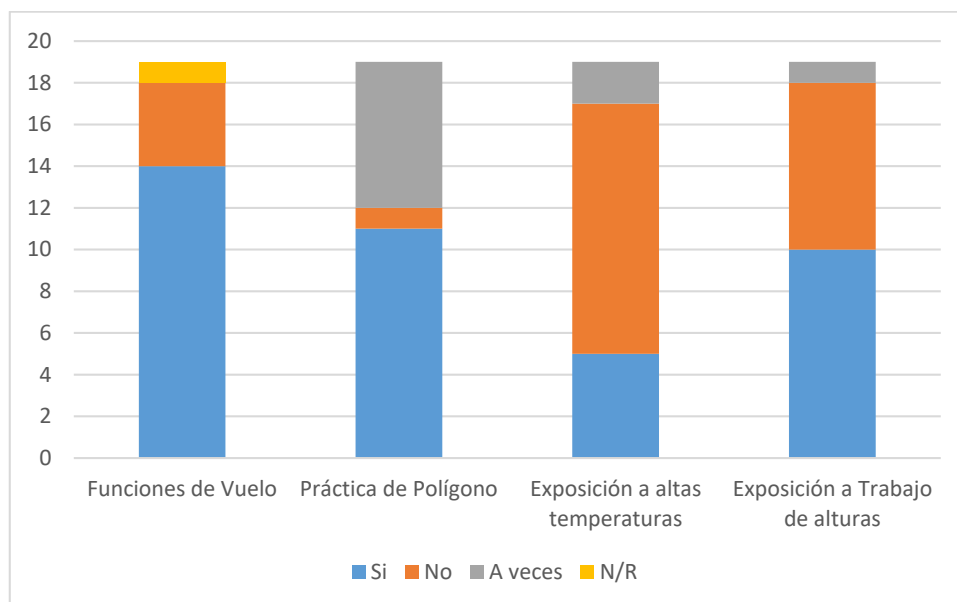
En la gráfica 10 se expone el tiempo de permanencia en el área operativa de mantenimiento, encontrando que el mayor tiempo de exposición es de 7 a 12 horas para 17 participantes y 2 participantes no respondieron.



Gráfica 11. Equipos generadores de Ruido

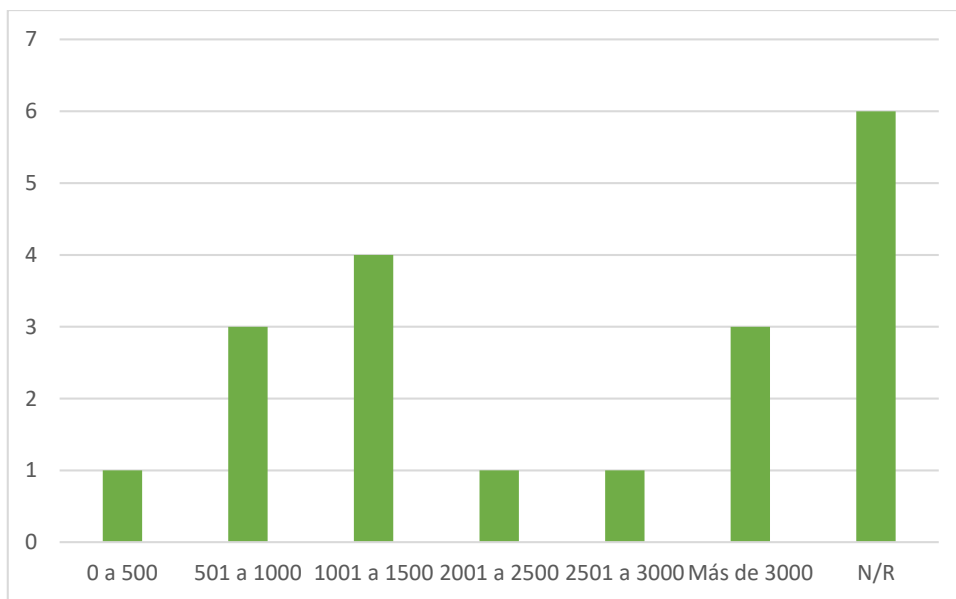
De acuerdo con los participantes y expuesto en la gráfica 11, los equipos que generan mayor ruido en el área de trabajo son: 15 refirieron compresores, 8 motores de avión, 4 personas aviones; taladros y pistolas neumáticas cada una por 3

participantes, herramientas eléctricas y remachadoras 2 cada una, planta hobart 1 y 3 participantes no respondieron.



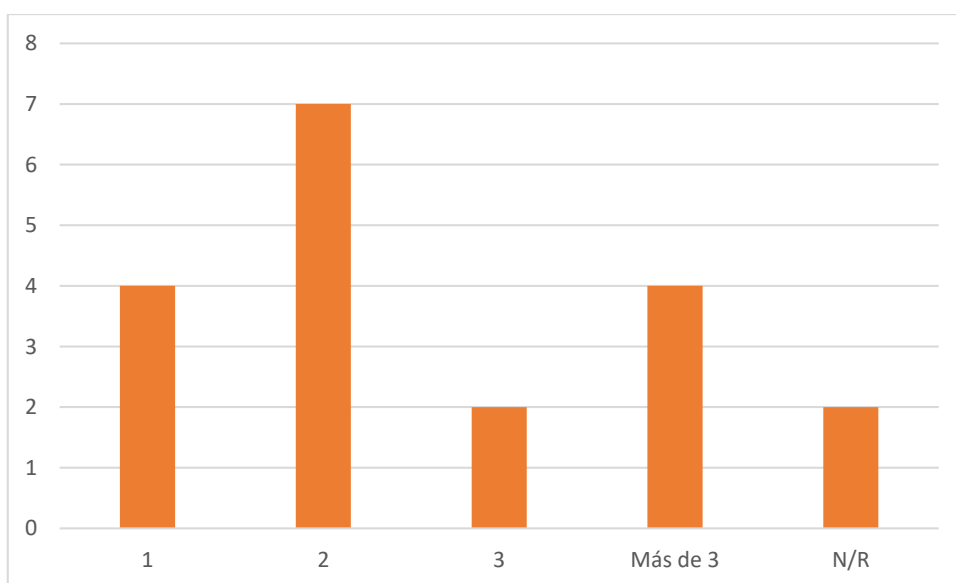
Gráfica 12. Otros Antecedentes Laborales

En la gráfica 12 se presentan otros antecedentes laborales, obteniendo las siguientes respuestas en cada propuesta específica: referente a cumplir funciones de vuelo, 14 afirmaron cumplirlas, 4 no la realizan y 1 participante no respondió. En lo relacionado a la práctica de polígono dentro de su actividad militar 11 respondieron que si la realizan, 1 no y 7 a veces; frente a la exposición a altas temperaturas manifiestan vivenciarla 5 personas, 12 la niegan y 2 expresan que es a veces. En cuanto a la exposición a trabajo de alturas 10 participantes dijeron que si, 8 no y a veces 1 de la población participante. Los antecedentes anteriormente descritos presentan relevancia pues dan información de factores que pueden incidir negativamente en la audición de los participantes.



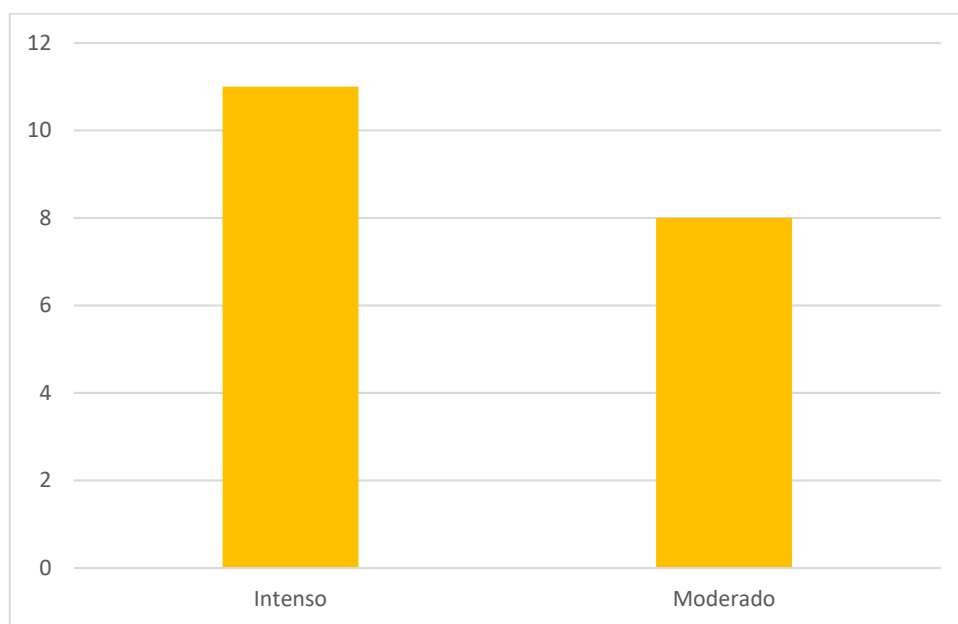
Gráfica 13. Horas de Vuelo

La gráfica 13 corresponde a las horas de vuelo de los participantes, obteniendo 1 dentro de los rangos de 0 a 500 horas y asociados probablemente a quienes inician actividades de vuelo, el indicador más alto es de 1001 a 1500 horas con 4 participantes, más de 3000 horas 3 ligado a quienes han volado más que los demás y no respondieron 6 participantes, que probablemente no tienen actividades de vuelo. Teniendo en cuenta que la función principal del batallón es el mantenimiento en tierra de aviones solo algunos de sus miembros cumplen funciones de vuelo esto explica el porcentaje de no respuesta de algunos participantes.



Gráfica 14. Veces de asistencia a Polígono

Como se muestra en la gráfica 14, respecto a las veces al año que asisten a actividades de polígono en el marco de actividades militares, la mayoría puntúan 2 veces que son 7 participantes, seguido de 1 vez y más de 3 veces al año por 4 cada uno, los que menos asisten son 3 veces al año por 2 participantes y no respondieron 2 personas.



Gráfica 15. Ruido laboral

Los participantes consideraron que al ruido laboral al que más se exponen es intenso 11 y moderado correspondiente a 8 participantes, como se muestra en la gráfica 15.

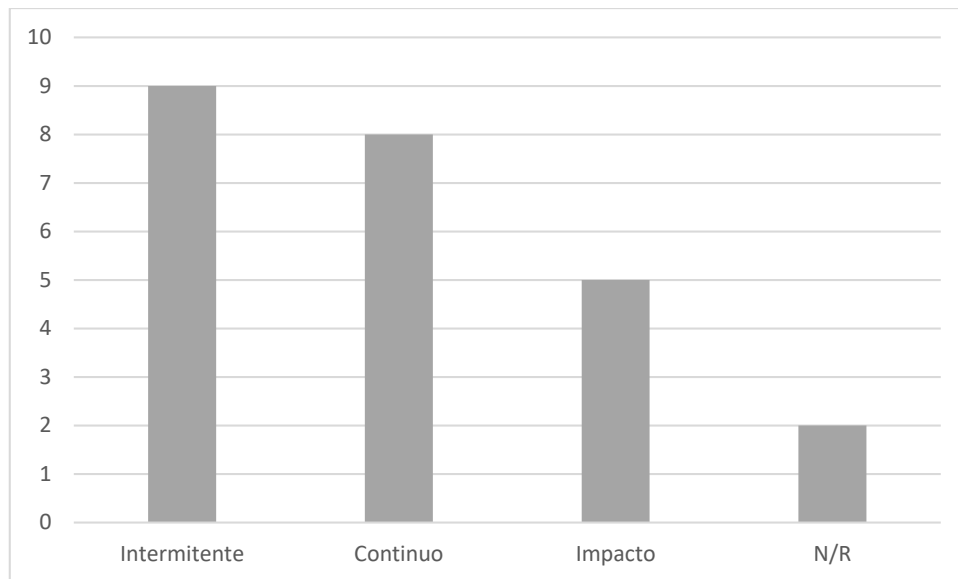
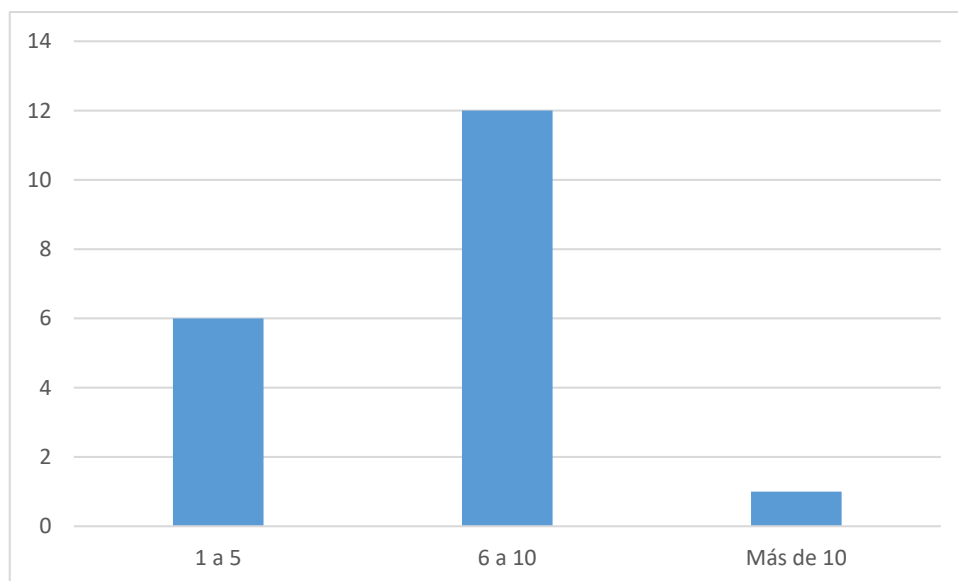


Gráfico 16. Tipo de Ruido Laboral

En el gráfico 16 se evidencia el tipo de ruido al que los participantes consideraron estar expuestos, afirmaron que el ruido es intermitente 9 participantes; ruido continuo 8, ruido de impacto 5 y finalmente no respondieron 2.



Gráfica 17. Horas de Exposición diarias

Los participantes consideraron estar expuestos al ruido a diario en varios rangos, evidenciado en la gráfica 17, por tanto se obtiene que de 6 a 10 horas es la mayor frecuencia, calificada por 12 personas y seguido de 1 a 5 horas expuesto por 6 participantes.

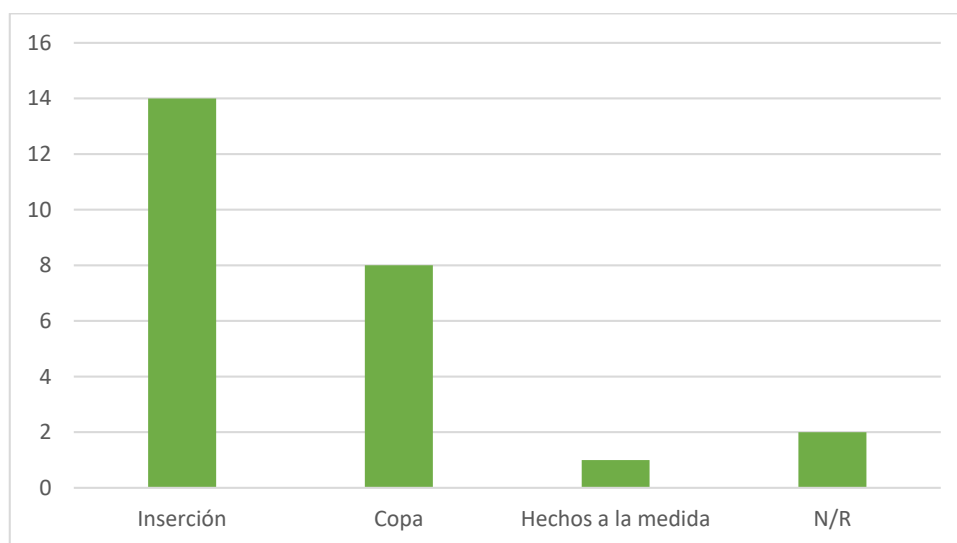
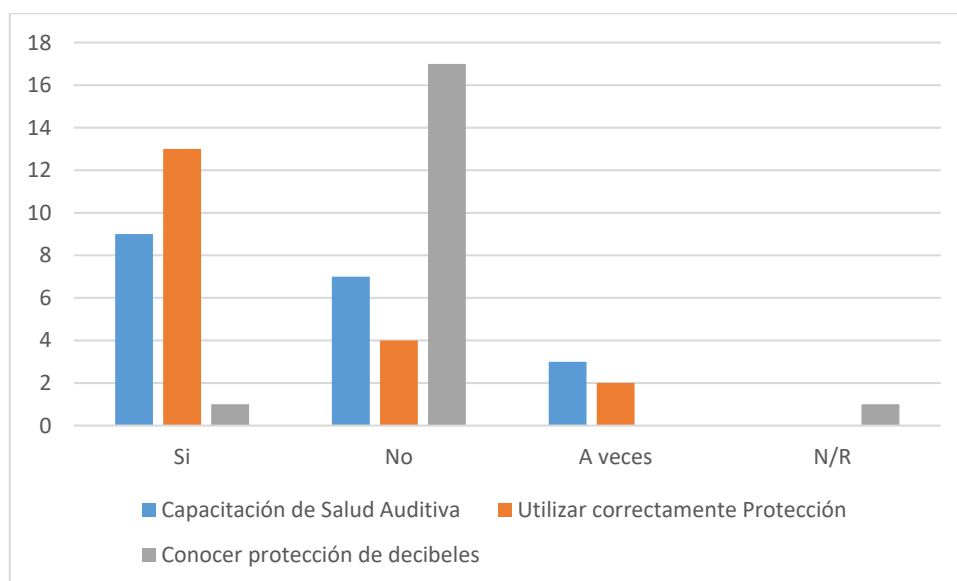


Gráfico 18. Elementos de Protección Auditiva

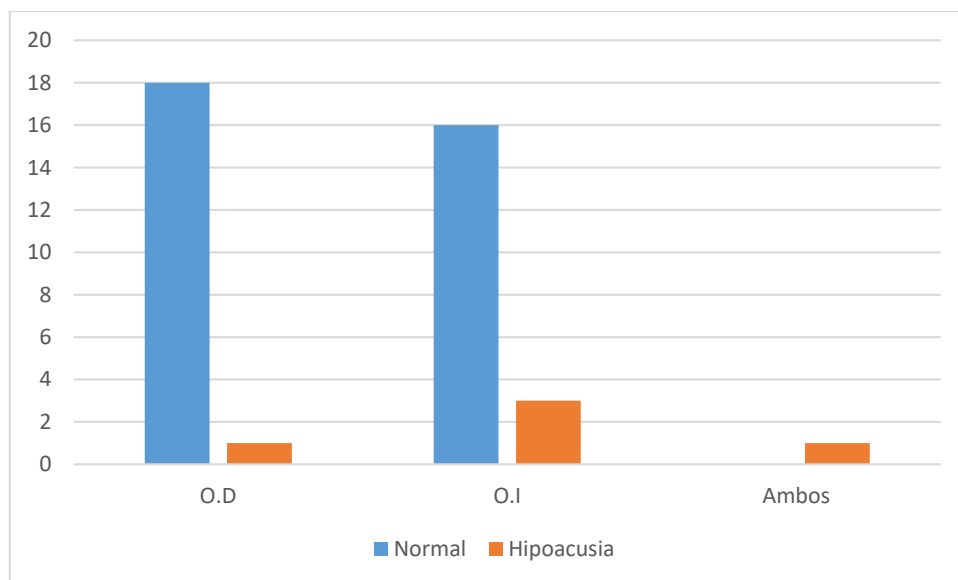
En la gráfica 18 se puede ver que el elemento de protección auditiva utilizado con mayor frecuencia es el de Inserción por 14 participantes, seguido por el de copa con 8 participantes, hechos a la medida con 1 participante y no respondieron 2 participantes.



Gráfica 19. Hábitos Auditivos

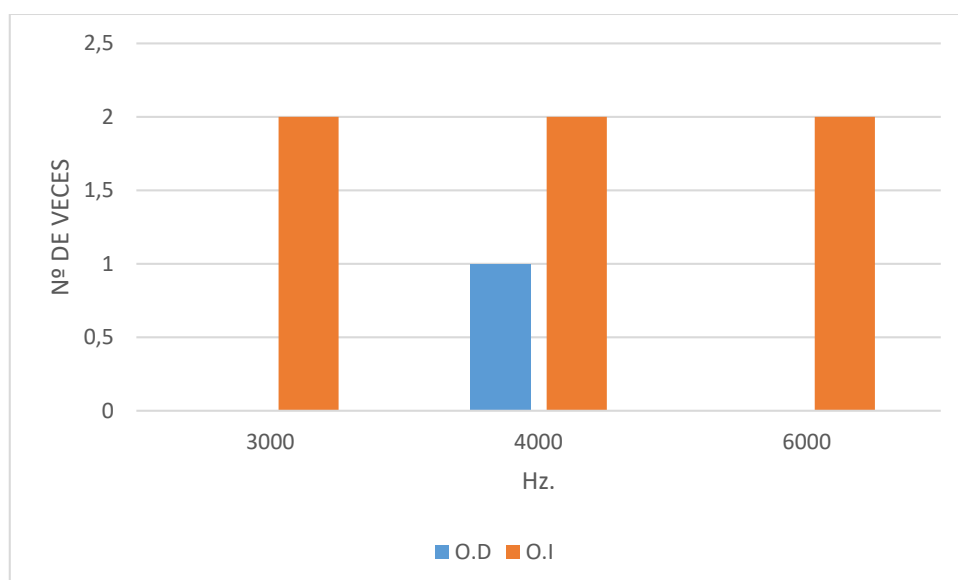
En la gráfica 19 se pueden evidenciar las respuestas obtenidas en el momento de indagar acerca de algunos hábitos como utilizar correctamente la protección auditiva 13 participantes consideraron que lo hacen adecuadamente, 4 no lo hacen y 2 a veces. Frente a conocer cuántos decibeles los protegen los elementos de protección auditiva

que utilizan, 1 respondió que sí sabe, 17 que no y 1 no respondió. Y finalmente, 9 participantes reconocieron haber recibido capacitaciones de salud auditiva, 7 no y 3 a veces de la población participante.



Gráfica 20. Audiometrías

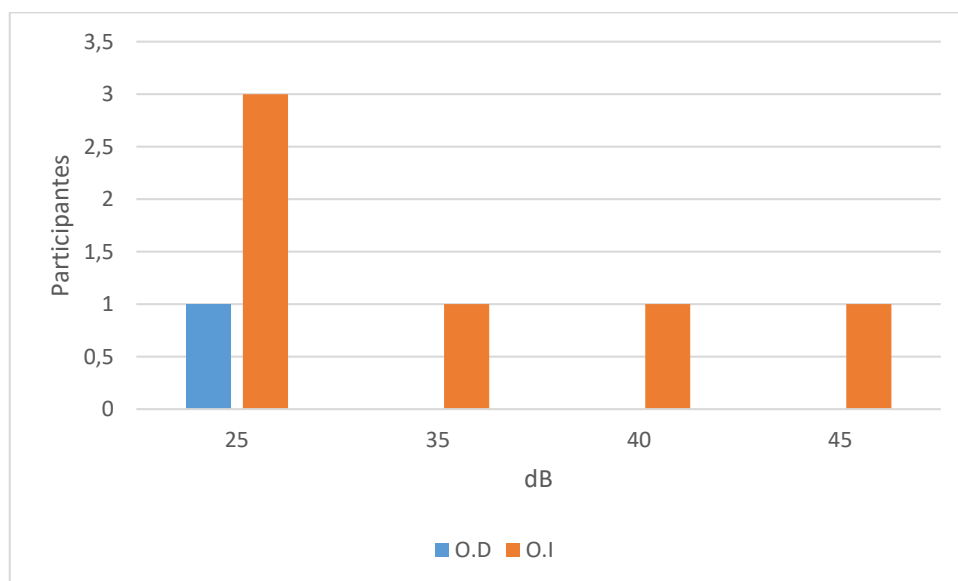
En la gráfica 20, 18 presentaron normalidad en el oído derecho y 1 presentó hipoacusia; en el oído izquierdo 16 presentaron normalidad y 3 presentaron hipoacusia; solo un participante presenta alteración bilateral.



Gráfica 21. Frecuencia de alteración en audiometrías.

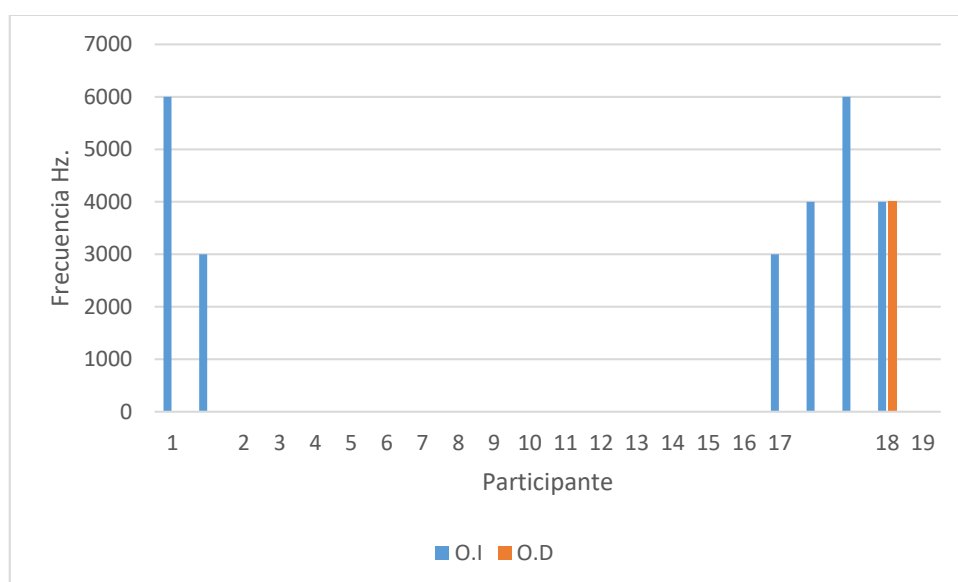
En la gráfica 21 se muestran las frecuencias donde los participantes presentaron algún tipo de alteración, obteniendo en el oído derecho 1 en 4000Hz; por su parte,

para el oído izquierdo se obtuvo 2 en 3000, 4000, 6000 Hz respectivamente para cada una.



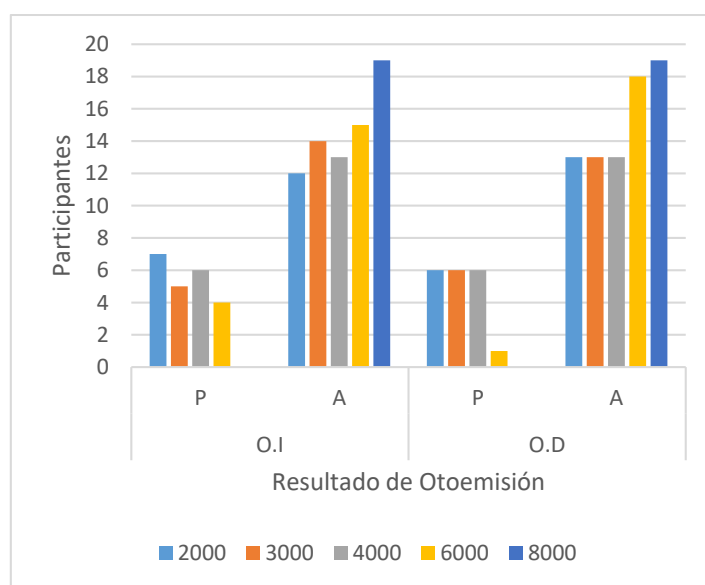
Gráfica 22. Descensos auditivos en audiometrías.

En la gráfica 22 se presentan los resultados específicos de frecuencias encontrando que las alteraciones se presentaron así 1 en OD a 25 dB, 3 en OI a 25 dB y de a una vez con alteraciones a 35, 40 y 45 dB.



Gráfica 23. Frecuencias de audiometrías específicas por sujeto

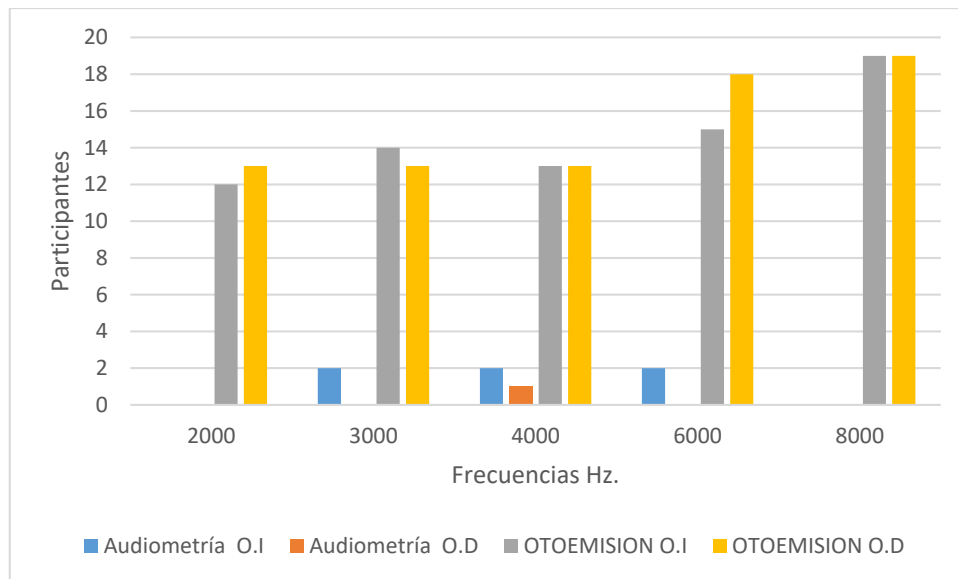
En la gráfica 23 se presentan los resultados específicos de frecuencia en audiometría por cada participante, encontrando que las alteraciones las presentan: el sujeto 1 en 3000 y en 6000Hz del oído izquierdo; el sujeto 17 en 3000 – 4000 y 6000Hz del oído izquierdo y el sujeto 18 presenta alteración en 4000Hz de forma bilateral



Gráfica 24. Resultado de Otoemisiones

En la gráfica 24, se describe la presencia (P) o ausencia (A) de las otoemisiones acústicas producto de distorsión. Respecto a la ausencia del producto de distorsión en el oído izquierdo se encontró que 12 sujetos no presentan en frecuencia de 2000 Hz, 14 sujetos en frecuencia de 3000Hz y en 4000Hz 13, 15 personas con ausente para frecuencia de 6000Hz y se encontraron 19 participantes sin otoemisión en frecuencia de 8000Hz.

Para el oído derecho, la otoemisión es ausente para cada una de las frecuencias de 2000, 3000 y 4000Hz por 13 participantes para cada una, en la frecuencia de 6000Hz 18, mientras que para la frecuencia de 8000Hz, todos los participantes la reportan ausente.



Gráfica 25. Comparación Resultados Audiometría y OEADP

En la gráfica 25 es posible observar los resultados generales de las OEAPD y las audiometrías tonales, encontrando para las primeras que en el oído izquierdo presentaron alteración en las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz cada una por 2 participantes y el oído derecho en la frecuencia de 4000 Hz por un participante. Por su parte, para las OEAPD se encuentran anomalías de la siguiente forma, para el oído izquierdo 12 participantes en la frecuencia 2000 Hz, 14 en 3000 Hz, 13 en 4000 Hz, 15 en 6000 Hz y todos en 8000 Hz; para el oído derecho 13 en 2000, 3000 y 4000 Hz, 18 en 6000 Hz y todos en 8000 Hz.

En esta gráfica, es viable observar la comparación entre los resultados de la OEAPD y los resultados de la audiometría, coincidiendo en algún tipo de alteración en las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz del oído izquierdo; para la frecuencia de 4000 Hz en oído derecho. Todos los sujetos con resultado de audiometría normal 16, presentaron ausencia de OEAs en una o más de las frecuencias evaluadas.

DISCUSIÓN

La presente investigación es la primera que se realiza en la unidad militar con el fin de documentar e iniciar el conocimiento específico en el área de la salud auditiva y de la condición de sus integrantes, en pro de mejorar y beneficiar las acciones que allí se realizan a nivel ocupacional, igualmente será el primer escrito en referencia al tema auditivo dentro de la unidad ya que no cuenta con personal que desarrolle procesos investigativos, ni su documentación. Por tanto esta se constituye en el primer acercamiento y punto de partida para que el batallón se interese aún más por el tema y tipo de estudio, pudiendo referenciarlo a otros batallones de la División de Aviación en donde se pueden generar expectativas frente a la salud auditiva del personal militar, así mismo recomendar a la sección de medicina aeroespacial la implementación de pruebas más específicas y complementarias a la ya realizada con el fin de precisar y prever los diagnósticos, así como mejorar las medidas de prevención.

En la etapa inicial del proceso y tras la aplicación de la primera fase de la investigación se alcanzó una muestra de 69 sujetos, pero factores en el cumplimiento de obligaciones militares (viajes al exterior, cursos en otras unidades, traslados, vacaciones, comisiones de vuelo a diferentes partes del país, eventos adversos en la unidad y fallas técnicas) impidieron que 44 de los participantes completaran el proceso, 6 fueron excluidos por alguno de los factores requeridos para el estudio y por ello la muestra final es de 19 sujetos que corresponden al 30.1% de la muestra inicial. A pesar de la muestra, es interesante observar los resultados significativos y la relevancia de evaluar la población militar activa del BAMAV1.

Las alteraciones auditivas en diferentes grados y manifestaciones, especialmente en hábitos auditivos y extrauditivos y relacionados al funcionamiento sensorial, recobran importancia cuando se hablan en el ámbito laboral y aún más el militar. Este estudio presenta los resultados Sociodemográficos, de Historia Clínica, Audiometría Tonal y de Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEAPD) de 19 integrantes del Batallón de Mantenimiento de Aviones n° 1 (BAMAV1) División de Aviación Ejército Nacional, que a continuación serán discutidos.

Inicialmente es relevante conocer el grado jerárquico de los participantes, como se evidencia en la gráfica 1, dado que el rango Sargento Viceprimero (Sv), será quien lleve más tiempo integrando a las fuerzas militares por lo tanto la probabilidad de haber participado durante más tiempo en actividades generadoras de ruido es más alta, mientras que los Cabos Terceros (C3), serán quienes lleven menos tiempo de integración a la fuerza y por tanto se presume que han estado menos expuestos que los primeros, reconociendo que dentro de la actividad militar el rango determina años de trabajo, edad y por lo tanto tiempo de exposición a factores de riesgo, no obstante cabe aclarar que no son los únicos grados existentes. De acuerdo con la Sociedad Chilena de Medicina de Aviación y del Espacio (2011) “los trabajadores sometidos a ruido, entendido éste como todo sonido que interacciona e interfiere en la calidad de vida del ser humano y que puede afectar su salud, caracterizado como un sonido molesto, desagradable o insoportable que representa un riesgo laboral ya que puede dañar la audición comprometiendo estructuras nerviosas del oído en forma categórica y permanente”, dicho aspecto ligado estrechamente con los antecedentes familiares, personales, otológicos, farmacológicos y extra auditivos indagados en el presente estudio y que se asocian como factores concomitantes, sin embargo se evidencia que

la mayoría de los participantes no refieren ninguno de los antecedentes expuestos, incluso ninguno refirió antecedentes personales.

Así mismo, respecto a los antecedentes otológicos se identificaron con mayor aparición la otitis, sensación de oído tapado, acufenos / tinnitus, otalgia y sensación de plenitud aural (gráfica 2) implicando factores relevantes en la actividad laboral diaria; si fuese posible comparar el estado inicial respecto al nivel auditivo de los participantes cuando ingresaron al Ejército y luego a la División de Aviación, fuese posible corroborar el estudio realizado por Noise and Health (2011) de las fuerzas armadas Suecas, donde de acuerdo a la actividad militar y a factores indagados en el presente estudio, los relacionan como predisponentes a la pérdida en comparación a lo presentado antes del inicio del servicio militar.

Para Morata, et. al., (2011), en los últimos años se ha puesto énfasis en una visión más holística del estudio del lugar de trabajo, por tanto en su análisis se considera una combinación de factores físicos, químicos, biológicos y elementos que se relacionan con la salud y el bienestar de los trabajadores, de igual forma, basados en este enfoque generan iniciativas para investigar los efectos combinados de la exposición laboral al ruido y otros factores nocivos en la audición, deduciendo que en particular es la interacción potencial (y posiblemente sinérgica) entre el ruido y las sustancias químicas, resultando altamente influyentes en pérdidas auditivas. En el caso del presente estudio es viable mencionar que los participantes señalaron con mayor existencia la exposición a plomo, seguido de etanol, estaño, benceno, tolueno, manganeso, pintura y combustibles conforme se presenta en la gráfica 7, pero de las cuales dentro de la unidad militar no se tiene mayor información acerca de los

porcentajes de las mismas, ni de las composiciones químicas de algunas sustancias utilizadas, ya que se manejan por nombre comercial, evidenciándose desconocimiento del tema por parte de los participantes, por lo cual dicha situación podría dar fundamento a un estudio investigativo.

Siguiendo con este apartado, la OIT (2010), en la recomendación 194, que plantea una lista de las enfermedades profesionales y sus causas, exponiendo que los agentes químicos entre ellos diversos solventes son potencialmente ototóxicos y dentro de los agentes físicos, el ruido es el único en la lista que puede afectar a la audición. En este orden de ideas y adyacente a los elementos ya mencionados se encontró que hay equipos disponibles en la labor aeronáutica que contribuyen al ruido tales como compresores en su mayoría, seguido de motores de avión, aviones, taladros, pistolas neumáticas, herramientas eléctricas, remachadoras y planta hobbart (gráfica 11), sin establecer de manera cuantitativa dentro del batallón (sonometría) los niveles que produce cada fuente emisora, para Checura (2011), “este ruido es perjudicial y se encuentra tanto en las cabinas de las aeronaves como en su exterior, afectando tanto a pilotos como al personal de línea en tierra que atiende las aeronaves, por ende los altos niveles de exposición a ruido ocurren dentro de las aeronaves como fuera de estas, así como antes y después de cada operación de vuelo”.

Ahora bien, respecto a las horas diarias de trabajo en el área operativa de mantenimiento referido a la jornada laboral 17 (89.4) de los participantes manifestó estar de 7 a 12 horas en el área operativa (gráfica 10) y 12 (63.1) relacionó de 6 a 10 horas de exposición a ruido en general durante la jornada laboral (gráfica 17), viniendo

al caso la explicación de Goelzer *et al.*, (2001), quienes enuncian que “la exposición a ruido prolongado de alta intensidad produce un desplazamiento temporal del umbral auditivo. Cuando la exposición a ruido se produce a diario en una jornada de 8 horas, la recuperación de las células ciliadas externas no es completa, y se va generando un cambio permanente en el umbral auditivo”.

En la audiometría tonal 3 (15.7%) de los participantes obtuvo resultados de algún tipo de alteración en frecuencias agudas entre 3 y 6 HZ. Según Salesa es fundamental disponer de una audiometría del paciente antes del inicio de cualquier diagnóstico y tratamiento, incluyendo las pérdidas auditivas por ruido (Salesa *et al.* 2005). Se reconoce la probable presencia de una pérdida auditiva inducida por ruido cuando es posible observar una caída notoria en las frecuencias 3, 4 o 6 kHz en el audiograma, esta caída es llamada notch o escotoma. Coles, Lutman, & Buffin (2000).

A pesar de la importancia y ya tradicional implementación de la audiometría como sistema de medición de la audición a nivel laboral, las EOA se plantean como una manera mucho más efectiva para la detección temprana de la PAIR que otras evaluaciones. Esto se debe a que el daño auditivo se evidencia en este examen antes que en otros, las OEA presentan una sensibilidad muy superior a la obtenida mediante la audiometría tonal liminar mejorando el valor predictivo de esta última, sobre todo en las frecuencias agudas. Konopka *et al.*, 2000; Goelzer *et al.*, (2001).

En la aplicación de Otoemisiones Acústicas Producto de Distorsión (OEADP) se evidencio la ausencia de las mismas en la mayoría de frecuencias aunque en la prueba de audiometría se obtuvieron 16 (84,2%) resultados de normalidad. Todos los sujetos presentaron ausencia de otoemisiones en por lo menos una o varias

frecuencias, con mayor incidencia para el oído derecho. Las frecuencias más alteradas fueron 6000 y 8000 Hz de manera bilateral, según un estudio chileno la frecuencia de 8000Hz es la que presenta menor amplitud y menor presencia de OEADP (Pinochet, Alegria, Romero, Cañete, 2012), las menos alteradas 2000 y 40000 Hz en oído izquierdo y 2000, 3000,4000 Hz en oído derecho. Al igual que en la audiometría, en las OEAs no todas las frecuencias presentan el mismo grado de afección. Según Márquez, las frecuencias que primero experimentan cambios en este examen son: 3.000, 4.000 y 6.000 Hz (Marquez 2006). Esto concuerda con estudios como el realizado en tiradores de bala, que están expuestos a trauma acústico agudo, se observó que la mayor reducción de las Otoemisiones acústicas producto distorsión (DPOEA) ocurría en las frecuencias 2,5 y 4 kHz en el oído izquierdo. Konopka, Pietkiewicz, Zalewski, (2000). Otro estudio que pretende demostrar la importancia de las EOAs en el diagnóstico precoz de PAIR es el realizado por Shupak, Tal, Sharoni, Oren, Ravid&Pratt (2007) quién obtuvo que después de 2 años de exposición a ruido, la amplitud de las DPOAE se reducía en las frecuencias 3809, 4736 y 5957 Hz.

Evidenciando que el ambiente aeronáutico es rico en fuentes emisoras de ruido y que el BAMAV1 no es la excepción a dicha condición, la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a ambientes ruidosos es fundamental con el fin de preservar los niveles auditivos dentro de límites normales, la vigilancia comprende pruebas tamiz, audiometricas, cuestionarios de síntomas. Todo esto debe ir acompañado de otras acciones de promoción como la educación y la motivación de los trabajadores. GATI-HINR (2006).

Las funciones propias de la actividad militar dificultan la continuidad de los procesos, limitan la participación en las actividades programadas, dicha circunstancia genera que no toda la población acceda a la información por ejemplo a la de promoción y prevención, de allí la importancia de complementar la evaluación que realizan actualmente con una prueba objetiva como las OEAPD que garantice un diagnóstico más específico y oportuno en donde se puedan tomar medidas de control que favorezcan la salud auditiva de los individuos.

Una de las herramientas para mejorar, organizar y ejecutar las acciones dentro del área de salud ocupacional es el ciclo de mejora continua PHVA fué desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado por W, Edwards Deming. Por esta razón es frecuentemente conocido como el Ciclo de Deming. Dentro del contexto de un Sistema de Salud Ocupacional, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. ARL Sura (2010).

Esta investigación es importante dentro del área de salud operacional como sustento y base que fundamente procesos de interés, cambio, organización y mejora de las actividades de promoción y prevención que realizan actualmente.

CONCLUSIONES

Caracterizar el estado auditivo de la unidad militar es de gran relevancia por el factor de riesgo permanente y contundente al que se exponen a diario y por varios años según su grado militar. Más aún, cuando no existen documentos que evidencien estudios previos para el BAMAV1, a pesar de la importancia de realizar seguimientos y controles periódicos, pero que se realizan con la audiometría tonal y como lo evidencia la literatura, no es suficiente para determinar un diagnóstico completo y asertivo. El grupo de militares participantes dentro del estudio se constituye en el primero que accede como población objeto de un proyecto investigativo en la unidad militar.

Se evaluaron 19 sujetos que completaron las fases programadas y dan a conocer o dejan vislumbrar hábitos auditivos dentro y fuera de la actividad militar, se establecen según los antecedentes encontrados que no solamente el riesgo físico y químico pueden afectar la audición a nivel laboral, sino que aspectos en cuanto a antecedentes referidos por los participantes dentro de la historia clínica como actividades extra laborales que involucran ruidos como, actividades musicales, automovilísticas, tiro, caza, tejo, reportadas por 8 (42,1%) de los sujetos, incluyendo también la exposición a ototoxicos referida por 10 (52.6%) participantes del que la unidad no tiene mayor información, polígonos dentro del cumplimiento de la instrucción militar 18 (94.7%) sujetos y cumplimiento de funciones de vuelo como tripulantes 14 (73.6%), dichos factores pueden contribuir a generar también alteración auditiva,

Es posible establecer en la audiometría tonal, que 16 (84,2%) de los participantes presento audición normal bilateral pero en la aplicación de OEAPD todos presentaron algún tipo de alteración, con mayor incidencia para el oído derecho y en las frecuencias de 6000 y 8000 Hz de manera bilateral. Presentaron ausencia de otoemisiones en fr. 8 HZ los 19 (100 %) evaluados de manera bilateral, en fr de 6000 Hz para oído derecho 18 (94,7%) y en oído izquierdo 15 (78,9%), lo que demostraría que para el batallón y en general para las unidades de aviación sería conveniente poder realizar una prueba más específica como se explicó a lo largo de la investigación, en busca de prevenir o alertar sobre la PAIR, lo que en el futuro representaría posiblemente menos indemnizaciones para juntas medicas de baja o retiro voluntario.

A nivel de Promoción y Prevención 9 (47,3%) del grupo evaluado ha tenido acceso a algún tipo de capacitación en salud auditiva, 13 (68,4%) creen que utilizan los elementos de protección adecuadamente, 17 (89,4%) de ellos no saben el nivel de atenuación de la protección auditiva que utilizan, el protector de inserción es el más utilizado con un reporte de 14 (73,6%) sujetos.

En general se observó que al personal militar le hace falta mayor información, sobre la salud auditiva, factores de riesgo, igualmente la realización de actividades que motiven el interés, la participación y que realcen la importancia de este tema y la trascendencia del mismo en su vida actual y futura tanto a nivel laboral como personal

Se debe sensibilizar a los comandantes y subalternos de la unidad respecto a la importancia del tema tratado pues no cuentan con un programa de conservación de

salud auditiva de manera formal, ni estrategias para la promoción y prevención de la misma con actividades periódicas y secuenciales

RECOMENDACIONES

Implementar un plan de vigilancia y conservación en salud auditiva que ejecute actividades de manera continuada, con el que se pueda concientizar a los militares sobre los riesgos al que está expuesto su sistema auditivo en el medio aeronáutico.

Motivar al personal a participar dentro de las actividades de forma voluntaria entendiendo que es en pro de su bienestar.

Realizar actividades que generen interés que sean dinámicas, que puedan captar la atención del personal, se entregara a la unidad material educativo a manera de ejemplo para que los encargados de la unidad visualicen lo que pudiesen hacer a futuro.

Se entregara un material para uso del batallón a manera de capacitación en prevención y promoción de la salud auditiva

Recomendar a la sección de medicina aeroespacial la posible implementación dentro de la división de aviación y unidad certificadora de vuelo (CACSA), el uso de pruebas más específicas a nivel auditivo como las OEAPD que complementen la valoración audiométrica.

REFERENCIAS

20 años de gloria sobre el horizonte, Ejército Nacional de Colombia, Escuela de Aviación del Ejército. (2015).

A cochlear model for acoustic emissions. J Acoust Soc am. Furst M, Lapid M. (1988).

Asociación entre los resultados de la audiometría tonal y las otoemisiones acústicas producto de distorsión en pilotos de aviación. Universidad Iberoamericana, Paez, P, A. (2003).

Aplicación de los productos de distorsión acústica en la patología del ruido. ORL iberamer 2000; XXVII, 42000. A. Morant, J. Mata, M orts, A. Postigo, J. Marco. (2000).

Audiología Básica /ed. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Bogotá Colombia. O. Gómez; F. Ángel, (2006).

Audiología visión de hoy. Gallego G, C; Sánchez P, M. (1992).

Aplicabilidad de un instrumento estandarizado para evaluar el daño auditivo en trabajadores expuestos a ruido. Revista Cubana de Salud y trabajo. Vol 7, `pag 17-23. (2016)

Batallón de mantenimiento de aviones N01. División de Aviación Asalto Aéreo. Ejército Nacional. Bastidas, B, R (2016).

Características de los transientes de emisiones otoacústicas evocadas (TF.QEs) neonatos. Acta Otolaryngol (Stockh). Lestang P, Avan P Bonfils, P. (1997).

Cochlear mechanism and otoacoustic emissions. Avd. Audiol. Vol 7. Basel, Karger, Cianfrone G; Kemp DT eds (1990).

Comparación de emisiones otoacústicas producto de distorsión en individuos expuestos y no expuestos a ruido ocupacional, Unidad de Riesgos Físicos, Asociación Chilena de Seguridad, Vicuña Mackenna 152, Santiago, Chile. Salazar, A (2006).

Conceptos Fisiologicos de Medicina de Aviacion, Centro de Medicina Aeroespacial, Sociedad Chilena de Medicina y Aviacion del Espacio, edicion (2011)

Distortion product emissions in humans. I. Basic properties in normally hearing subects. Ann OtolRhinolLaryngol Lonsbury – Martin BL, Harris FP, Stagner BB, Hawkins MD, Martin GK. (1990).

División de Aviación asalto aéreo, directiva permanente 020. Manual de entrenamiento aeromédico para la aviación del ejército, (2012).

Educación médica continuada Ltda. Pfizer. Coutinho H, de Toledo – (1999).

Efectos de la variación de la intensidad de los tonos primarios sobre la amplitud de emisiones otoacústicas producto de distorsión en sujetos con audición dentro de rangos de normalidad. Viña del Mar, Chile: Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. Pinochet, K, Alegría, K, Romero, M, Cañete, O. (2012)

El desarrollo de la resolución de la frecuencia coclear en el sistema auditivo humano. Y (1996).

Estudio de seguimiento de las audiometrías de los años 2009, 2010 y 2011 de los pilotos de las fuerzas militares, Cepeda, G, D; Arrieta, M, N (2012).

Evidencia científica de la exposición ocupacional de solventes orgánicos y su relación con la hipoacusia neurosensorial. J. Rincón Médico esp Salud Ocupacional Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Enfermería, Maestría en Salud y Seguridad en el Trabajo, Bogotá. Rincon, J (2014).

Evidencia for cochlear origin for acoustic reemissions. Hear Res. Wilson JP. 1980

Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. Kemp DT.

Evoked otoacoustic emissions in newborn hearing screening. Laryngoscope. Bonfils P, Dumont A, Marie P, Francois M, Narcy P.

Exploración auditiva en adolescentes mediante el uso de otoemisiones acústicas. Fisiore, L; Jannelli, A; Casaprima, V; (2003).

Exploring cochlearl, status with otoacoustic emissions. The potential for new clinical applications. En: robinette MS, Glatcke TJ editores. Otoacoustic emissions. Clinical applications. New York, Stuttgart, Thieme. Kemp, DT ;(2002).

Guía de atención integral basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo (GATIHNIIR. Ministerio de protección social, (2006).

Hipoacusia inducida por ruido estado actual. Revista cubana de medicina militar vol. 35 (No 4). Hernández, S, H. (2006).

Hearing health risk in a population of Aircraft Carrier Flight deck personnel. Military Medicine. Vol. 169. Roving, G, W, CDR, USN

Identification of neonatal hearing impairment: evaluation of transient evoked

La distorsión producto de emisiones otoacústicas ($2f_1 - f_2$) como una función de la amplitud de la F_2/F_1 ratio frecuencia y nivel de tono principal separación en humanos adultos y neonatos. Acoust, J, Soc, A, Abdala C, Sininger. Abdala, C (1996).

Las alas en las botas de los soldados, de la división de aviación asalto aéreo, escuela de aviación. Tovar, G; My, Monroy, M; My, (2016).

Medio militar y trastornos auditivos inducidos por ruido. Revista militar de la habana vol. 42 (No 3). Hernández, S, H. (2013).

Metodología de la investigación Sampieri R; Fernández C; Baptista P. (2000)

Métodos de la evaluación auditiva. Goycoolea, V. 2003.

Monitoreo ruido medioambiental en la División de aviación. C.I. Conhintec S.A. y Biosolutions Ltda., (2011).

Otoacoustic emissions analysis and interpretation for clinical purposes. En Grandori F. Kemp TD, Ryan S, Bray P.

Otoacoustic Emission, Distortion Product Otoacoustic Emission and auditory Brain Stem Response Test performance. Norton SJ, Gorga MP, and Widen JE et al Hear & Hearin (2000).

Otoacoustic emissions in normal and hearing impaired adults. BrJ Audiol Stevens JC. Click-evoked. (1988).

Otoemissions provoquées: une nouvelle technique d'exploration fonctionnelle de la cochlée. Ann- Otolaryngol Chir Cervicofac Bonfils P, Uziel A, Pujol R. Les oto- émissions acoustiques. (1987).

Outer hair cell electromotility and Otoacoustic Emissions. Brownell WE. Ear and Hearing (1990)

Perfil Epidemiológico de la Hipoacusia en un personal de ala rotatoria de la compañía guaymaral (Policía Nacional de Colombia). Universidad Nacional Vásquez, Q, R. (2013).

Planeación estratégica en salud ocupacional desde el ciclo phva. ARL Sura.(2010).

Producto de distorsión de emisiones otoacústicas represión tuning curvas en humanos adultos y neonatos .Aidan D. 17. Sininger Abdala, YS Ekelid M, Zeng FG. (1996).

Posibles efectos del ruido, los cambios de presión atmosférica y la aceleración sobre el sistema auditivo vestibular del personal de vuelo de la Fuerza a Área Colombiana. Universidad Iberoamericana, Páez, P, A (2000).

Programa de prevención de la hipoacusia neurosensorial. Comando general de las fuerzas militares, dirección general de sanidad militar, subdirección de salud, salud ocupacional, (2009)

Relación entre el ruido de aviación militar y la pérdida de la capacidad auditiva en los trabajadores de mantenimiento de la estación aeronaval Manta. Vargas, M, E; Torres, R, A. (2014)

Spontaneous Otoacoustic Emissions: clinical interest Laryncoscope. Bonfils P 1989.

Otoacoustic emissions in ears with hearing loss. Am J Otolaryngol Probst R, Lonsbury- Martin BL, Martin GK, Coats AC (1987)

Stimulated Acoustic Emissions from de within auditory system. J AcoustSoc. Kemp DT. (1990).

Spontaneous, click and tone burst – evoked otoacoustic emissions from normal ears. Hear Res. Probst R, Coats AC, Martin GK and Lonsbury- Martin BL. (1986).

The influence of military service on auditory health and the efficacy of a hearing conservation program. Noise and Health, vol13, pag 320-327. (2011)

Tratado de Audiología. S.A, Barcelona (España). E. Salesa, E. Perelló, A. Bonavida, Masson (2005).

Trauma acústico y prevención auditiva en la fuerza aérea colombiana Sánchez, L, M; Caputo L, A. (1999).

The clinical utility of distortion- product otoacoustic emissions. Lonsbury- Martin BL, Martin GK Ear and hearing 1990

ANEXOS

1. Formato Consentimiento Informado
2. Formato Historia Clínica Audiológica
3. Formato Audiometría tonal
4. Material para el Batallón

a. Formato Consentimiento Informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROCESOS AUDIOLÓGICOS
BATALLÓN MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN
EJERCITO NACIONAL

IBEROAMERICANA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
"EL NO SABER NO ES IGNORANCIA SINO INDETERMINACIÓN"

Bogotá, _____

Yo _____ identificado (a) con
cédula de ciudadanía N° _____ de _____
residente en la ciudad de Bogotá, acepto participar en la investigación
*"Caracterización del estado auditivo del batallón de mantenimiento de aviones N°
1 división de aviación ejército nacional"*, la participación está sujeta a los fines
académicos propios de la investigación y ésta implica la realización de las
siguientes pruebas: Otoscopia: Es el examen visual directo del CAE y de la
membrana timpánica, su objetivo es definir el carácter normal o patológico de las
porciones externa y media del oído. La Audiometría Tonal determina las
alteraciones auditivas en relación con estímulos acústicos tonales y no implica
ningún riesgo físico. El Timpanograma se refiere al funcionamiento de la
membrana timpánica bajo diferentes presiones y las Otoemisiones Acústicas son
sonidos medidos en el canal auditivo externo que reflejan un proceso activo en la
cóclea. Estos procedimientos no implican ningún costo adicional y no generan
riesgos personales.

La información producto de la evaluación, será usada exclusivamente para la
investigación antes mencionada, la cual será realizada en las instalaciones del
CACSA II y los resultados de la evaluación serán entregados al BAMAV I como
beneficio de la participación en la investigación, y no podrán ser utilizados con
fines diferentes a los expuestos en el presente documento, así como no podrán
ser publicados los datos personales de los participantes.

Del mismo modo cualquier inquietud será resuelta en el momento en que se
solicite, y los usuarios podrán retirar su consentimiento de participación en el
estudio en cualquier momento durante el proceso de investigación.

En constancia firman,

_____ CC. _____ PARTICIPANTE

_____ CC. _____ INVESTIGADOR

b. Historia Clínica Audiológica

HISTORIA CLÍNICA AUDIOLÓGICA
BATALLÓN MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN
EJERCITO NACIONAL



FECHA:				N° HISTORIA CLINICA							
DATOS DE IDENTIFICACION											
N° DE DOCUMENTO:											
PRIMER APELLIDO		SEGUNDO APELLIDO		PRIMER NOMBRE		SEGUNDO NOMBRE					
FECHA DE NACIMIENTO		EDAD		TELEFONO CEL		GRADO					
SECCION		TIEMPO TOTAL EN EL EJERCITO		TIEMPO DE SERVICIO EN LA UNIDAD DE AVIACION		FECHA ULTIMA VALORACIÓN AUDIOLOGICA					
ANTECEDENTES											
Otológicos	Si	No	Extra laboral	Si	No	Personales	Si	No			
Otitis			Tiro, caza, tejo, otros			HTA					
Cirugía de Oído			Actividades acuáticas			Diabetes					
Otalgia			Actividades musicales			CA					
Otorragia			Actividades automovilísticas			Dislipidemia					
Otorrea			Extra auditivos			Traumas con pérdida del conocimiento					
Acufenos / Tinnitus			Vértigo y problemas del equilibrio - Mareo			Familiares					
Problemas de Equilibrio			Cefalea			Pérdida auditiva					
Sensación de oído tapado			Estrés			HTA					
Sensación de plenitud aural			Irritabilidad			Diabetes					
			Transtornos del sueño			CA					
Farmacológicos (Tratamientos Prolongados)											
Eritromicina	Si	No	Cloranfenicol	Si	No	Ampicilina	Si	No	Neomicina	Si	No
Estreptomina			Kanamicina			Gentamicina			Amicacina		
Pentobarbital			Lorazepam			Cloroquina			Quinina		
Furosemda			Manitol			Enalapril			Indometacina		
Aspirina			Acido Mefenamico			Ibuprofeno			Zidovudina		

Ototoxicos (Ocupacionales)											
Sustancia	Si	No	Sustancia	Si	No	Sustancia	Si	No	Sustancia	Si	No
Estireno			Xileno			Benceno			Tolueno		
Etanol			Tricloroetileno			N- Hexano			Disulfuro C.		
Mercurio			Manganeso			Plomo			Estaño		
Arsénico			Cianuro			Butilnitrilo					
Características subjetivas de la audición											
Pregunta						SI		NO		A VECES	
¿Escucha bien?											
¿Dificultad para escuchar radio, televisión, teléfono?											
¿Por cuál oído escucha mejor?						Derecho		Izquierdo		Ambos	
Laborales											
Cuanto tiempo permanece en el área operativa de mantenimiento?											
Cuáles son los equipos que en su concepto generan más ruido en su área de trabajo?											
Exposición a cambios de presión atmosféricas			SI	NO	A VECES	Exposición a ruido laboral			SI	NO	A VECES
¿Cumple funciones de vuelo?						Tipo de ruido:					
¿Cuántas horas de vuelo actuales?						Continuo					
¿Práctica de polígono dentro de su actividad militar?						Intermitente					
¿Cuántas veces al año?						De impacto					
¿Exposición a altas temperaturas?						Horas de exposición a ruido diarias aproximadas					
Exposición a trabajo en alturas?						¿Utiliza elementos de protección auditiva?					
Sabe cuántos decibeles lo protegen?						Copa Inserción Hechos a la medida					
¿Cree que utiliza los protectores auditivos correctamente?						Piensa que el ruido generado por los motores de los aviones en el área de mantenimiento es:					
¿Ha recibido capacitaciones de salud auditiva?						Leve Moderado Intenso					

c. Formato Audiometría tonal

VALORACIÓN AUDIOLÓGICA
BATALLÓN MANTENIMIENTO DE AVIONES N° 1 DIVISIÓN DE AVIACIÓN
EJERCITO NACIONAL



PTOSCOPIA:

OD	OI



PTA OD: _____

PTA OI: _____

DIAGNÓSTICO AUDIOLÓGICO:

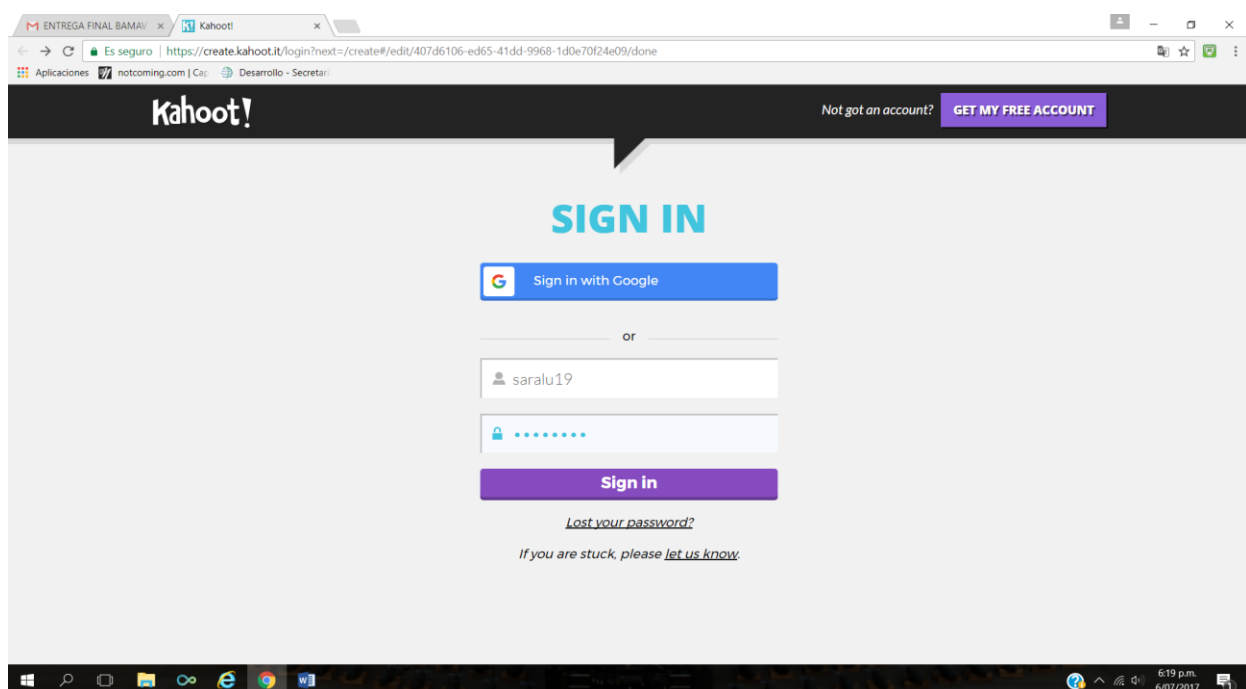
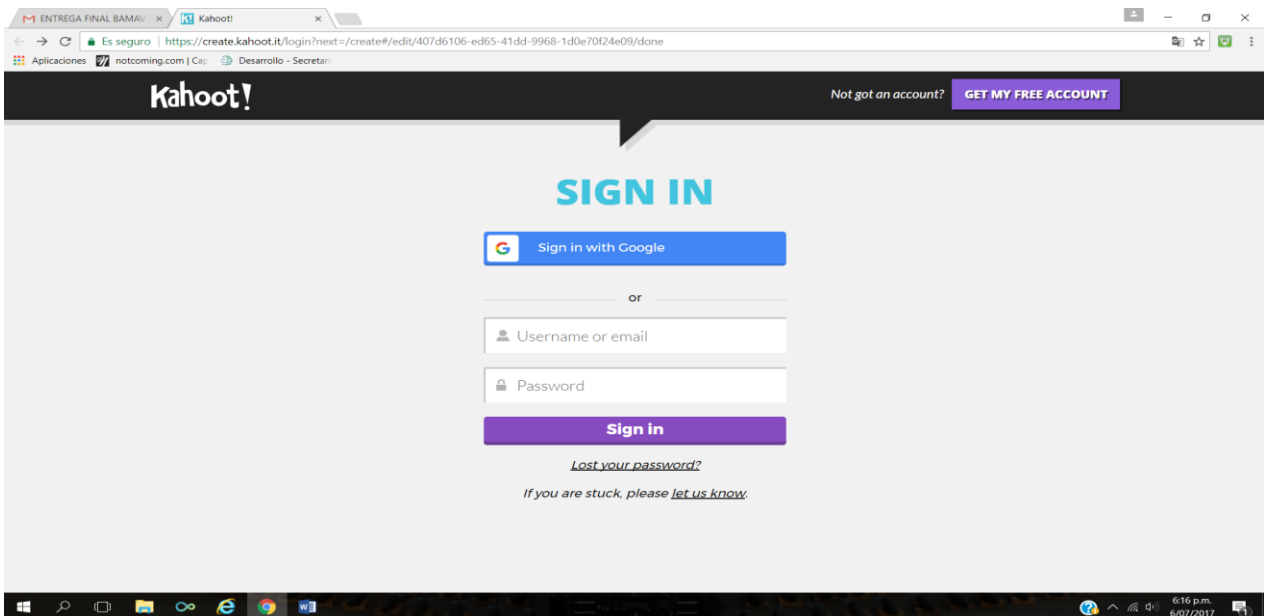
PARTICIPANTE

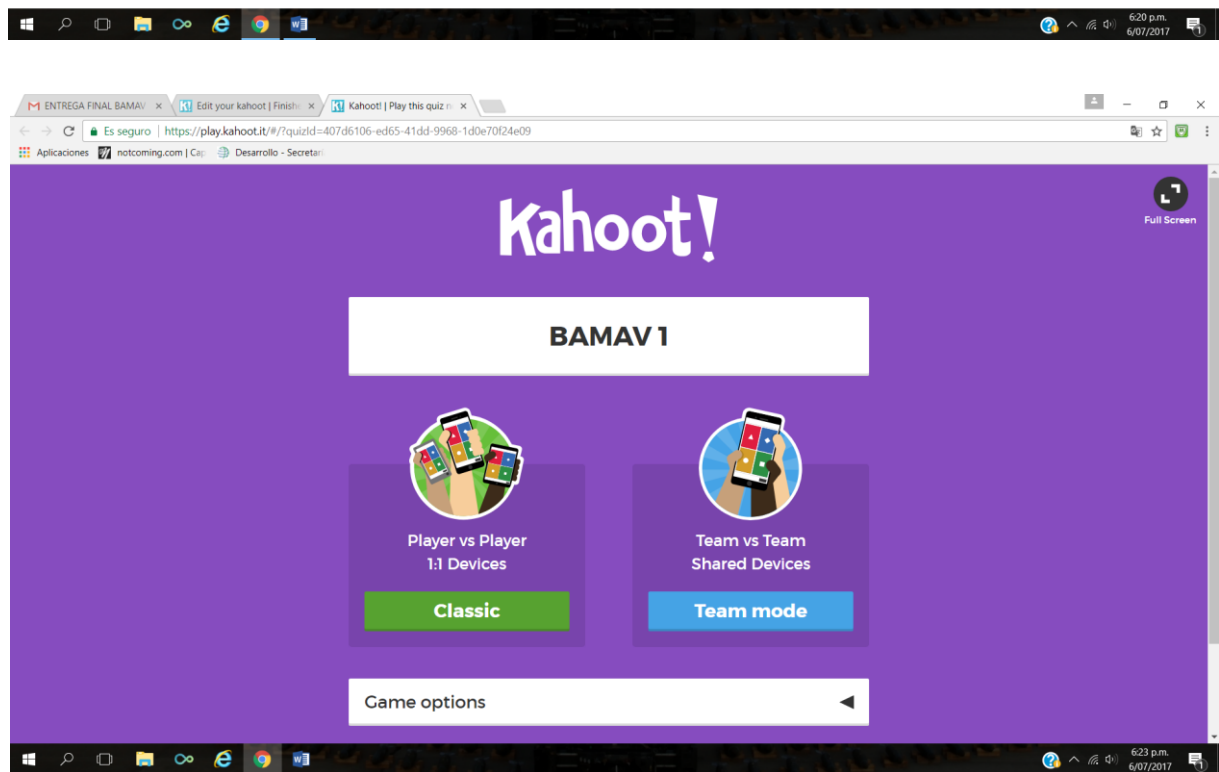
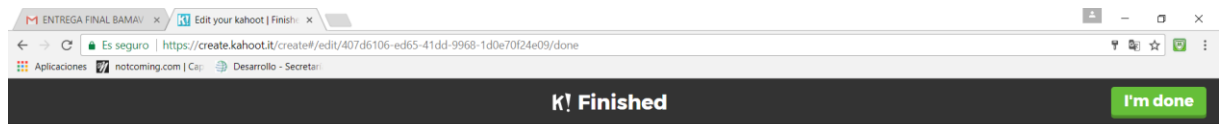
INVESTIGADOR

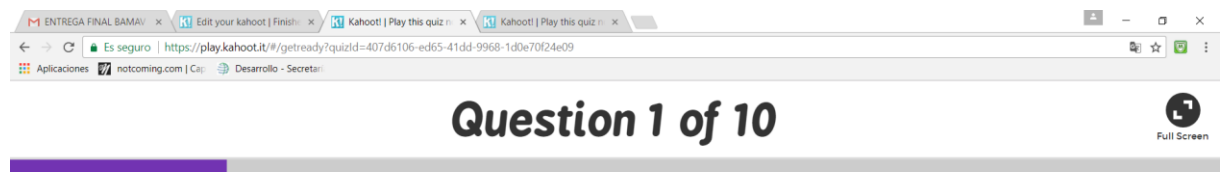
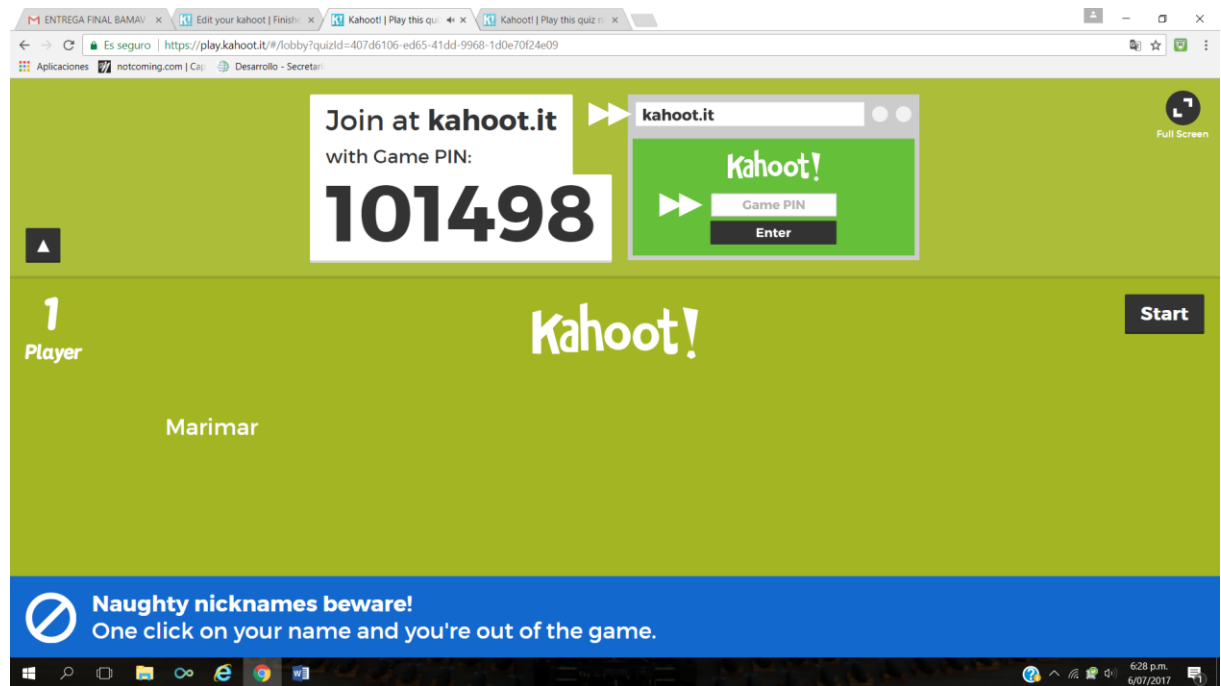
- d. Se anexa material para que la unidad lo utilice en las actividades de capacitación que programa y que se esperan incentivar después de la ejecución de este proyecto. Dicho material está pensado en las necesidades y oportunidades del personal para realizarlo ya que por su labor específica dentro de un hangar no cuentan con acceso a computador, televisor, escritorio. Por ello se pensó en un material manual que puedan desarrollar dentro del hangar y en una actividad virtual que puedan ejecutar dentro de sus academias programadas con el fin de mostrarles opciones dinámicas de participación.}

- JUEGO VIRTUAL KAHOOT (paso a paso)

<https://create.kahoot.it/login?next=/create#/edit/407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09/done>







¿EN QUE AÑO SE FUNDO LA DIVISIÓN DE AVIACIÓN?



ENTREGA FINAL BAMA/ x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this quiz x Kahoot! | Play this quiz x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿EN QUE AÑO SE FUNDO LA DIVISIÓN DE AVIACIÓN?

Full Screen

Next

1

✓ 0

0

0

Show image

End quiz

1995

1980

1960

1996

6:29 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMA/ x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this quiz x Kahoot! | Play this quiz x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿EN QUÉ AÑO SE CREÓ EL BAVAM 1?

Full Screen

Skip

9

0 Answers

2005

2012

2008

2010

6:29 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMA/ x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu Kahoot! | Play this quiz x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿CUÁL ES LA MISIÓN DEL BAVAM?

Full Screen

13



webinfamil.com

0 Answers

Skip

Capacitación aeronáutica

Diseño y fabricación de aeronaves

Efectuar mantenimiento a aviones de ala fija

Combatar y contrarrestar ataques terroristas

6:30 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMA/ x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu Kahoot! | Play this quiz x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿CUÁL ES LA SEDE PRINCIPAL DEL HANGAR DE MANTENIMIENTO DE AVIONES?

Full Screen

8



webinfamil.com

1 Answers

Next

Guaymaral

Bogotá

Armenia

Tolemaida

6:30 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMAV | Kahoot! | Play this quiz

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones | notcoming.com | Desarrollo - Secretar

DEFINA LA SIGLA CACSA II

Full Screen

Next

13



1 Answers

Centro de alistamiento de sistemas aeronáuticos

Capacitación de combate aéreo

Centro de alistamiento para el combate y seguridad aérea ✓

Control aeronautico de combate militar

6:31 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMAV | Kahoot! | Play this quiz

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones | notcoming.com | Desarrollo - Secretar

¿CUÁNTOS DECIBELES REDUCEN LOS PROTECTORES AUDITIVOS?

Full Screen

Next

7



1 Answers

80dB

40dB ✓

25dB

120dB

6:31 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMAV x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu Kahoot! | Play this quiz n x

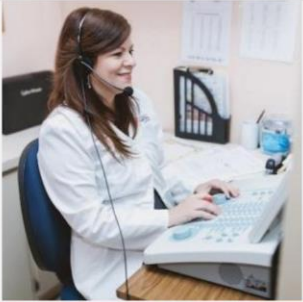
Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿PROFESIONAL ENCARGADA DE VALORAR SUS OÍDOS?

Full Screen

9



Skip

0 Answers

Terapeuta del lenguaje

Logopeda

Fonoaudióloga - Audióloga

Enfermera

6:31 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMAV x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu Kahoot! | Play this quiz n x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿CADA CUÁNTO DEBE ASISTIR A VALORACIÓN AUDIOLÓGICA?

Full Screen

8



Skip

0 Answers

6 meses - 1 año

2 años

3 meses

Ilimitadamente

6:32 p.m. 6/07/2017

ENTREGA FINAL BAMAV x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu x Kahoot! | Play this quiz n x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

¿CUÁNTOS SON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE EXPOSICIÓN A RUIDO DENTRO DEL BATALLÓN?

7



0 Answers

80dB

150dB

120dB

100dB

6:32 p.m. 6/07/2017

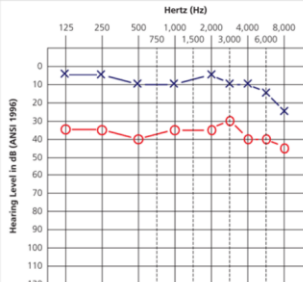
ENTREGA FINAL BAMAV x Edit your kahoot | Finish x Kahoot! | Play this qu x Kahoot! | Play this quiz n x

Es seguro | <https://play.kahoot.it/#/question?quizId=407d6106-ed65-41dd-9968-1d0e70f24e09>

Aplicaciones notcoming.com | Cap Desarrollo - Secretar

NOMBRE DEL EXÁMEN QUE DETERMINA UMBRALES AUDITIVOS

9



0 Answers

Acumetría

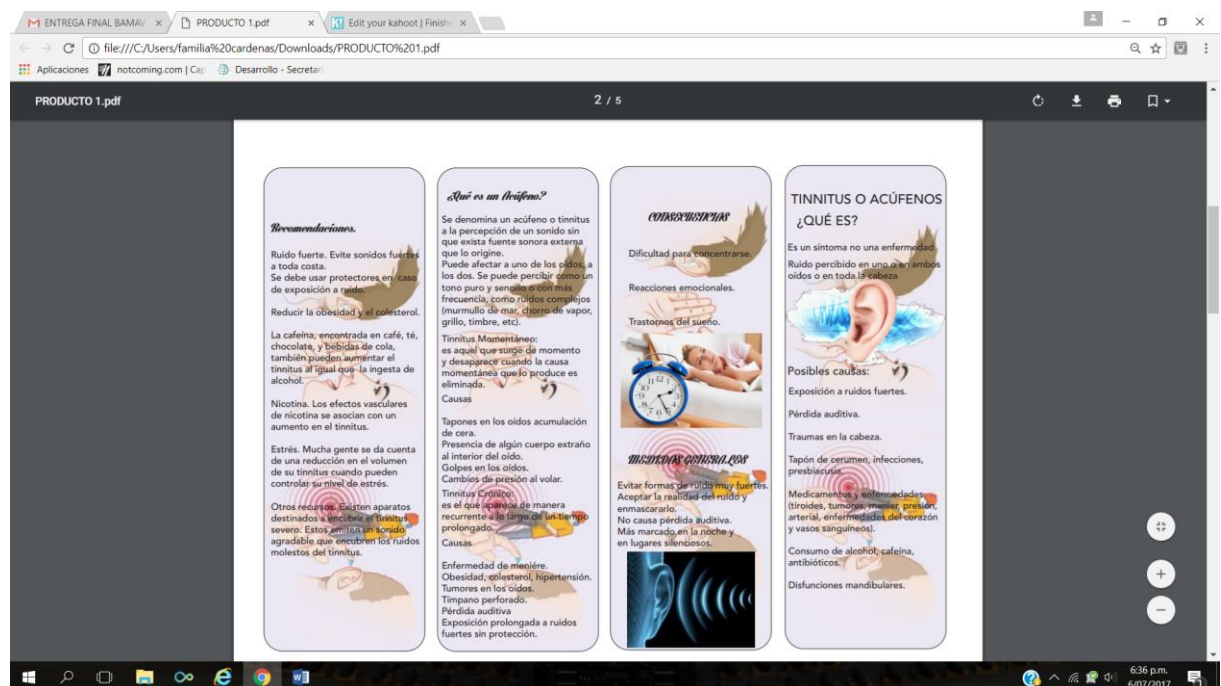
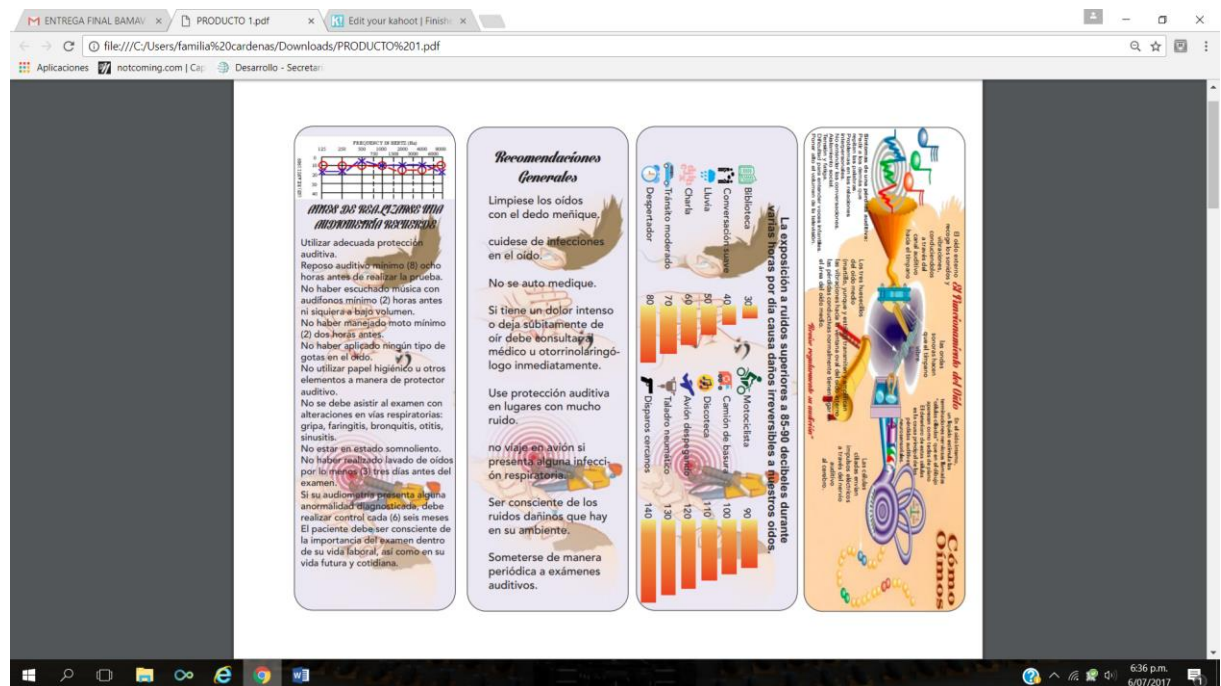
Audiometría

Logaudiometría

Acufenometría

6:32 p.m. 6/07/2017

• FOLLETO DIDÁCTICO



ENTREGA FINAL BAMAV x PRODUCTO 1.pdf x Edit your kahoot | Finish x

file:///C:/Users/familia%20cardenas/Downloads/PRODUCTO%201.pdf

Aplicaciones notcoming.com | Car Desarrollo - Secretar

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL CUIDADO AUDITIVO

No introduzca objetos extraños en sus oídos.

No aplique nada en sus oídos sin formulación médica.

Cuando utilice protectores auditivos para nadar, no realice inmersiones de más de 50 centímetros de profundidad.

Si se sumerge en el agua, haga hacerlo de manera lenta y pausada.

Si siente dolor, rasquilla o sensación de oído tapado, consulte al médico.

Utilice protectores auditivos preferiblemente anatómicos, cuando realmente los necesite, ejemplos: herramientas eléctricas, armas de fuego.

Si escucha música por auriculares, el volumen máximo debe ser del 50%.

Tenga cuidado con las corrientes de aire cuando conduce por carretera.

Si sale de un sitio ruidoso con sensación de oído tapado o siente acúfenos en los oídos de manera frecuente, consulte a su médico.

Tipo de protector	Ventajas	Desventajas
ESPUMA	- Tempo corto - Anatomización - Protección al ambiente de presiones	Desarrollan destreza manual
ANATÓMICOS	- Agrupados 20 decibels - Dispositivos	Desarrollan destreza manual
DIADEMA	- Agrupados 20 decibels - Flexibilidad	Desarrollan destreza manual
CAUCHO	- Agrupados 20 decibels - Flexibilidad	Desarrollan destreza manual

Di acuerdo a la zona de audición se determinan los niveles de audición. La siguiente tabla muestra los niveles de audición en decibelios (dB).

Niveles de audición

Nivel de audición	Grado de sordera
0-20	Normal
20-40	Lleve
40-60	Modificada
60-80	Profunda
80-90	Profunda

Indice el volumen o de estímulo de audición y de modo de audición.

Indice el volumen o de estímulo de audición y de modo de audición.

Valores permitidos: Existen valores permitidos de acuerdo a la exposición al ruido para ser tomados en cuenta en cada trabajador, manteniéndose alto el nivel de presión sonora como se el tiempo de exposición máximo permitido.

Niveles permitidos

Nivel de audición	Duración exposición en horas
80-85	1
85-90	1/2
90-95	1/4
95-100	1/8
100-105	1/16
105-110	1/32
110-115	1/64
115-120	1/128

ENTREGA FINAL BAMAV x PRODUCTO 1.pdf x Edit your kahoot | Finish x

file:///C:/Users/familia%20cardenas/Downloads/PRODUCTO%201.pdf

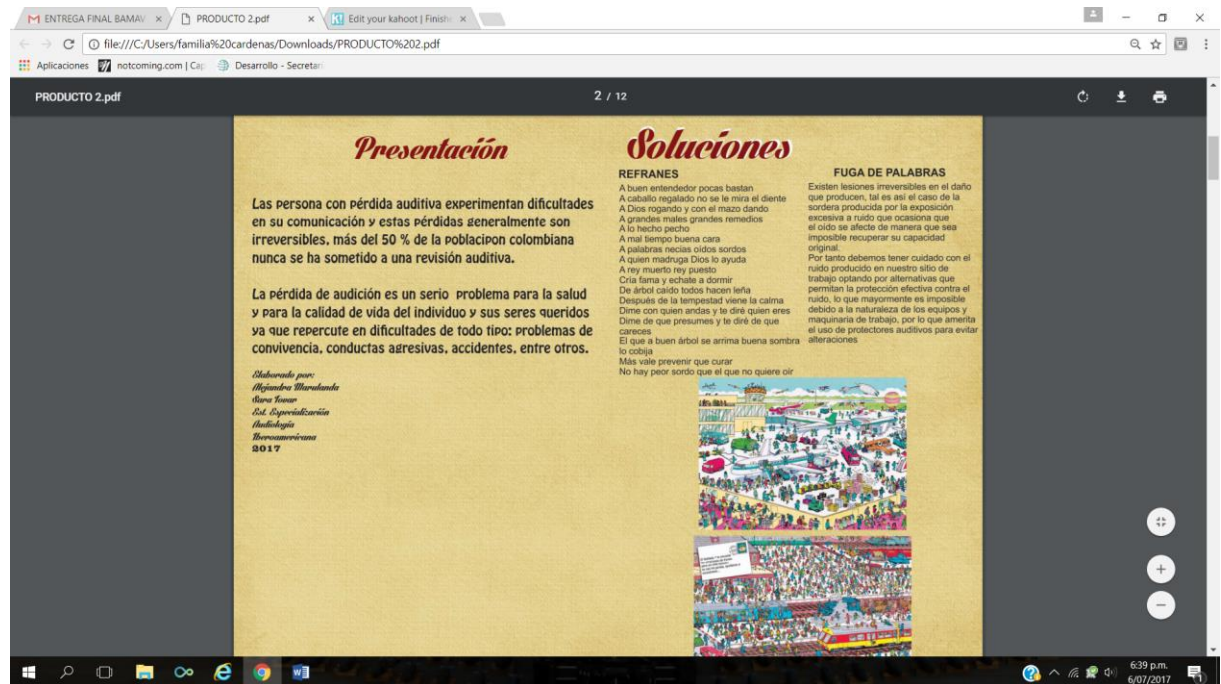
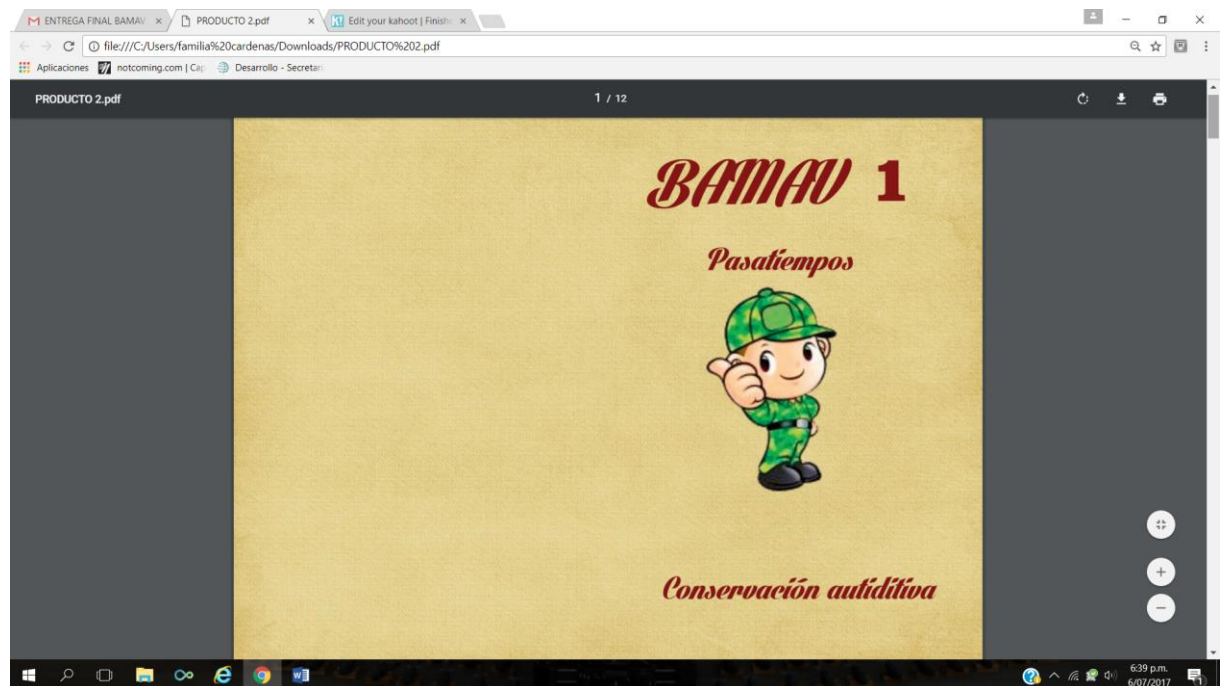
Aplicaciones notcoming.com | Car Desarrollo - Secretar

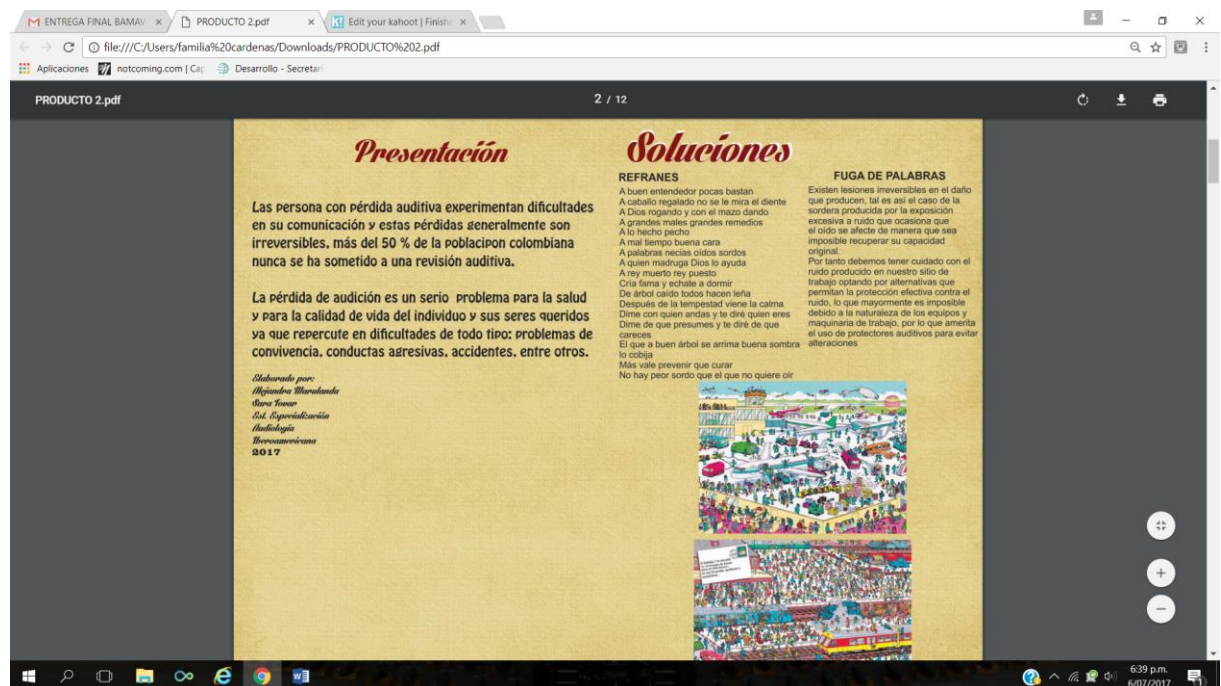
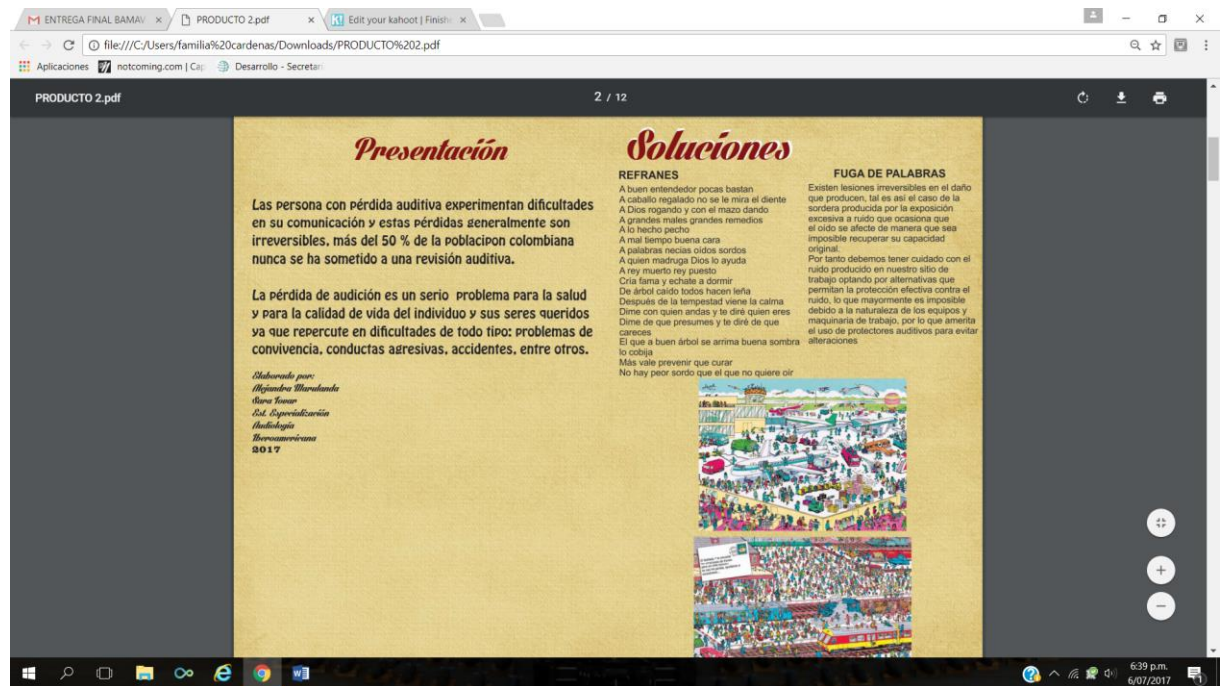
PRODUCTO 1.pdf 4 / 5

vista de los separadores en abanico parte frontal

El diagrama muestra la vista frontal de los separadores en abanico, que son dispositivos utilizados para proteger los oídos. Se ilustra la estructura de los oídos y la forma de los separadores, que se colocan en los oídos para protegerlos. El diagrama también muestra la forma de los separadores en abanico, que se colocan en los oídos para protegerlos.

• PASATIEMPOS





ENTREGA FINAL BAMAV x PRODUCTO 2.pdf x Edit your kahoot | Finish x

file:///C:/Users/familia%20cardenas/Downloads/PRODUCTO%202.pdf

Aplicaciones notcoming.com | Car Desarrollo - Secretar

PRODUCTO 2.pdf 5 / 12

Refranes

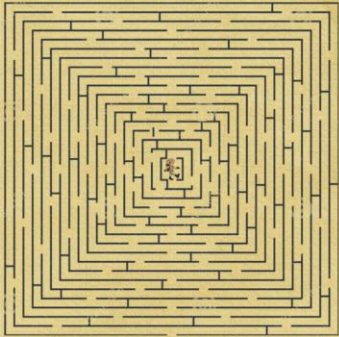
Completa los siguientes refranes populares:

- A buen entender
- A caballo regalado
- A Dios rogando
- A grandes males
- A lo hecho
- A mal tiempo
- A palabras necias
- A quien madruga
- A rey muerto
- Cria fama y
- De árbol caído
- Después de la tempestad
- Dime con quien andas
- Dime de que presumes
- El que a buen árbol se arrima
- Más vale prevenir
- No hay peor sordo que

¡Atención que...
No automedicarse, las gotas pueden beneficiar o no el oído dependiendo de la situación, si nota resaca, picazón, inflamación, dolor, acude al médico

Laberinto

Ayuda al soldado a encontrar la salida hacia su avión



¡Atención que...
Ojo con el ruido, estar expuestos de forma prolongada a sonidos intensos podría causar dolencias irreversibles en el tímpano e incluso sordera.

6:40 p.m. 6/07/2017

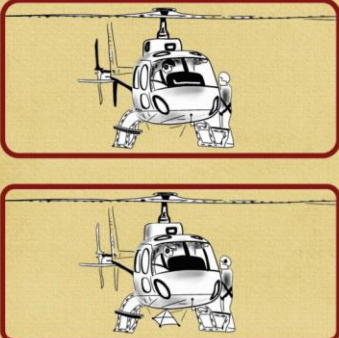
ENTREGA FINAL BAMAV x PRODUCTO 2.pdf x Edit your kahoot | Finish x

file:///C:/Users/familia%20cardenas/Downloads/PRODUCTO%202.pdf

Aplicaciones notcoming.com | Car Desarrollo - Secretar

Diferencias

Encuentra las 10 diferencias que hay en las dos imágenes



¡Atención que...
Cuidado con las corrientes de aire en el carro. Tener la ventanilla abajo mientras se conduce incrementa el riesgo de contraer infecciones, además los sonidos del viento, del motor, y de otros vehículos pueden generar pérdida gradual de la audición

Puga de Palabras

Completa el siguiente texto con las vocales que hacen falta y encontrarás información de utilidad para la conservación auditiva.

_x_s_t_n_l_s_n_s_r_r_v_r_s_b_l_s_n_l_d_ñ
q_ _p_r_d_c_n,t_l_s_s_l_c_s_d_l
s_r_d_r_p_r_d_c_d_p_r_l_x_p_s_c_n
_x_c_s_v_ _r_d_q_ _c_s_n_q_ _
l_d_s_f_c_t_d_m_n_r_q_ _s
_m_p_s_b_l_r_c_p_r_r_s_c_p_c_d_d
r_g_n_l
P_r_t_n_t_d_b_m_s_t_n_r_c_d_d_c_n_l
r_d_p_r_d_c_d_n_n_s_t_r_s_t_d
t_r_b_l_p_f_n_d_p_r_l_t_m_t_v_s_q_ _
p_r_m_t_n_l_p_r_t_c_c_n_f_c_t_v_c_n_t_r_l
r_d_l_q_ _m_y_m_n_t_s_m_p_s_b_l
d_b_d_l_n_t_r_l_z_d_l_s_q_p_s_y
m_q_n_r_d_t_r_b_l_p_r_l_q_m_r_t
l_s_d_p_r_t_c_t_r_s_d_t_v_s_p_r_v_t_r
l_t_r_c_n_s

¡Atención que...
Una sola exposición a un ruido intenso y breve puede causar un grave daño a la audición.

6:40 p.m. 6/07/2017

