

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**“NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS
EN MÉDICOS RESIDENTES DE ANESTESIOLOGÍA”**

Estudio descriptivo transversal realizado en los quirófanos del Hospital Roosevelt

abril-mayo 2017

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Daniel Marcelo Morales Villatoro

Médico y Cirujano

Guatemala, junio de 2017

El infrascrito Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala hace constar que:

El estudiante:

Daniel Marcelo Morales Villatoro 201010079 2139003780101

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad previo a optar al Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación titulado:

**"NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS
EN MÉDICOS RESIDENTES DE ANESTESIOLOGÍA"**

Estudio descriptivo transversal realizado en los quirófanos del Hospital Roosevelt

abril-mayo 2017

Trabajo asesorado por la Dra. Alicia Lucrecia Pérez Ramírez y revisado por la Dra. Ada Beatriz Reyes Juárez, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintisiete de junio del dos mil diecisiete


DR. MARIO HERRERA CASTELLANOS
DECANO



El infrascrito Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hace constar que el estudiante:

Daniel Marcelo Morales Villatoro 201010079 2139003780101

Presentó el trabajo de graduación titulado:

**"NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS
EN MÉDICOS RESIDENTES DE ANESTESIOLOGÍA"**

Estudio descriptivo transversal realizado en los quirófanos del Hospital Roosevelt

abril-mayo 2017

El cual ha sido revisado por la Dra. Ada Beatriz Reyes Juárez y, al establecer que cumple con los requisitos exigidos por esta Coordinación, se le autoriza continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala el veintisiete de junio del dos mil diecisiete.

*César O. García G.
Doctor en Salud Pública
Colegiado 5,950*

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. C. César Oswaldo García García
Coordinador



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Médicas
Coordinación de Trabajos de Graduación
COORDINADOR

Guatemala, 21 de junio del 2017

Doctor
César Oswaldo García García
Coordinación de Trabajos de Graduación
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Dr. García:

Le informo que yo:

Daniel Marcelo Morales Villatoro



Presenté el trabajo de graduación titulado:

"NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS
EN MÉDICOS RESIDENTES DE ANESTESIOLOGÍA"

Estudio descriptivo transversal realizado en los quirófanos del Hospital Roosevelt

abril-mayo 2017

Del cual la asesora y revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

Firmas y sellos

Revisora: Dra. Ada Beatriz Reyes Juárez
Registro de personal: 20070309



Ada Beatriz Reyes Juárez
MÉDICO Y CIRUJANO
Col. 11,542

Asesora: Dra. Alicia Lucrecia Pérez Ramírez



Dra. Alicia Lucrecia Pérez
Anestesiología
Col. 10017

DEDICATORIA

Madre, a ti sea toda la dicha y la honra de poder dedicarte este logro que es completamente tuyo. Gracias por tus palabras cuando más las necesité, por tu comprensión, por todo tu esfuerzo, por estar siempre a mi lado y no dejarme caer en los momentos más difíciles, por socorrerme en las crisis y por ser el sostén de mi vida entera. Este es tan sólo el inicio de muchas metas que alcanzaremos juntos.

Tíos Fernando y Carmencita, no me bastan las palabras para agradecer cada uno de los detalles y las atenciones. Gracias por todo el amor y el apoyo incondicional que me han brindado durante todos estos años. Dedico este acto a la vida de ustedes porque sin lugar a dudas hoy soy el hombre que soy gracias a todo lo que han hecho por mí. Tío Fernando le agradezco por ser para mí un padre ejemplar. Tía Carmencita, mi ángel, mi abuela, mi modelo de vida. Gracias.

A mi abuela, María del Rosario, sé que hay mucha alegría en ese hermoso lugar donde te encuentras. Gracias por ser mi guía y haberme regalado los años más felices de mi vida. Hoy más que nunca siento tu presencia en cada uno de mis logros.

A mis tíos Luis Fernando, Renata Carolina y Carmen del Rosario, gracias por ser un pilar muy importante en mi vida y por haber colaborado de una u otra forma en la realización de este trabajo de tesis, pero sobre todo gracias por ser el mejor ejemplo que tengo para mi vida.

A mis hermanas Mariana Renata y Natalia Sofía, nada me da más gusto que el poder compartir estos momentos al lado de las mujeres más importantes de mi vida. Nunca renuncien a sus sueños.

A mi madrina de graduación, Dra. Freené Chajón, por compartir estos bellos recuerdos a mi lado.

A mi asesora de tesis Dra. Lucrecia Pérez y mi revisora Dra. Ada Reyes, porque sin su valiosa colaboración y esfuerzo este trabajo no hubiese podido materializarse en la realidad, infinitas gracias por su paciencia, entrega y aportes.

A mi querido Hospital Roosevelt y al Departamento de Anestesiología dirigido por la Dra. Gladis Gordillo porque sin su ayuda y facilidades hubiese sido imposible ejecutar mi estudio.

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y para la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad, de la Universidad y otras instancias competentes.

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar los niveles de ruido mediante técnicas de sonometría, que resultan propicios para la contaminación acústica en el ambiente quirúrgico de los servicios de Sala de Operaciones de Adultos, Sala de Operaciones de la Emergencia de Adultos, Sala de Operaciones de Pediatría, Sala de Operaciones de Ginecología y Sala de Labor y Partos del Hospital Roosevelt, durante los meses de abril y mayo de 2017. **POBLACIÓN Y MÉTODOS:** Estudio descriptivo transversal realizado en quirófanos del Hospital Roosevelt donde se utilizó la tercera estrategia de la NTG – ISO 9612, para determinar exposición al ruido ocupacional con la participación de 26 médicos residentes de anestesiología a quienes se les aplicó diversos test para identificar efectos cognitivos, trastornos del sueño y de la conducta relacionados a niveles altos de ruido. **RESULTADOS:** Existe una media energética del sonido en los quirófanos de entre 69.8 y 95.4 decibelios. El departamento quirúrgico con más ruido es Labor y Partos con 95.4 decibelios, el procedimiento con mayor emisión de contaminación acústica es la cirugía abdominal. El 53.85% de médicos presenta resultado anormal en pruebas cognitivas, 61.54% posee dificultad media para dormir. No existen trastornos conductuales en el grupo estudiado. **CONCLUSIONES:** Los niveles de ruido en quirófanos sobrepasan al doble de lo recomendado por OMS provocando efectos cognitivos y trastornos del sueño en residentes de anestesiología. El horario fijo de labores es la jornada con mayor polución sonora en quirófanos. La fuente con mayor emisión de ruido dentro del área quirúrgica es el sistema de aspiración al vacío.

PALABRAS CLAVE: *Salud laboral, Contaminación sonora, Anestesiólogos, Quirófanos.*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO DE REFERENCIA.....	3
2.1 Marco de antecedentes	3
2.2 Marco teórico.....	7
2.2.1 Teoría del nivel sonoro.....	7
2.3 Marco conceptual	12
2.3.1 Anatomía del órgano vestibulococlear.....	12
2.3.2 Fisiología del sentido de la audición.....	15
2.3.3 Riesgos profesionales del anestesiólogo	19
2.3.4 Salud ocupacional.....	31
2.3.5 Contaminación auditiva	33
2.3.6 Instrumentos de medida del sonido.....	38
2.3.7 Principios de audiometría	39
2.4 Marco geográfico.....	41
2.5 Marco demográfico.....	42
2.6 Marco institucional.....	42
2.7 Marco legal.....	44
3. OBJETIVOS.....	51
3.1 Objetivo general	51
3.2 Objetivos específicos.....	51
4. POBLACIÓN Y MÉTODOS.....	53
4.1 Enfoque y diseño de investigación.....	53
4.1.1 Enfoque de investigación	53
4.1.2 Diseño de investigación	53
4.2 Unidad de análisis y de información	53

4.2.1 Unidad de análisis.....	53
4.2.2 Unidad de información	53
4.3 Población y muestra	53
4.3.1 Población	53
4.3.2 Muestra.....	54
4.4 Selección de los sujetos a estudio.....	54
4.4.1 Criterios de inclusión.....	54
4.4.2 Criterios de exclusión.....	55
4.5 Definición y operacionalización de las variables	56
4.6 Recolección de datos	58
4.6.1 Técnicas	58
4.6.2 Procesos.....	58
4.6.3 Instrumentos	60
4.7 Procesamiento y análisis de datos.....	61
4.7.1 Procesamiento	61
4.7.2 Análisis de datos.....	62
4.8 Alcances y límites de la investigación.....	63
4.8.1 Obstáculos.....	63
4.8.2 Alcances	64
4.9 Aspectos éticos de la investigación	64
5. RESULTADOS.....	67
6. DISCUSIÓN.....	73
7. CONCLUSIONES	77
8. RECOMENDACIONES	79
9. APORTES.....	81
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
11. ANEXOS.....	89

1. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la anestesiología quirúrgica, aquel famoso 16 de octubre de 1846, en el que el aclamado médico William Morton administró la primera anestesia basada en éter en el Hospital General de Massachussets,¹ se dio por iniciada también una época en la que el *riesgo* cobra una relevancia trascendental en quienes practican desde entonces, el popularmente nombrado 'Deorum ars' o arte de los dioses, la anestesiología. El término "riesgo" proviene del latín *resecum*, "el que corta", una conjugación del verbo *resecare* "acto de dividir", "cortar separando".² Según el Diccionario de Epidemiología de Last, el término riesgo, actualmente se identifica como la probabilidad de ocurrencia de un evento mórbido o fatal, que incluye diversas medidas estadísticas en cuanto a las consecuencias desfavorables.³

La fuente causal de eventos adversos relacionados al trabajo del anesthesiólogo, se engloban en riesgos vinculados a factores biológicos, a la naturaleza del trabajo, a la organización laboral, a sustancias químicas y con una mayor presencia en los mismos, los relacionados a agentes físicos y de seguridad, como lo son las radiaciones ionizantes y no ionizantes, la carga térmica, ventilación, iluminación, electricidad, incendios, gases comprimidos y el ruido,⁴ este último definiéndose como un sonido que resulta molesto, inútil y desagradable para la persona que lo escucha.⁵

En un quirófano el ruido es equivalente al provocado por un motor *diésel* y en algunas fuentes, se cita como el ruido provocado por un concierto de banda de *rock*.⁶ Dentro de la concepción de la protección laboral de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se establece que los niveles de ruido en el quirófano por encima de los 40 dB (decibelios), representa un riesgo potencial⁴ no solo para la salud auditiva de quien labora en el mismo, sino además atañe cambios conductuales, del ciclo circadiano, psicológicos, laborales e incide a su vez en cambios de la memoria y el aprendizaje.

La contaminación acústica en el quirófano comprende la suma de una amplia gama de sonidos únicos o combinados, los cuales incluyen conversaciones simultáneas, música con niveles considerables de decibelios, choque de instrumentos, apertura de guantes, instrumental quirúrgico pesado como los utilizados en la ortopedia, movimiento de equipos, alarma de monitores y máquinas de anestesia, bips de monitores como los electrocardiógrafos, pulsioxímetros, etcétera.⁴

En la actualidad se ha descrito detalladamente este tipo de riesgo en el ámbito quirúrgico alrededor del mundo, en Italia, por ejemplo, se publicó un estudio titulado Sound analysis of noise pollution in operating rooms.⁷ Estados Unidos es el país que más reportes, guías y normas presenta con relación a los espacios hospitalarios ruidosos incluyendo los quirófanos, destacando una revisión publicada por el American College of Surgeons publicado en Frontline Medical News, titulada Noisy OR linked to communication gaps, surgical site infections.⁸ Asimismo, Katz. Jonathan M.D., publicó en octubre del 2014 un artículo relacionado sobre el problema que representa el ruido dentro de los quirófanos, en la revista de la American Society of Anesthesiologists titulado Noise in the operating room.⁹

Referente a publicaciones recientes en América Latina, la Revista Brasileira de Anestesiología publicó en el 2012 un artículo titulado: Exposición ocupacional a la contaminación sonora en anestesiología.¹⁰ En Guatemala, se han publicado estudios principalmente sobre contaminación acústica en la vía pública.¹¹ Vinculado a servicios de salud, se tiene información sobre niveles de contaminación acústica en clínicas de odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala¹², contaminación sonora en las unidades de cuidados intensivos neonatales del Hospital Roosevelt¹³ y, asimismo, se tiene conocimiento sobre la polución acústica relacionada a la contaminación por gas anestésico en quirófanos del seguro social (estos trabajos se describen en el marco de antecedentes).¹⁴

Por consiguiente, la presente investigación se basa en la necesidad de conocer los niveles de contaminación acústica existentes en el área quirúrgica, donde desempeñan sus labores los médicos residentes del departamento de anestesiología del Hospital Roosevelt y el riesgo que estas emisiones sonoras representan para la conducta, la cognición y el sueño en este grupo de profesionales. La metodología empleada se basó en un estudio descriptivo de corte transversal mediante el cual se realizaron mediciones sonométricas fundamentadas en lo dictado por la Norma Técnica Guatemalteca ISO – 9612, sobre la exposición al ruido ocupacional, así como también fue efectuada la aplicación de una prueba estandarizada con el objeto de conocer los efectos cognitivos, conductuales y del sueño provocados por altos niveles del ruido en los quirófanos del citado nosocomio.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de antecedentes

Durante la 63ª reunión de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), celebrada en Ginebra el 20 de junio de 1977, se decretó el convenio sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar del trabajo, el cual entra en vigor dos años después, el 11 de julio de 1979.¹⁵

Desde entonces se ha puesto en práctica por parte de los países miembros de la OIT, diversas acciones que regulen y atiendan los contaminantes medioambientales a los que hacen frente los trabajadores en su sitio de empleo, situación que no es ajena al trabajador de la salud que constantemente se enfrenta en su ejercicio diario a múltiples riesgos debido a la naturaleza del mismo.

También durante el año de 1977, en Estados Unidos de América, por medio del *Centers of Disease Control and Prevention* (CDC), se creó una agencia federal encargada de hacer investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo denominada Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés), la cual deriva sus acciones con base en la Ley para la Seguridad y Salud Ocupacional la cuál además instó a la creación por parte del Departamento de Trabajo de los EE. UU., de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés).¹⁶

Tanto NIOSH como OSHA ayudan a garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para todo aquel individuo que ejerza una actividad laboral, a su vez poseen como misión generar nuevos conocimientos en el campo de la salud y seguridad ocupacional, adaptando estos mismos hallazgos a la práctica en pos de la mejora de la situación laboral de los trabajadores.

Como tema principal para el NIOSH, se toma en cuenta la seguridad y salud ocupacional del trabajador de salud, creando una amplia gama de normas para las actividades ejercidas en los servicios proveedores de este campo.

Una de estas publicaciones, relacionadas a la contaminación acústica aborda el tópico sobre la reducción de riesgos por ruido en los centros de llamadas y despacho de servicios de

emergencia, en donde describen los riesgos de exposición, las evaluaciones de los mismos y se detallan una serie de estudios respecto a la contaminación acústica llevados a cabo en países como el Reino Unido, Australia y Suecia, llegando a diversas conclusiones como lo son los síntomas presentados por empleados de salud expuestos a niveles de ruido elevados como los acufenos, trastornos del equilibrio, sensibilidad al ruido e hipoacusia, determinando a su vez que un factor importante que genera una cantidad considerable de ruido en decibelios es el sonido de las voces de múltiples interlocutores, alcanzando una intensidad de hasta 55 decibelios.¹⁷

Por su lado y muy particularmente, la Confederación de Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología (C.L.A.S.A.), elaboró en el año 2003 (y revisado por última vez en el 2006) una guía de prevención y protección de los riesgos profesionales del anesestesiólogo por parte de la Comisión de Riesgos Profesionales, apoyado en su totalidad por organizaciones antes mencionadas como la OIT y la Organización Panamericana de la Salud.

En la guía elaborada por la C.L.A.S.A. se toman en cuenta una cantidad importante de riesgos a los que inherentemente por la naturaleza de su ejercicio, se enfrenta cotidianamente el profesional de la anestesia, estos riesgos se agrupan en relación a sus agentes o situaciones causales estipulándolos como los vinculados a la naturaleza del trabajo del anesestesiólogo, los vinculados a agentes biológicos, a agentes físicos (como el ruido), los relacionados a la organización laboral y los vinculados a agentes químicos.⁴

En el 2003 se describió detalladamente al ruido en el congreso internacional llamado popularmente *Euronoise*, en Nápoles, Italia, publicándose el acta de un estudio titulado *Sound analysis of noise pollution in operating rooms*, en donde se concluye que son los sonidos mecánicos (como los producidos por el instrumental) los que generan una contaminación sonora considerable y logró reducirse gracias a material de absorción acústica colocado en los espacios arquitectónicos de las salas de operaciones.⁷

Estados Unidos es el país que más reportes, guías y normas presenta relacionados a los espacios hospitalarios ruidosos incluyendo los quirófanos, destacando una revisión publicada por el *American College of Surgeons* publicado en *Frontline Medical News*, titulada *Noisy OR linked to communication gaps, surgical site infections*.⁸

Este interesante artículo, en resumen, indica que se ha observado un incremento de infecciones del sitio quirúrgico en procedimientos que excedieron los niveles máximos permitidos por OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*, por sus siglas en inglés) de hasta 45 dB, por lo que se deduce que no solo representa un riesgo para el profesional de la anestesia sino también para el paciente.⁸

Asimismo, Katz. Jonathan M.D., publicó en octubre de 2014 un artículo en la revista de la *American Society of Anesthesiologists* titulado *Noise in the operating room* donde se establece que el nivel de ruido en quirófanos excede el límite permitido (40 dB) de acuerdo a la norma federal de Carolina del Norte, Estados Unidos (lugar donde se realizó el análisis).⁹

Relacionado a publicaciones recientes en América Latina, la *Revista Brasileira de Anestesiología* informó en el 2012, a través del artículo *Exposición Ocupacional a la Contaminación Sonora en Anestesiología*, que como principales efectos nocivos del ruido se han observado cambios metabólicos, agotamiento físico, estrés, trastornos del sueño, de la conducta, cambios endocrinológicos y disfunciones del órgano sensorial de la audición, entre otros dentro de la población de profesionales de la anestesia.¹⁰

En Guatemala son limitados los estudios que analizan los niveles de ruido en los que laboran las personas, especialmente los empleados del área de la salud, tomando en cuenta que son poco claras las leyes que regulan y penalizan la contaminación acústica en el territorio nacional (salvo por el reglamento del medio ambiente sobre el uso de megáfonos o equipos de sonido expuestos al público por parte de la Municipalidad de Guatemala).

Sin embargo, pese a lo referido en el párrafo anterior, en el país existen métodos estandarizados que se utilizan para determinar la exposición al ruido ocupacional, las cuales se contienen en la norma denominada NTG – ISO 9612 de COGUANOR, por parte del Ministerio de Economía, la cual sienta las bases técnicas para medir de manera adecuada los niveles de ruido en un entorno determinado siguiendo una serie de estrategias específicas para lograr una lectura completamente fidedigna de la polución sonora en el ambiente.

A nivel nacional, en septiembre de 2005 el cirujano dentista Dr. Gustavo Maldonado, realizó un estudio presentado al tribunal de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el que se describe la presencia de sonidos que producen contaminación

auditiva en las instalaciones clínicas intramurales de la citada Facultad, concluyendo efectivamente que en dichas instalaciones existe un nivel elevado de contaminación auditiva con un índice de comodidad acústica por encima de 65 dB, poniendo en riesgo la salud auditiva de estudiantes, docentes y personal dispensario del lugar.¹²

En el año 2011 se tomó en cuenta la contaminación auditiva que sufren los vecinos de la Ciudad de Antigua Guatemala, propicio para la ejecución de la tesis de grado denominada *“La necesidad de crear reglamentos para evitar la contaminación auditiva en la Ciudad de Antigua Guatemala del Departamento de Sacatepéquez”*, donde la autora concluye que los niveles de contaminación auditiva en el lugar han progresado considerablemente al punto que han provocado sintomatología física y mental en los pobladores, por lo que señala necesaria la deducción de responsabilidades civiles penales y administrativas a quien genere contaminación.¹¹

Donis, Andrea C. en octubre de 2013 llevó a cabo la realización de un estudio en el ámbito hospitalario en el cual se determinaron los niveles de contaminación acústica en la Unidad de Neonatología del Hospital Roosevelt de Guatemala. Encontrando como evidencia una contaminación auditiva considerable en la mencionada unidad, alcanzando niveles de hasta 68.9 decibelios e identificando una cantidad de 80 decibelios al momento en el que se realiza movimiento de mobiliario.¹³

En mayo de 2013 Díaz, Erick E. publicó la tesis titulada *“Ruido y concentración de anestésico volátil en el área verde de las unidades hospitalarias de accidentes, obstetricia y enfermedad común durante el año 2010 – 2011”*. Este estudio, realizado en el seguro social, establece que el nivel de ruido es perjudicial para el oído humano (sin especificar otro tipo de efectos). Desafortunadamente, las mediciones no fueron efectuadas bajo una metodología validada o previamente normada, por lo que la calidad de las lecturas sonométricas no son del todo concluyentes.¹⁴

Pese a contar con este tipo de estudios, no se tienen detalles suficientes del estado de contaminación acústica que puede afectar en un momento determinado al ambiente quirúrgico hospitalario, ni se tienen detalles sobre las repercusiones que pueden asociarse a este fenómeno dentro del contexto guatemalteco.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Teoría del nivel sonoro, percepción y propagación de la polución que causan efectos significativos en el sujeto expuesto.¹⁸

La polución sonora es una suma de ruidos que provienen de múltiples fuentes sonoras, radian en el ambiente y en conjunto contribuyen a aumentar el nivel de presión acústica que prevalece inclusive en puntos distantes al origen del ruido. Si estas fuentes sonoras radian a su vez en un mismo punto equidistante, la intensidad percibida será dos veces más en relación a la medición de una sola fuente auditiva, esto a que como se explicará en conceptos posteriores, la intensidad del sonido es una proporción del cuadrado total de la presión.

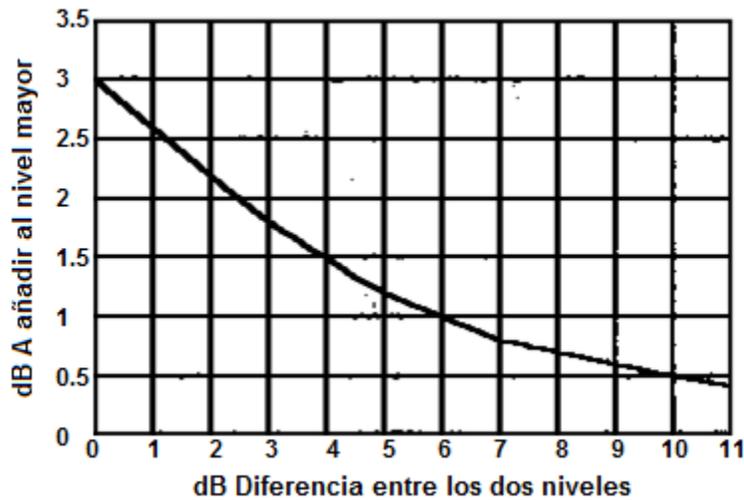
Lo descrito en el párrafo anterior, indica que la suma de dos o más fuentes sonoras no es igual a la expresión de una suma aritmética normal, sino consiste en una suma exponencial logarítmica de las fuentes acústicas relacionada a los niveles de cada una de las mediciones expresadas en decibelios y para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$L_{Total} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

En esta expresión se interpreta a n como el número total de fuentes sonoras, mientras que L_i corresponde a los niveles de presión sonora de cada una de estas fuentes las cuales son representadas mediante el decibelio. Asimismo, es posible utilizar un método gráfico que permite realizar la sumatoria del nivel sonoro efectuándolo de dos en dos basado en el método del ábaco, el cual se explica en la figura 2.1.

Al momento de sumar dos intensidades sonoras, debe hallarse en primera instancia la diferencia que existe entre ambas medidas, el valor obtenido se introduce en el eje de abscisas dispuesto en el gráfico de la figura 2.1. El resultado que se obtiene al momento de cruzarlo con la curva representa el incremento en decibelios que debe sumarse al valor más alto obtenido por el método de medición del sonido, escogido con antelación.

Figura 2.1
Gráfico para sumar decibelios
Lex Nova. Madrid, 2007.



Fuente: Manual para la formación de técnicos de prevención de riesgos laborales: parte obligatoria y común del programa de nivel superior. Espeso, J. A. Lex Nova. Madrid, 2007.

A manera de ejemplo, se miden dos niveles de presión sonora de dos fuentes distintas, una lectura obtenida en el punto A de 90 decibelios y una lectura obtenida en el punto B de 91 decibelios. Se procede a realizar la resta de ambas lecturas para ubicarla en el eje de las abscisas, el resultado de restar 91 menos 90 es igual a 1. Se ubica el dato obtenido en el eje X y se identifica el valor que toca la curva en el eje Y a este nivel. Como puede observarse en el gráfico 2.1, el valor representado en “Y” corresponde a 2.5, este resultado se suma al valor de presión sonora más alto entre ambos puntos, en este caso, se suman 2.5 decibelios a los 91 decibelios del punto B, obteniendo una suma entre ambos puntos de 93.5 decibelios de presión sonora total.

Como se puede apreciar, la suma de decibelios no se trata de un procedimiento aritmético simple, sino de un proceso más complejo que requiere el uso de habilidades logarítmicas básicas o bien un entrenamiento adecuado para interpretar gráficas como las que se presenta en la figura anterior.

Como el desarrollo de la presente investigación requiere de una suma extensa de diversos niveles de presión sonora por la multiplicidad de fuentes acústicas que existen en un quirófano y que producen polución auditiva en un momento dado, debe emplearse un método distinto para la sumatoria de decibelios y para ello es necesario ordenar los valores obtenidos de mayor a menor

para luego realizar una suma acumulada (o de dos en dos) a partir de la curva para la suma de decibelios (figura 2.1) empezando por la medición de menor valor obtenida.

Por ejemplo, se obtiene una serie de mediciones de los siguientes niveles de presión sonora:

85	76	79	91	64	83
----	----	----	----	----	----

De acuerdo a la regla logarítmica de los decibelios para sumar diversos valores, primero se deben ordenar las lecturas obteniendo el siguiente resultado:

64	76	79	83	85	91
----	----	----	----	----	----

A continuación, se debe realizar la suma energética (\oplus) de las presiones identificadas mediante la técnica de medición establecida, recordando el procedimiento, se toma el menor valor y se suma acumuladamente con el siguiente valor hasta obtener el resultado total a través de la curva de suma de decibelios (figura 2.1), la cual proporcionará la cantidad real del nivel de contaminación acústica prevaleciente en el recinto estudiado, el procedimiento y resultado del presente ejemplo es:

$$64 \oplus 76 = 76.25 \quad 76.25 \oplus 79 = 81 \quad 81 \oplus 83 = 85 \quad 85 \oplus 85 = 88$$

$$88 \oplus 91 = 92.5.$$

El resultado obtenido a manera de ejemplo, es de 92.5, esto quiere decir que en el ambiente hipotético estudiado existe un nivel de presión sonora global (y por ende de polución acústica) de 92.5 decibelios. Nuevamente se puede resaltar que cuando se trata de una gran cantidad de lecturas efectuadas debe realizarse una suma considerable de niveles de decibelios de manera logarítmica, evitando caer en el error de realizar una sumatoria global de todos los valores detectados o bien, el error de realizar un promedio de las mediciones realizadas, pues el resultado en este caso sería totalmente ilegítimo.

Otro concepto importante a tomar en cuenta en relación a la teoría acústica es la importancia de estimar la media energética de la presión sonora en un lapso de tiempo. El cálculo de la media energética del sonido comprende una serie de operaciones matemáticas y expresiones logarítmicas cuyo objetivo es definir la exposición de ruido a la cual las personas (en el caso de un nosocomio, los trabajadores de salud) se enfrentan cotidianamente en sus actividades dentro de un límite temporal.

Para el cálculo de la media energética, como se mencionó en el párrafo anterior, se emplean procesos matemáticos diversos iniciando con la división entre 10 de cada uno de los valores obtenidos en las lecturas sonométricas, al cociente de las divisiones efectuadas se le aplica el antilogaritmo de cada uno de los valores para posteriormente sumarlos a todos en conjunto. El valor del total de la suma de antilogaritmos debe ser dividido dentro del total del número de muestras y este resultado se convierte nuevamente a un logaritmo de base 10. El valor hallado deberá multiplicarse por 10 y el producto obtenido representa la media energética del sonido en un ambiente determinado por un lapso de tiempo específico.

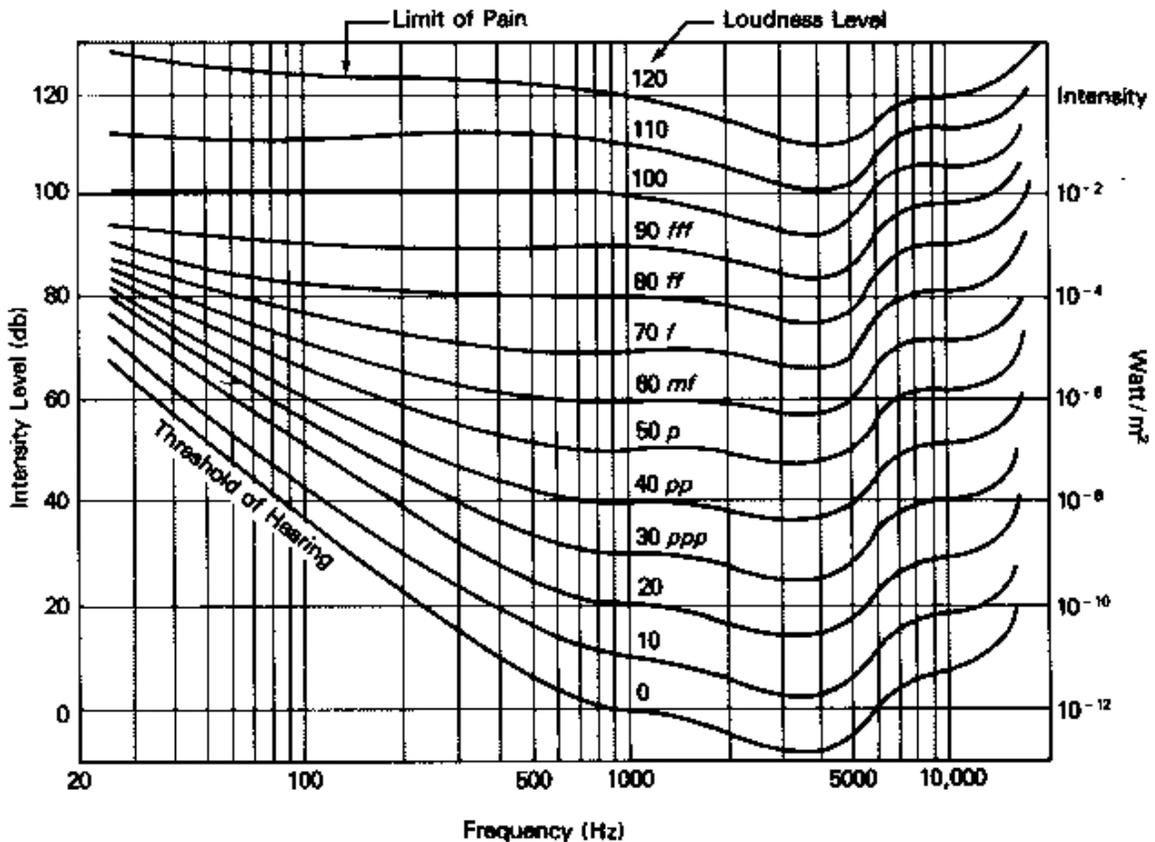
En cuanto a la percepción de los sonidos cuando un ambiente es contaminado acústicamente, deben considerarse múltiples factores que definen las causas de los padecimientos tanto auditivos como no auditivos que pueden llegar a sufrir los sujetos que se exponen a este tipo de agentes. En primera instancia, es importante saber que la intensidad persigue la distinción entre sonidos altos y bajos y se relaciona con los términos de intensidad o presión acústica eficaz, mientras que el tono, representa la diferencia entre sonidos graves y agudos y se vincula principalmente con la frecuencia de la percepción sonora (es decir, a mayor frecuencia la agudeza auditiva aumentará proporcionalmente).

Es en este punto que aparecen dos conceptos distintos que a su vez se relacionan de manera muy estrecha, por un lado, se presenta a la onda sonora, el cual es un ente físico con la cualidad de producir sensación en el oído y perjudicarlo directamente a nivel de sus estructuras tanto anatómicas como funcionales. En contraparte, se presenta a la sonoridad o sensación subjetiva del sonido la cual es producida por variaciones diversas de presión en el oído. Esta sensación subjetiva es distinta de acuerdo a la sensibilidad auditiva del individuo y se relaciona con los efectos no auditivos de la polución acústica, los cuales se estudian en el presente trabajo de investigación, siendo los más significativos, los cambios en el ciclo circadiano y la higiene del sueño, los trastornos conductuales y cognitivos.

Como la sonoridad es una característica subjetiva, se han realizado múltiples estudios en un número considerable de oyentes y esto ha permitido la creación de curvas de igual sonoridad (figura 2.2) conocidas también como curvas isosónicas, las cuáles, según la ingeniería acústica indican para cada nivel de sonoridad un nivel sonoro de tonos puros que produce la misma sensación sonora en el sujeto sometido a contaminación auditiva.

Por ejemplo, cuando un sujeto se encuentra sometido a presiones sonoras de 1 Kilohercio (KHz) de frecuencia, de acuerdo a la tabulación de la figura 2.2, esta intensidad equivale a 20 decibelios (o 20 fonios), el cual a su vez corresponde a una frecuencia de 200 hercios (Hz) con una intensidad de hasta 40 decibelios. Asimismo, debe contemplarse la manera en la que el ruido se propaga diseminando la polución a todo nivel en el ambiente. Para ello se analizan dos tipos de fuentes sonoras, la fuente puntual de propagación esférica y la fuente lineal de propagación cilíndrica. En el caso de la propagación esférica se considera la contaminación provocada por máquinas estáticas (como las utilizadas en anestesia) o a las provocadas en actividades de zonas restringidas (como sucede en un quirófano).

Figura 2.2
Curvas isosónicas o de igual sonoridad.
Sistema de información sobre contaminación acústica. Madrid, 2010.



Fuente: Sistema de información sobre contaminación acústica. Conceptos básicos del ruido ambiental. Guía ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Ambiente. Madrid, 2010.

La propagación sucede en forma de ondas esféricas (análogicamente a las ondas del agua de un estanque) y de acuerdo a la manera del análisis de polución las fuentes pueden agruparse y considerarse como una sola fuente.

Por el contrario, la fuente lineal de propagación provoca una variación energética en función de la distancia por lo cual es relacionada a infraestructuras de transporte como una carretera o una vía ferroviaria, estudiada principalmente en investigación del ruido provocado por transportes.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Anatomía del órgano vestibulococlear

El órgano vestibulococlear, es decir el oído, está compuesto por tres partes diferentes, siendo éstas, el oído externo, medio e interno. Como se explicará posteriormente en el apartado de fisiología de la audición, tanto el oído externo como el medio se encargan de recoger las ondas sonoras, conduciéndolas al oído interno donde son recibidas en los receptores originados por el nervio vestibulococlear.¹⁹

2.3.1.1 El oído externo

Comprende los segmentos de la oreja y el conducto auditivo externo. La oreja o pabellón auricular es una lámina compuesta de cartílago, plegada sobre sí misma, de forma ovoide y orientación superior cubierta en su totalidad por la piel, situada en las partes laterales de la cabeza, posterior a la articulación temporomandibular y la región parotídea, anteriormente a la región del mastoide e inferior a la región temporal. La constituyen además del cartílago y el revestimiento cutáneo, los ligamentos extrínsecos (auricular anterior y posterior) e intrínsecos y los músculos extrínsecos (anterior, superior y posterior) y los intrínsecos (músculo mayor del hélix, menor del hélix, el músculo del trago, del antitrago y los músculos transversos y oblicuos de la oreja).¹⁹

Su forma de corneta acústica hace propicia la recogida de las ondas sonoras para conducir las hacia el conducto auditivo externo el cual se extiende desde la cavidad de la concha hasta la membrana timpánica. El conducto auditivo externo mide cerca de 25 milímetros dirigiéndose de manera oblicua de lateral a medial, aumentando su diámetro progresivamente hasta alcanzar la mencionada membrana.¹⁹

El conducto auditivo externo está estructurado por una porción fibrocartilaginosa que se divide en dos partes, el canal cartilaginoso que es una proyección del cartílago de la oreja y el canal fibroso, el cual complementa las paredes de dicho conducto.¹⁹ Describiendo estas

características se puede determinar que la oreja tiene como función recibir los sonidos exteriores los cuales viajan por el conducto auditivo externo hacia las estructuras del oído medio valiéndose de la orientación del pabellón auricular en la cabeza, las características de su forma y pliegues constitucionales, permitiendo asimismo, localizar la fuente de los sonidos y la dirección que se debe seguir para llegar a dicha fuente.

2.3.1.2 El oído medio

Se ubica entre las porciones del oído externo y el interno, formado por la cavidad timpánica en cuyo interior se encuentra ubicado el sistema de huesecillos del oído, así como los músculos de los mismos; el tensor del tímpano y el estapedio.¹⁹ El oído medio por ende se comunica con la nasofaringe por medio de la trompa auditiva (anteriormente de Eustaquio) y en dirección posterior presenta nexos con las celdillas mastoideas.²⁰

La cavidad timpánica se encuentra conformada por seis paredes, la membranosa, formada íntegramente por el tímpano o membrana timpánica. La pared laberíntica que es el límite entre el oído medio y el interno en cuya estructura se encuentra la ventana oval y la fosa de ésta misma ventana en cuyo interior posan diversas estructuras que constituyen al sistema de huesecillos. Asimismo, la cavidad timpánica posee la pared carotídea formada por el conducto carotídeo y la apertura lateral de la trompa auditiva. La pared mastoidea corresponde a la pared posterior de la cavidad timpánica en cuyo interior se encuentra al *aditus ad antrum* que contiene los ligamentos de algunos huesecillos como el yunque. Por último, se hallan circunscritas dos paredes más, la tegmentaria o techo que forma el domo o cúpula de la cavidad timpánica y la pared yugular o piso de la cavidad timpánica.²⁰

De lateral a medial, los huesecillos del oído corresponden al martillo, yunque y estribo. El martillo, el más grande ellos, presenta una cabeza, el cuello y un manubrio, así como dos apófisis, la lateral y anterior.²⁰ En los recién nacidos el martillo alcanza la fisura petrotimpánica involucionando posteriormente durante la etapa adulta de la vida.²⁰

El yunque está posicionado entre la cabeza del martillo y el estribo, presentando en su configuración un cuerpo y dos ramas (rama larga y corta), adoptando peculiarmente la forma de una pieza molar.²⁰ Justo al lado del yunque se aprecia el estribo formado por una cabeza, su base y dos ramas, anterior y posterior.¹⁹

2.3.1.3 El oído interno

No es más que la conformación del órgano vestibulococlear propiamente dicho alojado en el interior de la porción petrosa del hueso temporal del cráneo. Dicho órgano es el encargado de la percepción de los cambios de posición de la cabeza, así como de procesar información sonora.²⁰

El oído interno está constituido por un conjunto de cavidades óseas como lo es el laberinto óseo cuyo interior se encuentra ocupado por una serie de sacos membranosos que en conjunto reciben el nombre de laberinto membranoso.²⁰

El laberinto óseo se constituye por tres partes, el vestíbulo que es la parte media, una parte posterosuperior conocida como los laberintos semicirculares óseos y una parte anterior llamada cóclea. El vestíbulo posee una pared lateral correspondiente a la cavidad timpánica. Una pared medial que separa al vestíbulo del conducto auditivo interno en donde además se halla el receso utricular, la cresta vestibular, el receso sacular y el receso coclear. La pared anterior corresponde a la primera porción del conducto facial superiormente y a la cóclea inferiormente. Las paredes superior y posterior forman los orificios de los conductos semicirculares óseos y por último la pared inferior forma el suelo o lámina ósea del vestíbulo.¹⁹

Los conductos semicirculares son tres estructuras en forma de herradura, denominadas por su posición como conducto semicircular anterior, el cual presenta a la ampolla ósea anterior. El posterior que forma la ampolla ósea posterior y el conducto semicircular lateral en cuyo extremo anterior se halla circunscrita la ampolla ósea lateral. Por otra parte, la cóclea o caracol, posee forma de cono con dimensiones de ente ocho y nueve milímetros de ancho y una altura aproximada de entre cuatro y cinco milímetros. Posee una lámina ósea espiral que confiere su forma y nombre, en cuyo interior se encuentran la rampa vestibular y la rampa timpánica, asimismo, la conforman la laminilla vestibular y timpánica. Es en la cúpula coclear que se encuentra el helicotrema, estructura que comunica las dos rampas anteriormente descritas.²⁰

El laberinto membranoso por su parte, consta de tres estructuras denominadas vestíbulo membranoso, conductos semicirculares membranosos y el conducto coclear o caracol membranoso. El vestíbulo membranoso se compone de dos vesículas contenidas en su interior, una superior llamada utrículo y otra inferior denominada sáculo. De los conductos semicirculares membranosos cabe mencionar que tienen la misma configuración de los óseos descritos

anteriormente. Y para finalizar la descripción anatómica, el conducto coclear membranoso posee forma de tubo prismático enrollado de la misma forma en la que se encuentra el conducto óseo, complementando así el tabique formado por la lámina espiral ósea.¹⁹

Después de analizar la conformación y configuración de las estructuras del órgano vestibulococlear, se puede detallar que funcionalmente existen dos vías por las cuales se efectúan los procesos neurosensoriales que lleva a cabo dicho órgano y que se detallarán ampliamente en la siguiente sección.

a. La vía coclear

Conduce el sonido desde el exterior hacia las áreas corticales encargadas de descifrar los mensajes auditivos. El órgano receptor en este caso lo conforma el órgano espiral o de Corti que por medio de neuronas específicas trasladan la información recibida al pedúnculo cerebeloso inferior regresando la sensación directamente hacia las circunvoluciones de la corteza temporal (áreas 41 y 42 de Brodmann).²⁰

b. La vía vestibular

Es el encargado de realizar la conexión entre el aparato vestibular y el cerebelo, en este caso participando en la regulación del equilibrio cinético y estático, recibiendo anatómicamente sus impulsos en las máculas del utrículo y el sáculo llevando a su vez información hacia los núcleos oculomotores del mesencéfalo, el tálamo y la formación reticular para devolver dicha información nerviosa hacia los núcleos vestibulares.²⁰

2.3.2 Fisiología del sentido de la audición

2.3.2.1 Fisiología de la membrana timpánica y sistema de huesecillos

Desde la membrana timpánica hasta la cóclea el sonido llega a identificarse gracias a un ajuste de impedancias entre las ondas sonoras del aire y las vibraciones sonoras en el líquido contenido en la cóclea. Si el sistema de huesecillos y la membrana timpánica no existiesen, las ondas sonoras aún son capaces de viajar directamente a través del aire contenido en el oído medio y entrar sin ningún problema por la ventana oval, sin embargo, la sensibilidad auditiva caería entre 15 a 20 decibelios para la transmisión oscilar, lo que significa la disminución de la percepción vocal desde un nivel intermedio a un nivel casi imperceptible.²¹

Al momento de recibir la transmisión de sonidos fuertes a través del sistema de huesecillos y desde el sistema nervioso central se produce un reflejo que consiste en la contracción del músculo estapedio y del tensor del tímpano en menor medida. Este reflejo es conocido como el *reflejo de atenuación* capaz de reducir la intensidad del sonido hasta los 30 y 40 decibelios, lo que supone la diferencia entre escuchar una voz fuerte y un susurro.²¹

A través del hueso (laberinto óseo) en donde se encuentra contenida la cóclea o caracol se forman vibraciones en el líquido contenido en ésta estructura, por lo que es posible en condiciones adecuadas, percibir el sonido de vibraciones de corta frecuencia como las ocasionadas por medio de un diapasón, siempre y cuando el dispositivo se coloque en áreas del cráneo que sean protuberantes, como es el caso de la apófisis mastoides.²¹

2.3.2.2 La cóclea y la transmisión de las ondas sonoras

Al momento en el que la base del estribo avance en dirección hacia la ventana oval, la ventana redonda tiende a abombarse hacia fuera, por lo que el efecto de una onda sonora que llega a la ventana oval arquea la lámina basilar hacia la otra ventana mencionada.²¹ El ejemplo clásico para comprender éste fenómeno resulta en imaginar la caída de una hoja sobre el agua de un estanque, generando consigo una serie de ondas a causa de la propagación de la fuerza que ejerce la misma sobre la tensión superficial del agua, es de esta manera como puede equipararse el viaje de las ondas sonoras en la cóclea humana.

Por otro lado, el sistema de audición cuenta con un órgano receptor que genera impulsos nerviosos en respuesta a las vibraciones que sufre la lámina basilar, este órgano es conocido como el órgano de Corti, el cual presenta dos tipos de células altamente especializadas denominadas células ciliadas, internas y externas, estas realizan su sinapsis en una red de terminaciones nerviosas provenientes de la cóclea. Las fibras nerviosas de las células ciliadas desembocan en el ganglio espiral de Corti contenido dentro del centro de la cóclea. Desde este ganglio el impulso viaja hacia el nervio coclear o acústico para terminar en la parte superior del bulbo del sistema nervioso central.²¹

A su vez existen otras estructuras denominadas estereocilios los cuales se ubican en los extremos de las células ciliadas, los cuales tienen como función el provocar la excitación de este tipo de células. Los estereocilios poseen una armazón rígida en cuyas células se promueve un movimiento rápido de iones potasio con carga positiva desde el conducto coclear incitando así a

la despolarización de la membrana de la célula ciliada, liberando un neurotransmisor (posiblemente glutamato) de acción rápida que efectúa eficazmente la sinapsis a dicho nivel.²¹

En cuanto a la determinación de la frecuencia del sonido mediante el principio de la posición y partiendo de los preceptos discutidos anteriormente, resulta factible inferir que los sonidos de baja frecuencia activan de manera incrementada la lámina basilar en la región de la cúpula coclear, mientras que los de alta frecuencia se llevan a cabo en las áreas cercanas de la base coclear. Por ende, los sonidos de frecuencia intermedia promueven la activación de la membrana, en una posición intermedia entre ambas estructuras (cúpula y base). Una vez aclarado este punto, se establece que el volumen por parte del sistema auditivo depende de la intensidad del mismo, es decir, si el volumen de la onda sonora es elevado, aumentará la amplitud de la vibración de la lámina basilar a una frecuencia más rápida.²¹

Al momento de aumentar la amplitud de la vibración, aumenta la despolarización de las células ciliadas dando lugar a una adición espacial de impulsos. Relacionado a la unidad del decibelio, el cual se expondrá ampliamente en secciones posteriores, se describe en la literatura que esta variable se expresa a manera de logaritmo exponencial. Esto quiere decir que un aumento de diez veces en la energía del sonido equivale a un belio, por lo que 0.1 belios se equipara a un decibelio. Esto significa que, dentro del intervalo habitual de intensidades sonoras, el oído es capaz de distinguir un cambio aproximado de un decibelio.²¹

2.3.2.3 Mecanismos auditivos a nivel central

Los mecanismos auditivos centrales inician desde las fibras nerviosas que nacen en el ganglio espiral de Corti, los cuales ingresan a los núcleos cocleares anterior y posterior ubicándose en la parte superior del bulbo raquídeo. Es en este nivel donde todas las neuronas realizan sinapsis mientras que las de segundo orden atraviesan el lado contralateral del tronco encefálico para proseguir el proceso en el núcleo olivar superior. Desde éste núcleo la vía auditiva asciende por medio del lemnisco lateral continuando la vía hacia el núcleo geniculado medial. Para concluir, la vía recorre el trayecto de la radiación auditiva hacia la corteza auditiva ubicada en la circunvolución superior del lóbulo temporal.²¹

Como consideraciones importantes debe tomarse en cuenta que las señales provenientes de ambos oídos discurren por ambos lados del encéfalo predominando su transmisión mediante

la vía contralateral. Este cruce de vía se lleva a cabo en el cuerpo trapezoide, la comisura de los núcleos del lemnisco lateral y en la comisura que vincula ambos colículos inferiores.²¹

El área encargada de proyectar las señales auditivas en el cerebro, se ubica específicamente en el plano supratemporal de la circunvolución temporal superior, extendiéndose a su vez hacia la cara lateral del lóbulo temporal, parte del lóbulo de la ínsula y hacia la porción lateral del opérculo lateral, inclusive.²¹ La corteza auditiva posee dos segmentos, el segmento primario y el segmento de asociación o secundario.

En la corteza auditiva primaria se procesan directamente las proyecciones de los estímulos provenientes del núcleo geniculado medial, mientras que en las áreas de asociación o corteza auditiva secundaria se efectúan los impulsos de la propia corteza primaria y de las proyecciones talámicas asociadas al mismo tipo de núcleo.²¹

En cuanto a la identificación de la dirección de procedencia del sonido se da por medio del intervalo de tiempo entre la llegada del sonido a un oído y al contralateral. También se efectúa mediante la diferencia de intensidades de los sonidos en ambos oídos. El mecanismo del lapso temporal distingue la dirección con mucha mayor precisión que el mecanismo de la diferencia de las intensidades ya que no se vale de factores ajenos sino del plazo en período de tiempo transcurrido entre las señales acústicas.²¹

Los mecanismos citados en el párrafo anterior no permiten al oído determinar si el sonido proviene desde delante o desde detrás de la persona o bien si la fuente es desde arriba o desde abajo. La distinción de la dirección en estos casos se da principalmente gracias a las orejas de ambos oídos, esto sucede debido a la forma de la oreja, la cual cambia las características cualitativas del sonido en relación de la dirección de donde proviene el mismo.²¹

El mecanismo nervioso empleado por el oído humano para detectar la dirección del sonido se debe en parte a la acción del núcleo olivar superior, el cual se divide en dos partes, el núcleo olivar superior medial y lateral, este último es el encargado de detectar la dirección desde donde viene el estímulo mediante la distinción de intensidades sonoras. Por otro lado, el núcleo medial es quien detecta el lapso temporal transcurrido entre las señales acústicas que ingresan a ambos oídos.²¹

Por último, para detallar los procesos fisiológicos de la audición conviene describir las señales centrífugas provenientes desde el sistema nervioso central hacia las vías inferiores, el cuál presenta el trayecto de la vía final desde el núcleo olivar hasta las células ciliadas receptoras del sonido dentro del órgano de Corti, las cuales poseen un efecto inhibitor.²¹

2.3.3 Riesgos profesionales del anestesiólogo

2.3.3.1 Definiciones

Como se ha expresado con anterioridad, la anestesiología es una rama de la medicina que debido a su naturaleza presenta múltiples riesgos en su actuar, por lo que considerando esto, la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología (C.L.A.S.A.) por medio de la Comisión de Riesgos Profesionales ha elaborado una extensa guía en el marco del desarrollo del proyecto de riesgos profesionales del anestesiólogo en Latinoamérica, la cual trata sobre los riesgos que forman parte de la afectación directa que sufre el anestesiólogo en relación a su salud y seguridad ocupacional.

Esta guía tiene como objetivo brindar información y recomendaciones para que estas sean tomadas en cuenta por los anestesiólogos y su aplicación sea de tipo voluntaria. Asimismo, pretende ser una guía que oriente a organizaciones involucradas para desarrollar negociaciones en materia de condiciones laborales para el profesional de la anestesia. Por otra parte, persigue ser un referente de información dirigido hacia los empleadores de los anestesiólogos y a su vez y no menos importante, ser una guía legal para institucionalizar la protección laboral del anestesiólogo, desafío que debe liderar en particular cada país miembro de la C.L.A.S.A.⁴

2.3.3.2 Clasificación de los riesgos profesionales del anestesiólogo

De acuerdo a la guía que proporciona la C.L.A.S.A., existen diversos riesgos que representan cierto grado de peligro en el desarrollo de las actividades que desempeña el anestesiólogo en su ámbito laboral. La clasificación elaborada por esta confederación se detalla en la tabla 2.1.

2.3.3.3 Riesgos físicos

De acuerdo a la tabla 2.1 los riesgos físicos que afectan el ejercicio profesional diario del médico anestesiólogo comprenden las radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, *el ruido*, las vibraciones, la carga térmica, ventilación, iluminación, electricidad de alto y bajo voltaje y los incendios.

Tabla 2.1
Clasificación de los riesgos profesionales del Anestesiólogo
Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología
Uruguay, 2003. (Revisada en el año 2006)

Riesgo	Fuente
Vinculado a la naturaleza del trabajo del anestesiólogo	<ul style="list-style-type: none"> – Estrés crónico laboral – Trastornos psicosociales – Farmacodependencia – Ergonomía
Vinculado a agentes biológico	<p>Infecciones provocadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Virus de hepatitis B – Virus de hepatitis C – VIH – Bacterias, hongos y otros.
Vinculado a agentes físicos y de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> – Radiaciones ionizantes y no ionizantes – Ruido – Carga térmica – Ventilación – Iluminación – Electricidad e incendios – Vibraciones
Vinculado a la organización laboral	<ul style="list-style-type: none"> – Organización y contenido – Diseño del puesto – Carga horaria – Violencia
Vinculado a agentes químicos	<ul style="list-style-type: none"> – Alergia al látex – Gases anestésicos

Fuente: Guía de Prevención y Protección de los Riesgos Profesionales del Anestesiólogo, C.L.A.S.A. Uruguay, 2006.

La radiación no ionizante se refiere principalmente a la exposición de rayos X a los que se expone el anestesiólogo sobre todo en procedimientos quirúrgicos ortopédicos, teniendo como principal fuente causal los fluoroscopios, intensificadores de imagen, videos de tomografías computarizadas, resonancias magnéticas, etcétera. Provocando daños en gran medida en el ojo, por destrucción del cristalino, causando afección tisular, producción de alteraciones cromosómicas y proliferación de células malignas.⁴

En cuanto a la radiación no ionizante, la guía hace referencia a las radiaciones electromagnéticas, ultravioletas, infrarrojo y láser, provocando lesiones oculares, quemaduras, lesiones pulmonares y laríngeas principalmente causado por el dióxido de carbono de los rayos láser, el neodimio – ytrio – aluminio – granate y el argón de tinción ajustable.⁴

a. Ruido

El ruido se define como todo aquel sonido cuya percepción para el oído humano resulta molesto, inútil y totalmente desagradable⁵. El ruido es un conjunto de sonidos no armónicos, inarticulados y confusos que pueden llegar a ser muy intensos. El ruido como todo sonido, es una sensación compuesta por una onda acústica que proviene de una vibración la cual se propaga en un medio elástico que tendrá como resultado final la producción de una sensación audible para el oído humano, esto en función a las características que constituyen al sonido:

- **Amplitud:** es la presión acústica, intensidad o potencia del sonido.
- **Frecuencia:** corresponde al número de veces que la onda sonora obtiene el mismo valor por unidad de tiempo. Su valor es expresado en ciclos, hercios (Hz).
- **Intensidad:** determinada por la fuerza de vibración que produce en el aire.⁵ La escala de medida logarítmica de la intensidad del sonido se llama Bel (B) en honor a Alexander Graham Bell. El Bel es el logaritmo de una razón de 10, dividido en 10 partes llamadas decibel (dB). Para determinar con mayor precisión la sensibilidad del oído a la intensidad de las ondas sonoras se creó una unidad de intensidad sonora ponderada de tipo A, el dBA, por lo que un aumento de 10 dBA es el doble de la altura del sonido.¹⁰

a.1 Clasificación del ruido

Según su presentación temporal el ruido puede clasificarse como:

- **Continuo:** es un ruido constante a lo largo del tiempo, como el que produce un ventilador o un compresor. La variación no debe ser menor a 3 dB y mayor a 5 dB.
- **Intermitente:** el nivel de sonido se produce en grados bien definidos durante un largo período de tiempo. Corresponde a una colección de ruidos continuos de intensidades distintas, como el producido por los bips de un electrocardiógrafo.
- **Variable:** sucede con los cambios de nivel sonoro ocurridos durante el tiempo, cuyo patrón de ritmo es irregular, como los provocados por el instrumental quirúrgico a lo largo de todo el procedimiento.
- **De impacto o impulsos:** se refiere a aquel ruido que produce picos de alta intensidad y muy corta duración. Un ejemplo de ello es el ruido provocado por las alarmas de la máquina de anestesia o del sistema de oximetría de pulso.⁵

a.2 El ruido como factor de riesgo para el anestesiólogo

El anestesiólogo se encuentra a una exposición constante de ruido durante la ejecución de sus actividades profesionales, especialmente dentro del área de quirófanos de un hospital. La

exposición a niveles elevados de ruido resulta absolutamente lesiva durante un período agudo, causando lesiones como barotrauma acústico o repercusiones crónicas que desencadenan otro tipo de patologías.⁴

Según informes del Centro Europeo de la Audición, la OMS reporta que los ruidos con una intensidad mayor o igual a los 40 decibelios se consideran como perjudiciales para el hombre por lo que resulta totalmente necesario evitar exposiciones a fuentes sonoras con este tipo de intensidades.²² Asimismo, la Procuraduría Federal del Consumidor de los Estados Unidos Mexicanos, declara que un ruido superior a esta intensidad (40 dB) es un importante factor de riesgo para la salud del trabajador y es propicio para tornar difícil la ejecución de una tarea complicada, como la que realiza el médico anestesiólogo.²³

Por su parte, la Guía de Riesgos Profesionales de la C.L.A.S.A. advierte que, si el ruido se propaga de manera continua en el quirófano por encima de los 90 a 100 decibelios o de manera intermitente a un nivel mayor de 130 decibelios puede llegar a producir traumas irreversibles en el órgano de Corti del profesional, teniendo como consecuencia directa sordera permanente.⁴

a.3 Fuentes causales del ruido en el quirófano

Las fuentes de ruido en el quirófano surgen de la sumatoria de sonidos emitidos derivados de conversaciones simultáneas, apertura de guantes, movimiento de equipos, uso de taladros, trépanos, fresadoras, alarmas de monitores, uso de música a altos niveles de volumen, bips de monitores como electrocardiógrafos o sistemas de oximetría de pulso. Según se ha establecido, en un quirófano pueden coexistir ruidos tan altos como el provocado por un motor de diésel o pueden llegar a ser tan estridentes como los provocados por un concierto de banda de *rock*.⁴

Los ruidos identificados también pueden extenderse fuera del quirófano y en ámbitos en los que el anestesiólogo puede estar bastante familiarizado como áreas de transferencia, la unidad de cuidados post-anestésicos (UCPA) o el área de lavado y cepillado de manos. En relación a los ruidos inherentes al área quirúrgica los más significativos corresponden al encendido de ciertas alarmas cuya intensidad oscila entre los 60 a 85 decibelios. Los ventiladores pueden alcanzar intensidades de entre 60 a 65 decibelios, el sistema de aspiración al vacío genera ruidos de aproximadamente 50 y 60 decibelios y los bips de monitores cardíacos poseen intensidades cercanas al rango de entre 50 a 55 decibelios.¹⁰

Vinculado a estos factores de riesgo debe tomarse en cuenta además la actitud del anesthesiólogo frente a uno de los principales ruidos que genera molestias dentro del quirófano: el sonido de las alarmas. Según revela una encuesta aleatorizada enviada a 504 anesthesiólogos miembros de la Asociación Británica de Medicina (BMA, según sus siglas en inglés), el 36 % de ellos considera que el sonido de las alarmas son distractores no útiles dentro de sus actividades, por lo que caen en la mala práctica de desactivarlas en su totalidad.²⁴ Es este tipo de actitudes las que se considera que deben evitarse mediante el reconocimiento de los sonidos intensos y la adopción de medidas de protección al momento de ingresar a un quirófano.

a.4 Efectos del ruido

a.4.1 Efectos generales del ruido sobre la salud

A manera de introducción sobre una larga lista de efectos que provoca el ruido a intensidades elevadas, es menester mencionar para iniciar que el ruido puede llegar a ser un estímulo sumamente doloroso cuando sobrepasa el umbral auditivo del dolor que corresponde a los 140 decibelios, sin embargo, estudios indican que pueden percibirse sonidos ligeramente dolorosos con intensidades superiores a los 125 decibelios.²⁵

Dejando de lado la sordera producida por exposiciones de ruido elevadas, se sabe que existen otros efectos que repercuten directamente sobre la salud cardiovascular, provocando alteraciones en el ritmo, riesgo coronario, hipertensión arterial, excitación vascular y efectos estrictamente neurovegetativos. A su vez se han identificado efectos en el sistema digestivo asociados a un incremento de enfermedad gastroduodenal.²⁵ A continuación, se detallará ampliamente sobre efectos no auditivos, fisiológicos, conductuales, cognitivos y los trastornos del sueño que provocan los niveles de ruido intensos.

a.4.2 Efectos fisiológicos del ruido

De acuerdo a publicaciones realizadas por el departamento de Ingeniería de la *Euskal Herriko Unibertsitatea (Universidad del País Vasco)*, las personas que se encuentran sometidas a ambientes ruidosos de manera constante pueden llegar a padecer una serie de reacciones inmediatas como midriasis, contracturas musculares, taquicardia, cinética palpebral acelerada, taquipnea y disminución de la secreción y motilidad gástrica, dificultando el proceso de la digestión, disminuyendo la irrigación sanguínea y aumentando la actividad muscular.²⁶

En individuos con padecimientos cardiovasculares, arterioescleróticos o coronarios, los ruidos constantemente fuertes o bien de tipo súbito pueden en algún momento dado llegar a causar un infarto agudo al miocardio y en sujetos diabéticos existe la posibilidad de permanecer con niveles de glucosa elevados provocando en ellos el riesgo de una cetoacidosis diabética y muerte.²⁶

Cuando la exposición constante se realiza por períodos prolongados de tiempo y con intensidades superiores a los 60 decibelios las reacciones comúnmente experimentadas suelen ser: aumento de la taquipnea y taquicardia, elevación de la tensión arterial, disminución severa del peristaltismo digestivo ocasionando eventualmente gastritis o gastroenterocolitis motora, lesiones neuromusculares que provocan dolor y falta en la coordinación de movimientos, disminución de la agudeza visual nocturna, astenia e insomnio.²⁶

a.4.3 Efectos de tipo no auditivo

La Facultad de Medicina de la Universidad de Miami a través de su programa de investigaciones sobre fisiología acústica, realizó un experimento por medio del cual un mono fue expuesto a un ambiente sonoro por encima de 90 decibelios durante un período de tiempo de 12 horas por 30 días. Ernesto Peterson, encargado del experimento indica que el simio, en los primeros 4 días permaneció aferrado a una silla con la mirada fija hacia la fuente del ruido.²⁷

Tanto el ritmo cardíaco como la presión arterial aumentaron abruptamente en un 30 %, permaneciendo estos valores hasta la finalización de los 30 días. Dichas cifras, además, se mantuvieron elevadas durante horas de la noche, aun cuando el ruido había cesado.²⁷ Un estudio publicado en la revista *The Lancet* del año 2014 indica que existe una infinidad de repercusiones patológicas hacia la salud auditiva de quien se somete a niveles de ruido elevados constantemente, sin embargo, los daños a la salud en general son bastos y no menos importantes a los sufridos en el órgano vestibulococlear.²⁸

El reporte inicia describiendo a uno de los síntomas más importantes que aquejan al individuo expuesto al ruido ambiental: el fastidio. Este se produce cuando interfiere con actividades, sentimientos, pensamientos, sueño o descanso cotidianos y lo acompañan respuestas negativas como ira, disgusto, agotamiento y otros síntomas asociados al estrés. En este mismo estudio los investigadores abordan los cambios cardiovasculares sufridos,

exponiendo enfermedades como la hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y accidentes cerebrovasculares.²⁸

En relación al sistema endocrino se sabe que el ruido alto provoca alteraciones a nivel hipofisario y adrenal. En la actualidad se investigan repercusiones del ruido sobre la fertilidad, esto una vez que se han identificado en algunos ensayos, niveles reducidos de testosterona en los sujetos afectados. A nivel central se reporta que, a través de una serie de análisis en los cuales trabajadores que desempeñan sus funciones en ambientes sonoramente desfavorables conectados a un electroencefalógrafo, presentaron trazos correspondientes a rasgos encefálicos muy similares a los obtenidos en pacientes conocidos por alteraciones epilépticas.²⁷

Este mismo estudio aborda la problemática del ruido nosocomial, describiendo que tanto personal como pacientes se ven drásticamente afectados por los niveles sonoros altos producidos por ejemplo por las alarmas de las bombas de infusión continua o de los monitores de control de las constantes vitales. El análisis detalla que el ruido en hospitales retrasa la recuperación de los pacientes y a su vez provoca un efecto negativo en el rendimiento laboral del personal hospitalario llegando a desarrollar principalmente el *síndrome de burnout* en ellos.²⁸

De acuerdo a los antecedentes expuestos en el tercer convenio de la OIT sobre ruido y vibraciones, se estima que el ruido puede llegar a causar a nivel cardiovascular, un aumento sustancial de la presión arterial, arteriosclerosis e infarto agudo al miocardio. También hacen constar las repercusiones directas en la circulación coronaria, mediante una prueba de esfuerzo realizada a un grupo de personas sanas expuestas al ruido con intensidades superiores a los 90 dB durante diez minutos, encontrando trazos electrocardiográficos similares a los presentados por pacientes con enfermedad coronaria.²⁷

a.4.4 Efectos psicológicos y de la conducta

El ruido es en general parte de un conjunto de trastornos contenidos en la definición de causas de estrés laboral propuestos por el Departamento de Psicología de la *Universitat De Barcelona*, la cual indica que los niveles elevados en inmisión sonora provocan cambios en la salud mental como cefalea, inestabilidad emocional, irritabilidad, agresividad, ansiedad entre otros. Asimismo, la publicación realizada por la mencionada institución reveló que un factor ligado a la predicción de efectos psicológicos del ruido en el sujeto es su actitud frente a la fuente productora del mismo. Es decir, que si la actitud es de tipo negativo la fuente generará

sentimientos negativos (situaciones descritas en la tabla 2.2), la situación será percibida como molesta o estresante, sucediendo todo lo contrario si la fuente es percibida de manera positiva.²⁹

Tabla 2.2
Actitudes negativas frente a la fuente sonora
Departamento de Psicología, Universitat de Barcelona. Barcelona, 2005.

Actitudes negativas frente a la fuente sonora
Percepción innecesaria del ruido
Percepción del ruido como perjudicial para la salud
Asociación del ruido a situaciones emocionales negativas como miedo, pánico o ira
Sensibilidad o descontento con otros aspectos situacionales que son conceptualizados como estresantes.

Fuente: Universitat de Barcelona. Psicología ambiental, elementos básicos. Departamento de Psicología. Barcelona, 2005.

La publicación indica a su vez que el ruido puede llegar a ser aún más molesto cuando se presenta de manera intermitente sin un período fijo determinado, esto porque resulta difícil predecir el momento de inicio del estímulo, siendo precisamente la característica de imprevisibilidad la que determina la mayor cantidad de efectos adversos dado a que aumenta el estrés al ser percibida la situación como amenazante, aumenta la atención sobre el ruido disminuyendo la capacidad de concentración para desarrollar actividades y provoca dificultad de adaptación y acomodación al ruido.²⁹

Por el contrario, si el ruido es predecible, aunque no reduzca su intensidad muchos de estos efectos disminuyen o se eliminan. Situación que en definitiva no sucede en el espacio quirúrgico al no contar con la capacidad exacta de prever el momento exacto en el que, por ejemplo, inicie la activación de alarmas, por lo que el personal es más propenso a sufrir este tipo de reacciones.

a.4.5 Efectos del ruido sobre el sueño

El ser humano invierte aproximadamente un tercio de su vida realizando sus horas de sueño, el cual se encuentra dividido en dos grandes etapas: el sueño clásico o profundo (No *Rapid Eye Movement* o No *REM*, por sus siglas en inglés) que consta de cuatro subfases y el sueño REM, el cual es de tipo paradójico. De acuerdo a la OMS un nivel de ruido aceptable para conservar la higiene del sueño es menor a los 35 dB., demostrando que intensidades del ruido por encima de los 60 dB reducen la profundidad del sueño.³⁰

El sueño en general, como parte de los procesos fisiológicos del hombre forma parte inherente de sus métodos de supervivencia el cual está determinado por factores como el tiempo circadiano, aspectos intrínsecos de la persona, conductas facilitadoras o inhibitoras del sueño y el lugar donde éste se concilia. El ambiente donde se desarrolla el descanso juega un rol fundamental que determinan la duración y la estructura del sueño.³⁰ Este último precepto, sobre el lugar de descanso se ve afectado principalmente en el personal sanitario que no posee un lugar óptimo para desarrollar sus pocas horas de sueño dentro del nosocomio, incrementándose el riesgo en el personal que labora en quirófanos, descansando intermitentemente en el espacio donde opera maquinaria como ventiladores, autoclaves o monitores y el ruido es constante.

El ruido en general provoca cambios drásticos en la arquitectura y la microestructura del sueño, afectando funciones autonómicas esenciales y desarrollando eventos adversos en la salud y la calidad de vida de quien lo padece. Personas que a lo largo del día se enfrentan a intensidades de ruido elevadas sufren cambios oníricos importantes como aumento de la actividad cerebral, movimientos del cuerpo y trastornos de las respuestas autónomas traduciéndose en múltiples despertares y alteración en las fases del sueño, así como la percepción de la mala calidad del descanso.³⁰

a.4.6 Efectos del ruido sobre la memoria, la atención y el aprendizaje

De acuerdo a un estudio realizado por el Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos de Buenos Aires, Argentina, en el que una serie de animales fueron expuestos a niveles de ruido entre 95 y 97 decibelios, se demostró que existen fallas de los mismos en la memoria y la capacidad de concentrarse y adaptarse a un ambiente previamente conocido. Asimismo, se reportan cambios importantes a nivel del hipocampo, estructura cerebral encargada de los procesos de aprendizaje y memoria.³¹

El estudio citado fue realizado con dos grupos de ratas de entre 15 y 30 días de edad lo que equivale a una edad de entre seis – siete años y la adolescencia del humano, respectivamente. Ambos grupos fueron expuestos a dos horas de ruido durante dos semanas llegando a concluir que una única exposición al ruido de al menos dos horas es suficiente para producir daño celular y alteraciones conductuales.³¹

Al finalizar el estudio los animales expuestos presentaron disfunción severa de la memoria, incapacidad total de habituarse a ambientes ya conocidos y disminución en los niveles

de ansiedad lo cual no es algo positivo, esto debido a que los animales presentan un nivel de alerta escaso ante el peligro, provocando su incapacidad de escape ante depredadores.³¹

b. Discapacidad auditiva

De acuerdo a la última publicación de la Organización Mundial de la Salud sobre sordera y pérdida de la audición, de marzo del 2015, en el mundo existen 360 millones de personas con pérdida de la audición discapacitante, la cual puede deberse a causas genéticas, complicaciones en el parto, enfermedades infecciosas agudas, infecciones crónicas, administración de fármacos o injurias directas como exposición excesiva al ruido.³²

La pérdida de la audición sucede cuando un sujeto no es capaz de escuchar de la misma manera como escucha una persona cuyo sentido del oído es completamente sano, es decir cuyo umbral de audición en ambos oídos es igual o superior a los 25 decibelios.³²

Tanto causas como consecuencias de la discapacidad auditiva son resumidas en las siguientes tablas.

Tabla 2.3
Causas de la discapacidad auditiva
OMS, 2014.

Causas adquiridas	Causas congénitas
Enfermedades infecciosas como meningitis, sarampión y parotiditis	Rubéola materna, sífilis
Infección crónica del oído	Bajo peso al nacer
Presencia de líquido en el oído	Asfixia del parto
Uso de fármacos como antibióticos y antipalúdicos	Ictericia grave durante el período neonatal
Trauma craneoencefálico	Uso inadecuado de fármacos durante el embarazo como aminoglucósidos, medicamentos citotóxicos, antipalúdicos y diuréticos
Exposición excesiva al ruido	
Obstrucción del conducto auditivo	

Fuente: Nota Descriptiva No. 300: Sordera y defectos de la audición. OMS. Febrero, 2014.

Tabla 2.4
Consecuencias de la discapacidad auditiva
OMS, 2014.

Consecuencia funcional	Consecuencias socio-emocionales	Consecuencias económicas
<ul style="list-style-type: none"> - Limitación de las personas para comunicarse. - El desarrollo del habla se retrasa en niños con sordera. - Rendimiento deteriorado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensaciones de soledad, aislamiento y frustración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasas de desempleo elevadas. - Repercusiones directas en el desarrollo socioeconómico de las comunidades y los países.

Fuente: Nota Descriptiva No. 300: Sordera y defectos de la audición. OMS. Febrero, 2014.

b.1 Tipos, grados y fases de la pérdida auditiva

Existen cuatro tipos de pérdida auditiva según lo reconoce el *Centers for Disease Control and Prevention – CDC* resumiéndose de la siguiente manera:³³

Tabla 2.5
Tipos de pérdida auditiva
CDC, 2015.

Conductiva	Neurosensorial	Mixta	Neuropática
Existe un bloqueo que impide el paso del sonido del conducto auditivo externo al medio. Puede tratarse con medicamentos o cirugía.	Alteración del funcionamiento del oído interno o del nervio auditivo. Equivalente al trauma acústico (mayor a 4000 Hz.)	Se debe a una pérdida de las funciones conductivas y neurosensoriales.	El sonido entra de manera normal al oído pero por daños en el nervio auditivo el cerebro es incapaz de procesar la información de manera adecuada.

Fuente: Types of hearing loss. Hearing loss homepage. Centers for Disease Control and Prevention. Febrero, 2015.

La organización denominada *Cochlear*, líder en fabricación de implantes cocleares, como parte de su función investigadora publicó una revisión respaldada de igual manera por el CDC de Atlanta, en el que especifica los grados de hipoacusia que puede llegar a sufrir determinado individuo, los cuales se especifican en la tabla 2.6.³⁴

En relación a las fases de la pérdida auditiva el CDC describe que existen 6 tipos de lesiones. La lesión uni o bilateral, la lesión pre o postlingüística que corresponde a si el individuo perdió la capacidad de escuchar antes o después de aprender a hablar. Pérdida simétrica o asimétrica con base en el grado de hipoacusia o sordera en ambos oídos. Gradual o repentina en torno a una línea temporal de la patología. Pérdida fluctuante o estable, si ésta mejora o empeora con el tiempo y la lesión congénita o adquirida.³³

Tabla 2.6
Grados de hipoacusia
Cochlear, 2012.

Audición normal	Leve	Moderada	Severa	Profunda
La persona puede escuchar sonidos suaves por encima de 20 decibelios.	La hipoacusia en el mejor oído oscila entre 25 y 39 decibelios. Al paciente le cuesta entender el habla en ambientes ruidosos.	La hipoacusia en el mejor oído oscila entre 40 y 69 decibelios. Al paciente se le dificulta el habla sin prótesis auditiva	Hipoacusia en el mejor oído de entre 70 y 89 decibelios. El paciente requiere de prótesis auditiva potente o implante.	La hipoacusia en el mejor oído corresponde a una cifra superior a los 90 decibelios. El paciente debe recurrir a la lectura de labios y/o lenguaje de señas o bien a optar a un implante.

Fuente: Degrees of Hearing Loss. What is Hearing Loss? Cochlear Hearing Implants, Julio, 2012.

En resumen, la sordera puede clasificarse de manera general desde varios puntos de vista³⁵ como puede apreciarse en la tabla 2.7.

Tabla 2.7
Clasificación de la sordera por punto de vista
Fundación ONCE. España, 2005.

Clasificación de la sordera desde el punto de vista				
Audiológico	Otológico	Etiológico	Pedagógico	Del inicio
- Ligera: Déficit 15 – 30 dB	- Transmisión: Se localiza a nivel de oído externo y medio.	- Origen genético.	- Prefásica: En el primer año.	- Adquirida.
- Moderada: Déficit 31 – 50 dB.	Percepción de la palabra no alterada.	- Origen prenatal.	- Prelocutiva: Antes de aprender a hablar.	- Congénita.
- Intensa: 51 – 80 dB	- Percepción: Localizada en el oído interno o corteza cerebral. La percepción de la palabra está alterada.	- Origen Neonatal.	- Postlocutiva; Después de aprender a hablar.	- Por envejecimiento o presbiacusia.
- Muy intensa: 81 – 100 dB				
- Anacusia o sordera: 100%				

Fuente: Fundación ONCE. Discapnet. Clasificación de sorderas. Diciembre, 2005.

2.3.4 Salud ocupacional

2.3.4.1 Aspectos generales de la salud ocupacional

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud ocupacional comprende actividades de tipo multidisciplinario encausadas a la promoción y protección de la salud de los trabajadores a través de la prevención y el control de enfermedades y accidentes, así como la eliminación de factores y condiciones que ponen en peligro la salud y seguridad en el trabajo.

Asimismo, procura la generación y promoción del trabajo seguro y sano, así como la creación de ambientes y organizaciones de trabajo que realcen el bienestar de orden físico mental y social de los empleados, respaldando el perfeccionamiento y mantenimiento de su capacidad laboral. A la vez, contribuye a la habilitación de los trabajadores para que formen vidas social y económicamente productivas, colaborando eficazmente al desarrollo sostenible. En resumen, la salud ocupacional es una herramienta útil para el enriquecimiento humano y profesional en el trabajo.³⁶

De acuerdo a la contextualización de los entornos laborales saludables de la OMS, un entorno de trabajo saludable es todo aquel sitio donde los colaboradores actúan unidos para alcanzar una visión de salud en conjunto y además buscan el bienestar para los trabajadores de la comunidad. Esto ofrece a todos los integrantes de la fuerza de trabajo las condiciones físicas, psicológicas, sociales y organizacionales que protejan y promuevan la salud y seguridad. Esto a su vez permite tanto a empleadores como empleados tener un mejor control sobre su propio estado de salud, les provee de capacidades necesarias para poder mejorarlo y a su vez tener la posibilidad de ser más energéticos, positivos y felices.³⁷

De acuerdo al portal de salud ocupacional de la Organización Mundial de la Salud, existen cinco claves que promueven el correcto funcionamiento de un lugar de trabajo saludable, que ofrece una gama de posibilidades al empleado a desenvolverse en un ambiente amigablemente sano. La primera clave corresponde fundamentalmente al compromiso que adquiere la dirección del centro laboral a integrar un lugar de trabajo saludable que correspondan a los valores y objetivos del servicio, compañía o empresa. Una vez adquirido el compromiso por parte de la dirección, se busca involucrar a los trabajadores y sus representantes, esto con el fin de lograr su participación activa en cada uno de los pasos del proceso, desde la planificación hasta la evaluación del plan considerando como importantes sus ideas y opiniones al respecto.³⁸

El tercer punto clave para fomentar la salud ocupacional en espacios laborales es observar la ética y legalidad que el centro laboral posee, teniendo como premisa inicial el principio de *no maleficencia* o “no hacer daño”, el cual es una base esencial de la seguridad y salud que debe ofrecérselo a los empleados. Por otro lado, debe utilizarse un proceso sistemático e integral que garantice la mejora continua y la eficacia de los procesos que se siguen para desarrollar un lugar de trabajo saludable.³⁸

Finalmente debe lograrse un adecuado plan de sostenibilidad de las medidas tomadas, con el fin de obtener los mejores resultados y determinar su perduración en el tiempo.³⁶ En materia de salud ocupacional conviene además resaltar las acciones emprendidas por entidades internacionales como el *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, mencionado en secciones anteriores, el cual dentro de sus publicaciones ofrece información sobre uno de sus principales programas clave, el *Total Worker Health*, el cual comprende toda una estrategia en la que convergen la seguridad ocupacional y la protección de la salud con la promoción en salud y cuyo fin primordial es prevenir lesiones y enfermedades en los trabajadores y con ello mejorar no solo su salud sino además preservar su bienestar.³⁹

Este trabajo ofrecido por el NIOSH informa que, debido al creciente número de evidencia científica de alto rigor, se sabe en la actualidad que existen factores estrechamente ligados con el trabajo y los factores médicos que atañen de manera tenaz problemas relacionados a la seguridad y la salud. Por si fuera poco, expresa también que dichos problemas significan un importante riesgo no solo para los empleados, sino que involucra de igual manera a sus familias.³⁹

Se señala asimismo, que una de las principales razones por las cuales los empleadores han fracasado en brindar a sus empleados las herramientas óptimas para la protección de su salud en el trabajo es el hecho de haber centrado sus acciones en crear programas que supervisen la seguridad únicamente sin tomar en cuenta la promoción en salud. Por otro lado, cuando se emplea únicamente la promoción se pretende insistir únicamente en los estilos de vida del trabajador, pero fuera del área de labores. Por lo anterior, es que el NIOSH decidió crear esta guía que compromete tanto a directivos como a subordinados a tomar en cuenta no solo el aspecto de seguridad laboral sino también la promoción de la preservación de su salud dentro y fuera de las instalaciones de trabajo.³⁹

Resumiendo las ideas expresadas sobre el ámbito de la salud ocupacional, se establece que son diversas las acciones emprendidas por organismos internacionales, como lo son la Organización Internacional del Trabajo, la Organización Mundial de la Salud y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades a través de NIOSH y la *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*.

Sin embargo, el concepto general sobre salud ocupacional que debe considerarse para el desarrollo principal de este marco conceptual es que *“la salud del empleado se incorpora generalmente a la definición de salud (física mental y social) de la OMS y va más allá de la ausencia de afectación física; Un entorno de trabajo saludable, en el sentido extenso del término es también una organización próspera desde el punto de vista de su funcionamiento y de cómo consigue sus objetivos. La salud de la empresa y del empleado están estrechamente vinculadas.*³⁷ El entorno de trabajo ideal es pues, aquel entorno saludable en donde convergen la protección de la salud del trabajador con la promoción de su salud a todo nivel.

2.3.5 Contaminación auditiva

2.3.5.1 Conceptos básicos del ruido ambiental

De acuerdo a la declaración adoptada por la 44ª Asamblea Médica Mundial de Marbella, España de 1992 y enmendada en la 58ª Asamblea General de la Asamblea Médica Mundial de Copenhague, Dinamarca, octubre de 2007, la World Medical Association establece que la contaminación auditiva es producto del ruido excesivo que incide en la salud, la psiquis, el rendimiento, y el bienestar de quien lo padece.⁴⁰

a. El fenómeno físico del ruido

El sonido per sé es un fenómeno físico en el que se produce una transformación mecánica de las partículas de un medio elástico por un elemento que permanece en vibración, el cual tiene la capacidad de provocar un estímulo auditivo (ver tabla 2.8). La sensación auditiva es percibida por el oído humano gracias a las variaciones de presión acústica en el tiempo. Estas diferencias entre presión instantánea y presión atmosférica forman lo que se conoce como presión acústica o presión sonora.¹⁸

Para el viaje del sonido, el cual se atenúa en la distancia y es absorbido o reflejado por obstáculos que encuentra a su paso, debe darse el fenómeno del movimiento ondulatorio

caracterizado por la propagación del movimiento de energía a través de un medio. El movimiento ondulatorio lo definen tres tipos de magnitudes¹⁸:

- **De espacio:** Compuesto por elongación, amplitud, ciclo o vibración.
- **De tiempo:** Compuesto por un período o fase.
- **De relación espacio/tiempo:** Definido por la frecuencia.

Tabla 2.8
Componentes del movimiento ondulatorio
SICA. Madrid, 2010.

Amplitud	Período	Longitud	Frecuencia	Presión sonora	Intensidad sonora	Potencia sonora
Es el valor máximo del movimiento de una onda.	Período de tiempo de un punto que alcanza la misma posición.	Distancia entre dos puntos sucesivos en el mismo estado de vibración.	Número de pulsaciones por segundo del sonido. Es medido en hercios (Hz).	Es la cantidad de energía que produce el sonido por unidad de tiempo.	Cantidad de energía transmitida en una dirección por unidad de área.	Cantidad de energía radiada por una fuente establecida.

Fuente: Sistema de Información Sobre Contaminación Acústica – SICA. Conceptos básicos del ruido ambiental. Madrid, 2010.

b. Caracterización de la contaminación acústica

El ruido es definido como todo aquel sonido no deseado. Es una emisión de energía originada por una fuente vibratoria que provoca un estímulo al oído y evoca una sensación molesta. Es caracterizado por una frecuencia de sonidos puros y por la amplitud de presión acústica correspondiente. En resumen, el ruido es un conjunto de sonidos desagradables compuesto por frecuencias, intensidades, una variación temporal, la cadencia y un ritmo.¹⁸

b.1 El decibelio

Las presiones acústicas (Pa) a las cuales el oído humano presenta un grado de sensibilidad varían en un intervalo sumamente amplio. El umbral inferior de audición en el hombre (Pa mínima) corresponde a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, mientras que el umbral máximo soportable es de 20 Pa. Sin embargo, utilizar esta escala es totalmente contraproducente por lo que se recurre al uso de una escala logarítmica denominada *decibelio* el cual es definido como el nivel de presión sonora de la siguiente forma:

$$Lp = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0}$$

Donde P_0 es el valor referencial de la P_a que corresponde a la menor presión audible, es decir $2 \cdot 10^{-5}$. L se expresa en decibelios.¹⁸ Es por esto que debe tenerse muy en cuenta que la escala de decibelios es medida con base en funciones logarítmicas, por lo que 20 decibelios son 10 veces la intensidad de 10 decibelios y no simplemente el doble.²⁷

Por lo tanto, debe reflexionarse sobre el hecho de que no es el mismo riesgo exponerse a intensidades de 50 decibelios que a 60 decibelios. Una variación simple de tan solo 3 decibelios implica duplicar la intensidad del sonido.²⁷

Para tener en cuenta la sensibilidad del oído, la cual es distinta a los cambios de frecuencias se ha introducido en la medida del ruido, el concepto de los *filtros de ponderación* los cuales actúan de manera que los niveles de presión de cada banda se corrijan en función de su frecuencia. Estos filtros son denominados A, B, C y D. En el dominio de la contaminación acústica el filtro corresponde al A y el nivel de presión sonora se mide en decibelios A (dBA), que es el utilizado en sistemas de sonometría.¹⁸

c. Índices para la evaluación de la contaminación acústica

Las molestias debidas al ruido poseen un componente extrínseco no acústico en el que la fisiología, la psicología, la sociología y otras disciplinas juegan un papel muy importante. El estudio de la contaminación acústica tiene sentido en cuanto a su utilidad para alcanzar una óptima protección de la calidad del ambiente sonoro. Un estudio apropiado de los niveles de contaminación auditiva en un espacio determinado debe abarcar no solo los niveles de inmisión del sonido sino también la percepción y el grado de molestia sobre una población en específico.¹⁸

Según el Sistema de Información sobre Contaminación Acústica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, indica que las molestias al ruido incluyen una serie de factores a analizar:

- **Energía sonora:** Las molestias provocadas por un sonido es directamente proporcional a la energía del mismo. Es decir, a más energía, más malestar. Su índice básico es el nivel de presión sonora.
- **Tiempo de exposición:** La molestia varía en función al tiempo por el cual el individuo está expuesto a la fuente sonora. A mayor tiempo de exposición, mayor será la molestia. Fluctúa desde segundos, minutos, horas, hasta días, semanas, meses o años (una vida laboral entera, por ejemplo).

- **Características del sonido:** La molestia dependerá de las características propias del ruido, ya sea el espectro de frecuencias o el ritmo.
- **El receptor:** La percepción del sonido varía entre personas por razones culturales, umbral del dolor, sensibilidades auditivas, etcétera. Por ejemplo, un sonido será percibido de manera diferente para poblaciones de núcleos rurales en comparación a poblaciones de grandes ciudades. Otro factor esencial a tener en cuenta es la edad del receptor.
- **La actividad del receptor:** Un mismo sonido puede ser identificado como ruido molesto dependiendo de la actividad que realice el receptor. A manera de ejemplo, el sonido provocado por una alarma para monitoreo de constantes vitales no será percibida de la misma manera dentro de un quirófano que dentro de un área de descanso fuera del ambiente hospitalario.
- **Expectativas y calidad de vida:** Aquí se encasillan todas las situaciones subjetivas, las cuales son difíciles de evaluar y que permanecen en constante relación con la calidad de vida de las personas.¹⁸

d. Niveles promedio de ruido aceptados en el medio ambiente

Para tener una idea general de los ruidos que se generan cotidianamente en el ambiente y poder compararlos con los niveles que mundialmente acepta la OMS, se presenta la siguiente tabla:³⁷

Tabla 2.9
Los ruidos ambientales y sus niveles en decibelios
OMS, 2010.

Ruido	Decibelios	Ruido	Decibelios
Pájaros trinando	10 dB	Tráfico	85 dB
Rumor de hojas	20 dB	Bocina automóvil	90 dB
Biblioteca	30 dB	Bocina autobús	100 dB
Zona residencial	40 dB	Discoteca	110 dB
Ordenador	40 dB	Motocicleta	115 dB
Conversación	50 dB	Taladro	120 dB
Aspiradora	65 dB	Avión volando	130 dB
Oficina	70 dB	Avión despegue	140 dB
Camión	75 dB	Umbral de dolor	140 dB
Fábrica	80 dB		

Fuente: Contaminación acústica y salud. Organización Mundial de la Salud, 2010.

De acuerdo a las normas internacionales aceptadas de igual manera por la OMS, se sabe que el nivel máximo permitido (comparando con los niveles provocados en el ambiente, tabla 2.9)

en hospitales es de 25 dB, en el área quirúrgica hasta los 40 dB. Bibliotecas y museos deben emitir niveles de ruido hasta 30 dB.³⁰

En cines, teatros y salas de conferencias no deben sobrepasar los 40 dB, al igual que en centros docentes y hoteles. Para oficinas y despachos públicos el límite aceptado es de 45 dB, mientras que para grandes almacenes, restaurantes y bares no debe exceder el límite de 55 dB.³⁰

De acuerdo a una publicación de la Revista Brasileira de Anestesiología, en relación al ruido provocado por los distintos equipos del quirófano se estima que las alarmas generan una intensidad sonora que oscila entre 65 y 85 dB. Los ventiladores pueden llegar a provocar estímulos sonoros con un rango variable de entre 60 y 65 dB. Por otro lado, el sistema de aspiración al vacío produce ruidos en un rango de 50 a 60 dB. Por último, el bip de los monitores cardíacos alcanza intensidades sonoras de entre 50 y 55 dB.¹⁰

e. Prevención y protección ante las emisiones de ruido

De acuerdo a la norma de la OIT sobre emisiones de ruido, declara que es de relevante importancia identificar la fuente del mismo y promover acciones específicas para contrarrestar sus efectos e interviniendo sobre la propagación por vía aérea o sólida o bien sobre la potencia sonora de las máquinas en el área de trabajo. Asimismo, deben ejecutarse planes de controles audiométricos que constituyan una herramienta oportuna para identificar la realidad auditiva de los empleados y con ello establecer cuáles son las fuentes nocivas de ruido para poder eliminarlas.²⁷

Son varios los países alrededor del mundo que han promovido acciones concretas y específicas en materia de contaminación acústica. España ha sido el principal de estos países al crear por medio del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) normas que controlen y reduzcan las emisiones de ruido para velar por la salud de los trabajadores.

La Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con la Exposición de los Trabajadores al Ruido del INSHT establece en su artículo siete que cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de la exposición el empleador está en la obligación de proveer a sus empleados protectores auditivos individuales. Asimismo, indica que dichos protectores deben ser seleccionados para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo. Las atribuciones del empleador establecen que éste debe hacer todo lo que esté en su poder para

fomentar el uso de dichos protectores cuando su uso no sea obligatorio y debe velar para que sean utilizados cuando la obligatoriedad lo requiera.⁴¹

La National Agency Safety Database – NASD del Departamento de Agricultura de Estados Unidos propone una serie de dispositivos auditivos idóneos para la protección acústica de los trabajadores,⁴² los cuales se detallan en la tabla 2.10.

Tabla 2.10
Dispositivos para protección ante el ruido.
NASD. Estados Unidos, 2012.

	<p>Tapones cilíndricos: Son de material esponjoso y suavemente adaptables. Son tapones desechables no reusables.</p>
	<p>Tapones moldeados: Son hechos de material suave y flexible, adaptándose a la forma del oído. Deben poseer el tamaño correcto para los distintos tipos de oído. Tiene la característica de poder ser lavados y reutilizados numerosas veces. Ideales para una protección de período regular.</p>
	<p>Protectores auriculares: Poseen una banda ajustable a la cabeza, adecuadas con dos capas de almohadillas que se sellan alrededor del oído. Pueden ser utilizados en conjunto con los tapones para proveer mayor protección.</p>

Fuente: National Agency Safety Database. Protecting Against Noise. EE.UU. Marzo, 2012.

2.3.6 Instrumentos de medida del sonido

Para llevar a cabo la medida de la intensidad del sonido se pueden emplear diversos equipos los cuales en general, consisten en un transductor (micrófono principalmente), una sección de análisis compuesta por varios circuitos y una unidad de visualización para la lectura digital. Estos equipos son:

- **Sonómetro:** Instrumento que mide la presión sonora en decibelios. Algunos de ellos promedian la presión sonora a lo largo del tiempo.
- **Analizador de frecuencia:** Analiza todas las bandas de frecuencia a estudiar.
- **Dosímetro:** Se trata de un sonómetro integrador que indica la dosis total del ruido.
- **Instrumento de exposición sonora:** Es un sonómetro integrador que mide directamente la exposición sonora, evitando cálculos.
- **Calibrador:** Es un instrumento destinado a la calibración de la medida de los sonómetros.²⁶

2.3.6.1 Sonometría

La sonometría de campo se lleva a cabo mediante un sonómetro, el cual es un instrumento que responde ante un sonido de la misma manera como lo hace el oído humano. Es una herramienta básica para medir la presión sonora.²⁶

a. Principios de sonometría

Los sonómetros poseen redes de ponderación específicas que hacen que la respuesta del aparato sea semejante a la del oído humano como se ha expuesto anteriormente. La red o filtro utilizado es el de tipo A, una vez alcanzado y atravesado este filtro la señal es procesada para alimentar adecuadamente al sistema indicador que presenta digitalmente los datos.

Un sonómetro se clasifica en relación a su grado de precisión y grado de tolerancia de la siguiente manera:

- **Instrumento tipo 0:** ± 0.4 dBA
- **Instrumento tipo 1:** ± 0.7 dBA
- **Instrumento tipo 2:** ± 1.0 dBA
- **Instrumento tipo 3:** ± 1.5 dBA

De estos, la clase cero es la de mayor precisión y para las medidas normalizadas debe emplearse instrumentos de al menos clase uno.⁴³

b. Componentes de un sonómetro

Los sonómetros se emplean básicamente para medir el nivel de presión acústica ponderada como se ha comentado con anterioridad, el cálculo resulta complejo, sin embargo, las partes que constituyen el instrumento no son del todo extrañas y se resumen en el detalle de la tabla 2.11.

2.3.7 Principios de audiometría

La audiometría tiene como principal objetivo evaluar la capacidad auditiva de un sujeto. Se trata de un procedimiento en el cual al evaluado se le colocan auriculares en sus orejas y a través de estos se le hacen escuchar diversos tonos (graves, intermedios y agudos) de intensidad diversa. Con base en las respuestas obtenidas se traza un gráfico que indicará el nivel auditivo de la persona en cuestión.²⁷

Tabla 2.11
Componentes del sonómetro
Curso de acústica. Universidad del País Vasco. Actualizado en 2008.

Micrófono	Amplificador	Filtro de frecuencia	Convertidor	Indicador
Convierte las variaciones de presión en ondas sonoras. Es su componente principal.	Amplifica la señal del micrófono para permitir la medida de los niveles más bajos.	Filtros eléctricos cuyo fin último es simular la respuesta del estímulo que se tiene en el oído humano.	Obtiene el valor de la señal proporcionada y lo convierte al valor medio cuadrático mediante integraciones de señal.	Una vez que la señal ha sido modificada, ponderada y promediada, muestra su valor en decibelios.

Fuente: Curso de acústica de la Universidad del País Vasco. 2008.

La audiometría electrónica en general permite estudiar el umbral de audición y la comprensión de la palabra y para ello emplea las siguientes pruebas.⁴⁴

- **Audiometría tonal umbral:** Es una prueba que combina frecuencias de entre 125 a 8000 Hz en sentido descendente ubicando las pérdidas de decibelios, lo que representa el umbral normal para las vías aéreas y óseas.
- **Audiometría tonal supralaminar:** Se utiliza en casos de hipoacusia sensorioneuronal uni o bilateral y efectúa el diagnóstico diferencial entre lesión de tipo sensorial o cortipatía y una lesión neural de la primera y segunda neurona. Se pueden presentar tres tipos de fenómenos, la distorsión del eje de las frecuencias (diploacusia), de las intensidades (cortipatía) o del tiempo (fatiga auditiva).
- **Estudio de cortipatías:** Una cortipatía consiste en la percepción exageradamente aumentada de un sonido frente a determinada intensidad física. Esto debido a que una lesión de la cóclea y órgano de Corti provoca un discomfort significativo a intensidades inferiores del sonido.
- **Estudio de la adaptación auditiva patológica:** Esto se identifica cuando la fibra nerviosa no es capaz de conducir el impulso del estímulo sonoro continuo del audiómetro al menos 60 segundos sin producir fatiga.
- **Audiometría vocal o de la palabra:** También es considerada como una prueba supralaminar, en esta técnica se estudia la discriminación de la palabra, las alteraciones que se producen en el oído y la vía auditiva.

2.4 Marco geográfico

El desarrollo de la investigación se ejecutará en el espacio físico de los 21 quirófanos pertenecientes a los principales departamentos del Hospital Roosevelt, ubicado en la Calzada Roosevelt y 5ª calle de la zona 11 de la Ciudad de Guatemala, siendo estos, la sala de operaciones de la emergencia de adultos, sala de operaciones de adultos (donde se realizan procedimientos de cirugía, traumatología y ortopedia, cirugía oral y maxilofacial y neurocirugía), sala de operaciones de pediatría, sala de operaciones de ginecología y en los quirófanos del servicio de labor y partos de la maternidad de dicho nosocomio.

El ambiente acústico dentro de los espacios quirúrgicos del hospital puede verse comprometido principalmente a que en ellos se trabaja con una serie de instrumental pesado que provoca presiones sonoras significativas, principalmente por el uso de aparatos como el taladro en cirugías ortopédicas o la fresa y el trépano de uso común en procedimientos neuroquirúrgicos. Asimismo, es común observar la presencia de ruido de fondo (música) a niveles considerables de volumen dentro del quirófano, risas y conversaciones simultáneas. En servicios como Labor y Partos de maternidad, se suma la presencia de gritos constantes y quejas de dolor por parte de las pacientes lo que deriva en un aumento aún mayor de las emisiones acústicas.

La exposición al ruido ambiental elevado en quirófanos por parte de los médicos residentes de anestesiología es aún mucho más significativa al tomar en cuenta la escasa cantidad de los mismos frente al número actual de procedimientos anestésicos que se efectúan en los distintos servicios del nosocomio. De acuerdo a información proporcionada por el Departamento de Estadística del Hospital Roosevelt (Anexo 11.1), en febrero de 2017 se practicaron un total de 2,599 actos anestésicos (incluyendo los realizados en las distintas unidades de cuidados intensivos), de estos procedimientos, un total de 2,536 se realizaron dentro de un quirófano lo que representa un total aproximado de 97 inducciones, sedaciones y/o bloqueos regionales por cada médico residente. Se toma en cuenta a su vez que cada procedimiento tiene una duración promedio de 2.5 horas lo que se traduce en una exposición a ruidos quirúrgicos constantes por más de 243 horas al mes aproximadamente.

En relación a los procedimientos diarios realizados en cada servicio, el Departamento de Estadística del referido nosocomio reporta un aproximado de 23 procedimientos quirúrgicos en sala de operaciones de la emergencia de adultos (un total de 632 cirugías mensuales).

En sala de operaciones de adultos se realizan en promedio un total de 17 procedimientos, mientras que en los quirófanos pediátricos se ejecutan hasta 10 cirugías. En cuanto a los procedimientos ginecológicos se tiene un total de 3 cirugías diarias, mientras que en la maternidad se atienden hasta 22 procedimientos quirúrgicos, haciendo un total de 627 cirugías obstétricas mensuales aproximadamente.

2.5 Marco demográfico

La población a estudiar comprende a los médicos residentes del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt de los primeros tres años de la maestría que ejercen sus labores en los distintos servicios quirúrgicos del nosocomio. La composición por sexo de los médicos residentes de anestesiología es predominantemente femenina (16 mujeres y 10 hombres). Las edades de los mismos oscilan entre los 24 y 46 años al momento del estudio (de acuerdo a información proporcionada por el departamento).

2.6 Marco institucional

El Hospital Roosevelt, ubicado en la Calzada Roosevelt y 5ª calle de la zona 11 de la Ciudad de Guatemala, es hoy en día el principal hospital de referencia nacional en donde se brinda atención al usuario prestando servicios de emergencia las 24 horas del día en medicina interna y sus especialidades, cirugía, ginecología y obstetricia, traumatología y ortopedia, oftalmología, pediatría, neonatología, estomatología y consulta externa.

En cuanto a datos históricos se tiene conocimiento que la construcción del nosocomio inició en el año de 1943 durante el gobierno del General Jorge Ubico, pero fue hasta en febrero de 1945 que la Junta de Gobierno de turno, suscribió un convenio con el Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública, en el que se estableció que el hospital contaría con un número total de 100 camas. Asimismo, se determinó que llevaría el nombre de "*Hospital Roosevelt*" en honor al presidente estadounidense de ese entonces.⁴⁵

El nuevo hospital nacional contó con un edificio principal de cuatro niveles y edificios anexos para Maternidad y Pediatría, apoyado a su vez con varios edificios para otro tipo de servicios y amplias áreas de parqueo.⁴⁵

No es hasta el 15 de diciembre de 1955 que el Dr. Carlos Sosa Barillas, Ministro de Salud, inauguró el Departamento de Maternidad, primera sección de la obra con capacidad de 150 camas. El Hospital Roosevelt hoy en día tiene a su disposición 853 camas, nueve quirófanos en la sección de adultos, cuatro quirófanos en Hospital de Día (Unidad Hepatopancreatobiliar), tres en Maternidad (Labor y Partos), tres en Emergencia de Adultos, cuatro en sala de operaciones de Pediatría y dos quirófanos en el área de Ginecología, atendiendo diariamente hasta un promedio de 2,126 pacientes.⁴⁵

Es cuanto a especificaciones técnicas de las salas de operaciones, (Cifuentes, J. Departamento de Mantenimiento. Hospital Roosevelt, comunicación personal, 14 de marzo de 2017 ha señalado que los quirófanos cuentan con un sistema apropiado de tratamiento de aire y ventilación de los mismos estableciendo que existe dentro de estos espacios una temperatura promedio de entre 22 y 24 grados centígrados, con una humedad relativa que varía desde 45 hasta 55 % y una velocidad de recambios de aire de 30 recambios por hora aproximadamente).

Todas las salas de operaciones se encuentran debidamente equipadas de acuerdo al tipo de procedimientos efectuados, contando además con una estación de enfermería y una unidad de cuidados post-anestésicos (conocida como “recuperación”). En el caso de sala de operaciones de la emergencia de adultos, existe el área de autoclave para esterilización inmediata de equipos urgentes y en sala de operaciones de adultos se encuentra parte del área de central de equipos que tiene a su cargo la esterilización tanto de instrumental como de la ropa a utilizar. Dentro de los espacios quirúrgicos se encuentra la estación de anestesiología que se encuentra equipada con la máquina de anestesia, monitores electrocardiográficos, capnográficos y de oximetría de pulso. Dentro de estos espacios también se encuentra el equipo de shock y las máquinas para la aspiración de fluidos.

El hospital cuenta con una tradición histórica de más de 60 años de trayectoria formando profesionales de la medicina en todas sus ramas a nivel de postgrado en conjunto con la Universidad de San Carlos de Guatemala (y otras universidades privadas a nivel de pregrado) fungiendo en la actualidad como el hospital – escuela de mayor relevancia en el país y siendo reconocido como uno de los mejores hospitales públicos a nivel centroamericano.

2.7 Marco legal

2.7.1 Aspectos jurídicos y legislación

2.7.1.1 Legislación de la Organización Internacional del Trabajo

En resumen, la OIT establece que el ruido comprende cualquier sonido que puede llegar a provocar pérdida del sentido de la audición o bien tiene la característica de ser nocivo para la salud de quien se expone a este tipo de emisiones. En el artículo cuatro del Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (C148), indica que la legislación, de los Estados miembros de la OIT deben disponer de la adopción de medidas que prevengan y limiten los riesgos profesionales a la contaminación del ruido, entre otros.

Por otra parte, el artículo siete establece que se debe obligar al trabajador a observar las consignas destinadas a prevenir este tipo de riesgos, asimismo, éste artículo propone que los empleados tienen todo el derecho a presentar propuestas, recibir información y formación, así como a recurrir a las instancias apropiadas con el fin de salvaguardar su protección ante los riesgos profesionales.⁴⁶

En cuanto a medidas de prevención y protección, la OIT declara en su artículo número nueve que en la medida de lo posible debe eliminarse en las áreas de labores todo riesgo profesional relacionado al ruido y otros contaminantes. Mientras que en el artículo 10 establece que, de no ser reducidas las emisiones de ruido, el empleador está en total obligación de proporcionar a sus subordinados material protector que limite el daño a su organismo.⁴⁶

El artículo 11 del convenio declara que el estado de salud del personal inevitablemente expuesto al ruido debe ser evaluado periódicamente y cuando sea desaconejable la permanencia del sujeto en su área de trabajo debe trasladársele a otro empleo adecuado o asegurar sus ingresos mediante prestaciones de seguridad social. A su vez, el artículo 13 del citado Convenio establece que todo trabajador debe ser suficientemente informado sobre los riesgos profesionales de su empleo y se le debe brindar información sobre cómo prevenir y limitar sus riesgos.⁴⁶

2.7.2 Legislación sobre el ruido en Guatemala

A nivel nacional el derecho ambiental basa sus acciones básicamente en medidas preventivas, sin llevar a cabo ningún tipo de represión o sanción directa o estricta a quien

incumpla sus normas. En Guatemala las normas que existen sobre contaminación ambiental relacionada al ruido parte de los principios generales dictados por la Constitución culminando en las disposiciones administrativas de diversas autoridades. Sin embargo, las normas específicas contra las emisiones de ruido son escasas, existiendo únicamente leyes y normas que hacen algún tipo de alusión a la problemática de manera sesgada y muy confusa. En Guatemala se han presentado cuantiosos proyectos de ley que buscan la protección y conservación del ambiente y el ruido principalmente en la década de 1980, sin haber sido promulgada alguna de ellas. En la actualidad se ha presentado una vez más el proyecto de ley sobre protección y conservación del medio ambiente que contempla la reducción de emisiones de ruido en el ambiente tanto exterior como en interiores.⁴⁷

En cuanto a normas laborales el Ministerio de Trabajo y Previsión Social recientemente ha tomado acciones concretas para la protección del trabajador en cualquier ámbito (sea éste público o privado) para lo cual el 13 de enero de 2016 por medio del Acuerdo Gubernativo número 3 de ese año (publicado en el Diario de Centro América el 5 de febrero de 2016) se realizaron las reformas al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional contemplando en su artículo 84 la reforma al artículo 182 del reglamento anterior, estableciendo ahora que *“Se consideran lugares de trabajo ruidosos aquellos que empleen para el desarrollo de su actividad fuentes generadoras de ruidos ya sea continuos cuyos niveles de presión sonora sean superiores a los ochenta y cinco decibeles (85 dB) (A) o de pico superiores a los noventa decibeles (90 dB)”*.⁴⁸

En relación a la carga horaria que un trabajador debe exponerse al ruido, el reglamento es enfático al promulgar en su artículo 87 la reforma del artículo 188 expresando en su nueva versión que *“Queda prohibido, dentro de los lugares de trabajo niveles de pico ni iguales o superiores a los ciento cuarenta decibeles (140 dB) (C); ni iguales o superiores a ochenta y cinco decibeles (85 dB) (A), para una exposición superior a ocho (8) horas si los trabajadores no están provistos del equipo de protección personal”*.⁴⁸

El mismo reglamento, reformando el artículo 189 contempla en su artículo 88 las horas de trabajo ajustadas para un nivel de presión sonora superior a los 85 decibelios para ruido continuo, intermitente o de impacto (términos definidos en el marco conceptual del presente manuscrito) disponiendo las jornadas laborales como se muestra en la tabla 2.12.⁴⁸

Tabla 2.12
Artículo 88. Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional.
Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Guatemala, 2016.

Nivel de presión sonora (dBA)	Tiempo de exposición por día		Nivel de presión sonora (dBA)	Tiempo de exposición por día	
	Hora	Minutos		Minutos	Segundos
85	8,00		105	4,70	
86	6,35		106	3,75	
87	5,04		107	2,97	
88	4,00		108	2,36	
89	3,17		109	1,88	
90	2,52		110	1,49	
91	2,00		111	1,18	
92	1,59		112		56,40
93	1,26		113		44,64
94	1,00		114		35,43
95		47,40	115		29,12
96		37,80	118		14,08
97		30,00	121		7,03
98		23,80	124		3,52
99		18,90	127		1,76
100		15,00	130		0,88
101		11,90	133		0,44
102		9,40	136		0,22
103		7,50	139		0,11
104		5,90	140		0,05

Fuente: Diario de Centro América. Boletín No. 93. 5 de febrero de 2016.

2.7.3 Norma técnica guatemalteca – COGUANOR NTG ISO 9612: Acústica – Determinación de la exposición al ruido ocupacional – Método de ingeniería

El Consejo Nacional de Normalización a través de la Comisión Guatemalteca de Normas del Ministerio de Economía adoptó la norma técnica sobre acústica y determinación de la exposición al ruido ocupacional elaborada por un equipo de expertos entre ellos el médico especialista en Salud Ocupacional e Higiene del Trabajo Dr. Juan S. Munés, en abril de 2015. Dicha norma es avalada por la *International Organization for Standardization (ISO)*, la cual es la federación mundial de organismos nacionales de normalización.

La norma NTG – ISO 9612 sienta las bases pertinentes sobre los métodos de ingeniería de los procesos que se deben seguir para determinar la exposición al ruido de los empleados en un ambiente laboral específico. La publicación de esta norma representa una herramienta valiosa para la ejecución de estudios epidemiológicos relacionados al deterioro auditivo o a efectos nocivos de otra índole como lo son efectos psicológicos, conductuales y trastornos del sueño, los cuales determinan el objeto de estudio del presente trabajo de investigación.

En resumen, la norma NTG – ISO 9612 propone una serie de fases metodológicas a ejecutar al momento de realizar una determinación de los niveles de ruido en el ambiente de trabajo. La primera de ellas corresponde al *análisis de trabajo*, el cual no es más que la información sobre el rol que desempeña cada uno de los empleados a estudiar a fin de poder establecer la estrategia de medición que más se adecúe a sus necesidades.⁴⁹

Para analizar el trabajo ejecutado por la población de trabajadores conviene determinar los grupos homogéneos que se exponen al ruido, sin embargo, es de suma importancia establecer la conformación de la jornada nominal destacando en ello, las tareas que se realizan describiendo el contenido y la duración de las mismas. Asimismo, se debe detallar puntualmente las fuentes y áreas de ruido más importantes del trabajo, así como identificar patrones que puedan provocar variaciones en el nivel de las presiones sonoras. Por último y no menos importante, se debe destacar el número y la duración de descansos o cese de las actividades por parte del personal.⁴⁹

La segunda fase metodológica corresponde a la *selección de la estrategia de medición*. Los autores ofrecen en esta norma internacional, tres tipos de estrategias capaces de determinar la exposición al ruido a la que se enfrentan los empleados en un área de trabajo. Estas estrategias se resumen de la siguiente manera:

- **La estrategia basada en la tarea:** Se observa el trabajo ejecutado para luego analizarlo y establecer las tareas más representativas de las atribuciones del empleado. Posteriormente, se realizan las mediciones de manera individual en cada una de las tareas que el trabajador ejecuta.
- **La estrategia basada en el puesto de trabajo:** Es importante diferenciar el nivel de ruido en cada una de las distintas actividades desempeñadas por el personal.
- **La estrategia basada en la jornada completa:** Corresponde a la medición de ruido continuamente a lo largo de una jornada laboral completa (tradicionalmente de ocho horas de duración).⁴⁹

La etapa siguiente engloba a las *mediciones*, las cuales deben determinar el valor básico del nivel verdadero de presión sonora continuo para una tarea en específico y a su vez debe seguir la estrategia previamente escogida. Acto seguido, la norma recomienda realizar el *tratamiento de errores e incertidumbres*, los cuales se engloban en las variaciones del trabajo,

los instrumentos y su calibración, corrientes de viento, interferencias con el micrófono, análisis del trabajo realizado de manera deficiente, fuentes de ruido y comportamiento atípicos.⁴⁹

Por último, se plantea la elaboración de los cálculos de incertidumbre y una adecuada presentación de los resultados obtenidos. Para ello se debe calcular el nivel de exposición al ruido de las tareas evaluadas y que generan una contribución importante en el valor del mismo al cual se someten diariamente los trabajadores.⁴⁹

De acuerdo a la naturaleza del estudio y por la complejidad e imprevisibilidad de las tareas realizadas dentro del quirófano, resulta conveniente emplear la tercera estrategia de medición y análisis de las presiones sonoras en los espacios quirúrgicos denominada *Medición de una jornada completa*. Con base en la Norma de COGUANOR (NTG – ISO 9612) este tipo de mediciones incluye los períodos de mayor contribución al ruido y los lapsos de tiempo tranquilos.

Para ejecutar las mediciones bajo el empleo de la estrategia descrita se deben realizar tres lecturas de una jornada completa para determinar la más exacta exposición al ruido de los empleados. Por otro lado, si existiese una variación de la presión sonora de al menos 3 dB resulta necesario realizar dos mediciones más de jornada completa y con ello calcular la media energética del total de lecturas.⁴⁹

La norma técnica a su vez proporciona las ecuaciones a utilizar tanto para el cálculo de los niveles de exposición al ruido diario de un grupo homogéneo (anestesiólogos, en el caso del presente estudio) como para la determinación del nivel de exposición al ruido diario con base en la duración efectiva de la jornada laboral y la duración de referencia (8 horas en la mayor parte de los casos). Ambas ecuaciones son ampliamente utilizadas en la aplicación de la estrategia de jornadas completas.

- **Determinación de los niveles de exposición al ruido diarios para trabajadores de un grupo homogéneo de exposición:**

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT_n}} \right) dB$$

Donde

- $L_{p,A,eqT,n}$ es el nivel de presión sonora continuo de la muestra n ;
 n representa el número de muestra del puesto de trabajo;
 N indica el número total de muestras del puesto de trabajo.

- **Determinación del nivel de exposición al ruido diario:**

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \log\left(\frac{T_e}{T_0}\right) dB$$

Donde

- $L_{p,A,eqT,e}$ indica el nivel de presión sonora continuo calculado según la norma
 T_e es la duración efectiva de la jornada laboral;
 T_0 representa la duración de referencia $T_0 = 8$ h. (según sea el caso)

2.7.4 Normativa de la Organización Mundial de la Salud sobre el ruido en quirófanos

El *Karolinska Institute* de Suecia, publicó en el año 2000 (utilizado aún, a la fecha) el manual denominado “*Community Noise*” realizado exclusivamente para divulgación por parte de la Organización Mundial de la Salud, en donde se establecen los niveles de ruido máximo admitidos en diversas situaciones y contextos, que a su vez evitan efectos auditivos y no auditivos. Dentro de los contextos que engloba el manual, se encuentran los límites de presiones sonoras máximas que pueden tolerarse en el ámbito hospitalario, diferenciando las salas comunes de hospital con las áreas de quirófanos, esto se detalla en la tabla 2.13.⁵⁰

Para el ámbito quirúrgico se establecen las categorías de los quirófanos las cuales deben ser tomadas en cuenta al momento de analizar los niveles de ruido en el ambiente dentro de estos espacios, las categorías son:⁵¹

- **Quirófanos de clase A:** Se refiere a quirófanos con alta tecnología utilizados en procedimientos de trasplantes de corazón, pulmón e hígado, cirugía cardíaca extracorpórea, de aorta y cirugía ortopédica de prótesis.
- **Quirófanos de clase B:** Los quirófanos clase B son aquellos utilizados en urgencias y procedimientos de cirugía mayor ambulatoria.
- **Quirófanos de clase C:** Quirófanos de cirugía menor ambulatoria y salas de partos, cuyos procedimientos ejecutan intervenciones ambulatorias, atención de partos y endoscopias.

Tabla 2.13

Niveles de ruido admitidos en áreas hospitalarias normados por la Organización Mundial de la Salud y el Karolinska Institute. Suecia, 2000

Zona hospitalaria	Presión sonora máxima dba
Salas comunes de hospital	30 dBA Leq
Quirófanos clase A, B y C	40 dBA Leq
Pasillos, almacén, estrada y salida	40 dBA Leq
Sala de despertar	35 dBA Leq
Otros locales	40 dBA Leq

Fuente: Guidelines for community noise. World Health Organization. Geneva, 2000.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

3.1.1 Determinar niveles de ruido, mediante técnicas de sonometría, que resultan propicios para la contaminación acústica en el ambiente quirúrgico de los servicios de Sala de Operaciones de Adultos, Sala de Operaciones de la Emergencia de Adultos, Sala de Operaciones de Pediatría, Sala de Operaciones de Ginecología y Sala de Labor y Partos del Hospital Roosevelt, durante los meses de abril y mayo de 2017.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Identificar el departamento quirúrgico que presenta la mayor cantidad de ruido medida en decibelios.

3.2.2 Establecer el tipo de procedimiento quirúrgico que favorece a una mayor concentración de contaminación acústica en los quirófanos del Hospital Roosevelt.

3.2.3 Especificar el horario (horario fijo *versus* horario de turno) que emite los mayores niveles de decibelios dentro de los espacios quirúrgicos del Hospital Roosevelt.

3.2.4 Detallar la percepción frente a la fuente de ruido que causa mayor molestia en los residentes del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt.

3.2.5 Demostrar los principales efectos de la contaminación acústica sobre el sueño, la conducta y la cognición que afectan a los residentes de anestesiología cuyas labores desempeñan en los quirófanos de mayor concentración de ruido del Hospital Roosevelt, durante el momento del estudio.

4. POBLACIÓN Y MÉTODOS

4.1 Enfoque y diseño de investigación

4.1.1 Enfoque de investigación

El estudio se desarrolló mediante un enfoque deductivo propio de las investigaciones de tipo de cuantitativo. Esto se establece al considerar que se partió desde la detección del nivel de contaminación acústica para finalmente determinar los efectos (en el sueño, cognitivos y conductuales) que repercuten en la salud del profesional de anestesiología.

4.1.2 Diseño de investigación

Estudio descriptivo de corte transversal.

4.2 Unidad de análisis y de información

4.2.1 Unidad de análisis

Registros obtenidos mediante sonometría de campo (utilizando sonómetro marca STEREN modelo HER-402) y por medio de encuesta, instrumento de recolección sistemática de datos de pregunta cerrada, sobre cambios en el ciclo circadiano, trastornos de sueño, alteraciones conductuales y cognitivas.

4.2.2 Unidad de información

Médicos residentes del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt que rotan al momento del estudio por los distintos departamentos quirúrgicos analizados acústicamente mediante un sonómetro con base en la norma técnica guatemalteca ISO – 9612.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

- **Población diana.** La población estudiada abarcó a médicos residentes de anestesiología que ejercieron sus actividades en las diferentes salas de operaciones del Hospital Roosevelt.
- **Población de estudio.** Médicos residentes de anestesiología que cumplieron con los criterios de selección (inclusión y exclusión) descritos en el apartado 4.4.
- **Muestra:** Médicos residentes de anestesiología que laboraron en ambientes contaminados acústicamente con un nivel de ruido mayor o igual a 40 decibelios.

4.3.2 Muestra

Debido a las características del grupo de población del cual se tomaron los datos no se estimaron cálculos muestrales por lo que la selección se basó en la distribución actual de las rotaciones de los 26 médicos residentes (de primer a tercer año de la maestría) en los distintos servicios quirúrgicos del Hospital Roosevelt, en cuyos espacios se realizaron mediciones sonométricas mediante la estrategia No. 3 de la NTG – ISO 9612. A su vez, el médico residente de anestesiología expuesto a niveles de ruido por encima de los 40 decibelios, resolvió un test previamente validado para analizar los efectos no auditivos de la polución sonora en relación a su cognición, conductas e higiene del sueño.

4.3.2.1 Marco muestral

- **Unidad primaria de muestro:** Médicos residentes que rotaron en los quirófanos de los servicios de Emergencia de Adultos, Sala de Operaciones de Adultos, Sala de Operaciones de Pediatría, Ginecología y Labor y Partos del Hospital Roosevelt.
- **Unidad secundaria de muestreo:** Quirófanos que presentaron niveles considerables de contaminación acústica, ruido por encima de los 40 decibelios identificado mediante sonometría de campo.

4.3.2.2 Tipo y técnica de muestreo

De tipo no probabilística. De acuerdo a las características de la investigación, se involucraron a los 26 médicos residentes del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt, midiendo durante una jornada de 8 horas el nivel de ruido al que se expusieron, así como también fue aplicado un instrumento de recolección de datos sobre efectos cognitivos, conductuales e higiene del sueño.

4.4 Selección de los sujetos a estudio

4.4.1 Criterios de inclusión

Todo médico residente debidamente inscrito al programa de post-grado de maestría en Anestesiología del Hospital Roosevelt acreditado por la Universidad de San Carlos de Guatemala en el ciclo lectivo 2017.

4.4.2 Criterios de exclusión

- Médicos residentes de la maestría en Anestesiología del Hospital Roosevelt que se encontraban realizando el ejercicio profesional supervisado.
- Médicos residentes de Anestesiología que rotaron por servicios fuera de sala de operaciones (cardiología, UNICAR, INCAN, gastroenterología)
- Médicos residentes de Anestesiología que se encontraban cumpliendo período vacacional o que presentaron algún tipo de suspensión de sus labores (por enfermedad, accidente o amonestación).
- Médicos residentes de Anestesiología que durante el período de la investigación se retiraron del programa de post-grado o bien fueron removidos de su cargo.
- Médicos residentes de Anestesiología en cuyos espacios de trabajo (quirófanos) no existió evidencia de contaminación acústica, es decir, espacios donde los niveles de ruido fueron inferiores a 40 decibelios.

4.5 Definición y operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Criterios de clasificación
Ruido	Toda percepción sonora inútil causante de polución acústica.	Niveles de ruido en decibelios medidos con sonómetro.	Numérica discreta	Intervalo	30 – 130 dBA
Médico residente	Cargo laboral que desempeña un individuo dentro de su área de labores.	Puesto que desempeña el participante el cual plasma en el instrumento de recolección de datos.	Categórica	Ordinal	I II III
Turno laboral	Lapso de tiempo que cumple un sujeto en su área de labores.	Tipo de horario de trabajo que se encuentra cumpliendo el participante al momento del estudio.	Categórica	Nominal	Horario de medición diurno (6:00 a 14:00 horas) Horario de medición nocturno (14:00 a 22:00 horas)
Departamento quirúrgico	Servicio en el cual el individuo se encuentra prestando sus servicios.	Servicio quirúrgico seleccionado en el instrumento de recolección de datos	Categórica	Nominal	Emergencia Adultos Sala de Adultos Sala de Pediatría Labor y Partos Ginecología
Procedimiento quirúrgico	Cirugía practicada a un individuo de acuerdo a la patología que presenta.	Tipo de procedimiento quirúrgico en el que participa el médico residente.	Categórica	Nominal	Cirugía abdominal Cirugía torácica Cirugía ortopédica Cirugía maxilofacial Neurocirugía
Percepción de la fuente de ruido en el quirófano	Clases de sonido que se presentan en el área quirúrgica.	Tipos de sonido que resultan molestos para los residentes, plasmados en el instrumento de recolección de datos.	Numérica discreta	Razón	0: No me molesta 1: Puede ser molesto 2: Me molesta la mayor parte del tiempo 3: Me molesta completamente

Macrovariable	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
Efectos del ruido en residentes de anestesiología	Efectos cognitivos del ruido	Son todos aquellos efectos que repercuten en las habilidades de memoria y aprendizaje de quien resulta afectado por niveles altos de ruido.	Respuestas ofrecidas por los participantes en el instrumento de recolección de datos.	Numérica discreta	Razón	Puntaje obtenido mediante instrumento validado: <i>Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)</i> 0 – 22 puntos.
	Efectos en el ciclo circadiano del ruido	Son los trastornos vigilia – sueño que sufren los individuos expuestos a entidades nocivas como el ruido.	Rango de horas de sueño diarias marcadas en el instrumento de recolección de datos.	Numérica discreta	Razón	Horas de sueño
	Trastornos del sueño asociados al ruido	Son los efectos que inciden en cambios de la higiene y hábitos del sueño en individuos afectados por el ruido ambiental nocivo.	Respuestas plasmadas en el instrumento de recolección de datos por los participantes.	Numérica discreta	Razón	Puntaje obtenido mediante instrumento validado: <i>Athens Insomnia Scale</i> 0 – 24 puntos.
	Efectos conductuales del ruido	Se refiere a trastornos de orden psicológico que inciden en el comportamiento de quienes se desenvuelven en ambientes contaminados acústicamente.	Respuestas señaladas por parte de los médicos residentes en el instrumento de recolección de datos.	Numérica discreta	Razón	Puntaje obtenido mediante instrumento validado: <i>Diagnóstico del trastorno disocial de la conducta – DSM-V</i> 0 – 42 puntos.

4.6 Recolección de datos

4.6.1 Técnicas

- Sonometría de campo mediante la estrategia No. 3 de la Norma Técnica Guatemalteca ISO – 9612 sobre la determinación de la exposición al ruido ocupacional (medición de una jornada completa); a través de un sonómetro marca STEREN modelo HER-402, recogiendo los datos en ficha de cotejo específica denominada “Ficha de cotejo: Niveles de ruido en decibelios por servicio”, incluida en los anexos del presente informe.
- Efectos de la contaminación acústica: por medio de instrumento de recolección de datos (test estandarizado).

4.6.2 Procesos

El presente estudio de investigación comprendió una serie de fases sistemáticas que formaron parte del proceso de recolección de información las cuales garantizaron la validez y confiabilidad del estudio.

- **Etapa 1:** Correspondió a la *construcción de las variables* con base en las preguntas y objetivos que persiguieron la ejecución del estudio. Las mismas se analizaron en torno a las características del diseño de investigación para posteriormente plasmarlas en un instrumento de recolección de datos.
- **Etapa 2:** *Revisión de los antecedentes.* Se realizó un barrido bibliográfico en el que se exploraron estudios e investigaciones previas que tratan principalmente sobre la contaminación acústica en ambientes hospitalarios, de preferencia ambientes quirúrgicos. Asimismo, se analizaron estudios que relacionaran los efectos nocivos provocados en el hombre por laborar en ambientes que presenten niveles inadecuados de ruido.
- **Etapa 3:** *Evaluación de las variables de investigación.* Posterior a la revisión de antecedentes se evaluaron las características de las variables ya establecidas para su respectiva caracterización, definición y asignación de unidades de medida.
- **Etapa 4:** *Elección del instrumento adecuado.* Una vez analizadas y definidas las variables se procedió a la selección del tipo de instrumento de recolección de datos el cual debía cumplir con los atributos idóneos como lo es la confiabilidad, la validez y la objetividad del

mismo. Por lo que se determinó que el instrumento capaz de reunir estas características es el test estandarizado.

- **Etapa 5:** *Construcción del instrumento de recolección de datos.* Se generó una ficha de cotejo cuyo fin fue registrar las cantidades de ruido medidas en decibelios que se percibieron a lo largo de un determinado procedimiento quirúrgico. Asimismo, se construyó un test estandarizado el cual ayudó a determinar los efectos en el sueño, la conducta y la cognición sobre un individuo expuesto a niveles contaminantes de ruido. Para su construcción se seleccionaron tests previamente validados: el *Test de Insomnio de Atenas* que evalúa la calidad del sueño y el *Test del Trastorno Disocial de la Conducta*. Para valorar cambios cognitivos se utilizó el *Self Administered Gerocognitive Examination Test (spanish version)*, el cual identifica el deterioro cognitivo temprano en adultos jóvenes. A su vez se recogió información sobre acciones de prevención y protección en ambientes altamente sonoros. Este instrumento se envió a un profesional de Psiquiatría y a un médico especialista en Salud Ocupacional e Higiene del Trabajo para contar con el aval respectivo del mismo.
- **Etapa 6:** *Solicitud de autorización para aplicación del instrumento.* Se solicitó al comité de docencia e investigación del Hospital Roosevelt el aval respectivo para la medición de niveles de ruido en el citado nosocomio y la aplicación del instrumento a los residentes de Anestesiología que laboran en ambientes contaminados por el ruido. Asimismo, se solicitó autorización por parte del Departamento de Anestesiología para llevar a cabo la realización del estudio.
- **Etapa 7:** *Ejecución del estudio.* Se procedió a visitar los servicios cuyo objeto de estudio fueron los quirófanos contaminados acústicamente durante el horario fijo y/o de turno en el siguiente orden: Emergencia de adultos, Sala de operaciones de adultos, Labor y partos, Ginecología y Pediatría.

Las mediciones se realizaron mediante la estrategia No. 3 de la NTG – ISO 9612 la cual correspondió a mediciones por jornadas de 8 horas realizando las mismas a la altura del oído de cada uno de los 26 médicos durante el procedimiento y evaluando los niveles de ruido en momentos de descanso durante este lapso de tiempo (exceptuando cuando el mismo abandonó los servicios por cualquier circunstancia).

- **Etapla 8:** *Procesamiento de datos:* Se creó una base de datos mediante el software de Microsoft Office Excel® en su versión 2016 para efectuar el tratamiento, depuración, tabulación y análisis de la información recabada a través de gráficos, tablas y estadísticas.
- **Etapla 9:** *Preparación del informe.* Una vez obtenidos los datos de la información reunida durante el trabajo de campo se procedió a detallar y plasmar analíticamente dichos datos en el informe final del estudio para su consiguiente revisión y publicación.

4.6.3 Instrumentos

Como se ha detallado en líneas anteriores, se desarrolló la investigación mediante el uso sistemático de:

- **Ficha de cotejo. “Niveles de ruido en decibelios por servicio”:** Esta ficha validada por el médico especialista en salud ocupacional e higiene del trabajo Dr. Juan Munés MSc., en febrero de 2017, recogió información general como la fecha y hora de aplicación, área de la sala de operaciones, número de quirófano, tipo de procedimiento y el departamento quirúrgico que ejecuta la cirugía. Como datos de recolección principal se tuvo la lectura en decibelios arrojada por el sonómetro, el tiempo del procedimiento e información sobre la presencia de ruido de fondo dentro del quirófano. Estos datos fueron útiles para identificar el nivel de contaminación acústica en los quirófanos, al departamento quirúrgico que emite mayores cantidades de polución sonora, el procedimiento que genera más ruido y la presencia de ruido de fondo (música) que de cierta manera supone, de acuerdo a la literatura expuesta en el marco conceptual, un aumento en la presión sonora del ambiente.
- **Test estandarizado. “Efectos del ruido sobre el sueño, la conducta y la cognición y medidas de prevención y protección”:** Este es un test que comprende una serie de cuestionarios previamente validados el cual posee como objetivo fundamental la determinación de efectos conductuales, cognitivos y trastornos del sueño asociados a la contaminación acústica en quirófanos. Tanto las primeras dos secciones como la última fueron validadas por el Dr. Juan Munés MSc. La primera de ellas corresponde a datos generales del entrevistado, la segunda se refiere a la percepción del médico residente de anestesiología sobre las fuentes productoras de ruido en el espacio quirúrgico. Mientras que para la evaluación de los efectos cognitivos se empleó el uso del cuestionario desarrollado por Scharre D, de la Universidad de Ohio en 2007 y revisado en 2013 llamado

Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE) el cual es capaz de detectar deterioro cognitivo leve.⁵²

Para la determinación de trastornos del sueño asociados al ruido se utilizó la versión en español del *Athens Insomnia Scale* desarrollado por Soldatos, C. y Gómez-Benito, J., en las Universidades de Atenas y Barcelona respectivamente.⁵³ Este cuestionario evalúa la calidad del sueño actual de la persona que responde a sus ocho ítems. Para la identificación de los trastornos conductuales que se asocian al ruido se hizo uso de los criterios basados para el diagnóstico de trastorno disocial de la conducta del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM – V)* de la Asociación Americana de Psiquiatría.⁵⁴

Ambos instrumentos pueden ser revisados en el anexo 11.3.

4.7 Procesamiento y análisis de datos

4.7.1 Procesamiento

Para procesar la información obtenida a través del instrumento de recolección de datos, se creó una base de información electrónica mediante el software de Microsoft Office Excel[®] 2016.

Para el efecto se tomaron en cuenta las variables descritas anteriormente: Médico residente, turno laboral, departamento quirúrgico, procedimiento quirúrgico, percepción de la fuente del ruido en el quirófano, efectos cognitivos del ruido, efectos en el ciclo circadiano del ruido, trastornos del sueño asociados al ruido y efectos conductuales del ruido.

Las variables sujetas a análisis individual correspondieron a: Médico residente y las fuentes de ruido que generan mayor molestia, esto debido a que su análisis no interviene con los niveles de ruido detectados en el quirófano, ya que son valores que no se ven afectados por la presencia o no de contaminación acústica.

Para análisis del ruido y los efectos se tomaron en cuenta a los niveles de ruido en decibelios (mediante cálculo de la media energética del sonido), efectos cognitivos, trastornos del sueño (incluyendo las horas del mismo), y efectos conductuales. Asimismo, se observaron los niveles de ruido por departamento quirúrgico, tipo de procedimiento y turno laboral.

Una vez detallado lo anterior se describe a continuación una lista de los cuadros y gráficas utilizados para el respectivo análisis y presentación de resultados:

Tabla 4.1
Cuadros y gráficas utilizados para el procesamiento de datos

Plan de procesamiento				
Variable simple	Variable cruzada		Tabla de información	Tipo de gráfica
	Variable 1	Variable 2		
Ruido			X	Diagrama lineal
Médico residente			X	Diagrama de sectores
Percepción ruido			X	Diagrama de barras
	Ruido	Turno laboral	X	Barras agrupadas
	Ruido	Departamento quirúrgico	X	Barras agrupadas
	Ruido	Procedimiento quirúrgico	X	Barras agrupadas
	Ruido	Efectos cognitivos	X	Barras agrupadas
	Ruido	Ciclo circadiano	X	Barras agrupadas
	Ruido	Trastornos del sueño	X	Barras agrupadas
	Ruido	Efectos conductuales	X	Barras agrupadas

4.7.2 Análisis de datos

Los resultados obtenidos se analizaron mediante herramientas estadísticas, en este caso se utilizó el software de Microsoft Office Excel® 2016. Para el análisis general de los datos se emplearon principalmente frecuencias y porcentajes con la finalidad de facilitar la comprensión de la información expuesta. Asimismo, se hizo uso del análisis descriptivo valiéndose de tablas y gráficas elaborados mediante el software mencionado anteriormente.

Para la estimación de contaminación acústica se elaboró una serie de cálculos logarítmicos (a través de fórmulas electrónicas en Microsoft Office Excel® 2016) con el propósito de establecer la media energética del sonido obtenida en las lecturas proporcionadas por el sonómetro empleado durante la etapa de recolección de datos.

Tabla 4.2
Análisis de datos

Variable	Análisis
Ruido	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Médico residente	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Turno laboral	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Departamento hospitalario	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Procedimiento Quirúrgico	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Percepción fuente de ruido en el quirófano	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Efectos cognitivos del ruido	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Efectos en el ciclo circadiano del ruido	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Trastornos del sueño asociados al ruido	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda
Efectos conductuales del ruido	- Distribución de frecuencias: frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia acumulada y frecuencia relativa acumulada. - Medidas de tendencia central: moda

4.8 Alcances y límites de la investigación

4.8.1 Obstáculos

Uno de los principales obstáculos a tener en cuenta en la ejecución del trabajo de campo del estudio fue la poca o nula colaboración por parte de los médicos residentes, específicamente por razones de tiempo escaso, emergencias suscitadas e imprevistas, momentos de tensión que pudo haber atravesado el posible participante o simplemente cualquier otro tipo de negativa justificada o bien, injustificada.

Otro obstáculo considerado fue el cierre de algunos servicios o cancelación de procedimientos por situaciones diversas, como huelgas, asambleas, falta de insumos, falta de equipo, falta de personal o como ha sucedido en otras ocasiones, por ropa (batas, sábanas y campos) insuficiente.

4.8.2 Alcances

El desarrollo de la investigación permitió conocer la situación de contaminación ambiental de tipo acústico en el que se desenvuelven los médicos residentes de anestesiología dentro de los quirófanos del Hospital Roosevelt. Considerando este agente nocivo como uno de los principales riesgos de tipo físico que atentan contra la salud ocupacional y que la C.L.A.S.A engloba dentro de los riesgos profesionales del anesthesiologo.

Tomando en cuenta además que este tema ha sido escasamente estudiado en el contexto nacional y que hoy en día se pretende promulgar leyes que regulen las emisiones de ruido tanto en espacios públicos como privados, se emplearon métodos de detección de contaminación acústica (sonometría en los quirófanos del Hospital Roosevelt) y mediante un test estandarizado se determinó qué efectos están provocando este tipo de contaminante en los médicos residentes de anestesiología, esto al considerar las múltiples consecuencias descritas en la literatura citada dentro del marco conceptual, las cuales repercuten en la salud de quien se expone a niveles elevados de ruido.

4.9 Aspectos éticos de la investigación

4.9.1 Principios éticos generales

Dentro de los aspectos éticos de la investigación y como principio fundamental de todo estudio, la *confidencialidad* formó parte de las premisas inherentes a brindar para todos los participantes que otorgaron la información recabada mediante los instrumentos diseñados para tales efectos. Asimismo, al haber observado directamente a los participantes en su área habitual de trabajo y al no incidir de ninguna manera sobre su estado de salud actual, el presente estudio no significó causa importante de daños a la integridad del individuo, respetando con ello el principio de *no maleficencia*.

Se establece además que todo participante fue abordado de igual manera sin importar ningún tipo de característica étnica, lingüística, religiosa, sexual o política. De igual manera no se crearon diferencias referentes a la posición o grado académico que el participante poseía al momento del estudio. Esto con base en el principio de *justicia* que debe velarse en todo momento durante la realización de una investigación.

Por último, se considera que el principal beneficio alcanzado a través de la realización del estudio fue la identificación de los espacios, procedimientos y momentos en los cuales se generó

mayor contaminación acústica en los quirófanos del Hospital Roosevelt, para con ello poder desarrollar no solo conocimiento sobre los detalles de esta problemática, sino además demostrar al futuro anestesiólogo la importancia de adquirir prácticas preventivas y de protección ante este tipo de riesgo.

4.9.2 Categorías de riesgo

Categoría I: Sin riesgo. El desarrollo del presente estudio no supuso riesgos absolutos ni relativos tanto en investigadores como en participantes al no haber manipulado de ninguna manera material biológico, químico o radioactivo que vulnerara en algún momento el estado de salud de los mismos. La investigación únicamente dependió del procedimiento de medición de niveles de ruido mediante un sonómetro y de los datos recabados a través de los instrumentos de recolección de datos diseñados y debidamente avalados.

4.9.3 Consentimiento informado

Mediante el uso de un consentimiento informado se solicitó la autorización plena de los participantes a formar parte del estudio y al manejo de los datos proporcionados que el investigador creyó conveniente para los fines del mismo, tomando estrictamente en cuenta los principios generales éticos descritos en párrafos anteriores.

5. RESULTADOS

El estudio fue realizado en el Hospital Roosevelt durante el transcurso de los meses de abril y mayo del año 2017. La muestra a emplear se basó en las rotaciones quirúrgicas de 26 médicos residentes de anestesiología con edades que oscilan entre los 24 y 46 años, de los cuales 16 corresponden al sexo femenino. Se realizaron diversas mediciones de ruido basadas en la tercera estrategia de la norma denominada “Determinación de la exposición al ruido ocupacional (NTG – ISO 9612)” de la Comisión Guatemalteca de Normas, dichas mediciones sonométricas fueron efectuadas dentro del quirófano en un promedio de 8 horas (diferiendo los períodos de estancia fuera del espacio quirúrgico durante el horario laboral) por cada uno de los residentes. Adicionalmente, se evaluaron efectos cognitivos, conductuales y trastornos del sueño mediante los tests Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE), Diagnóstico del Trastorno Disocial de la Conducta y la Escala de Insomnio de Atenas, respectivamente. Se detalla a continuación la información recabada durante la ejecución del estudio.

Tabla 1
Distribución de médicos residentes de anestesiología por año académico, edad y sexo.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Información general	<i>f</i>	Total
Edad		
20 – 24 años	1	26
25 – 29 años	21	
30 – 34 años	2	
Mayor a 35 años	2	
Sexo		
Femenino	16	26
Masculino	10	
Médico Residente		
Residente I	10	26
Residente II	10	
Residente III	6	

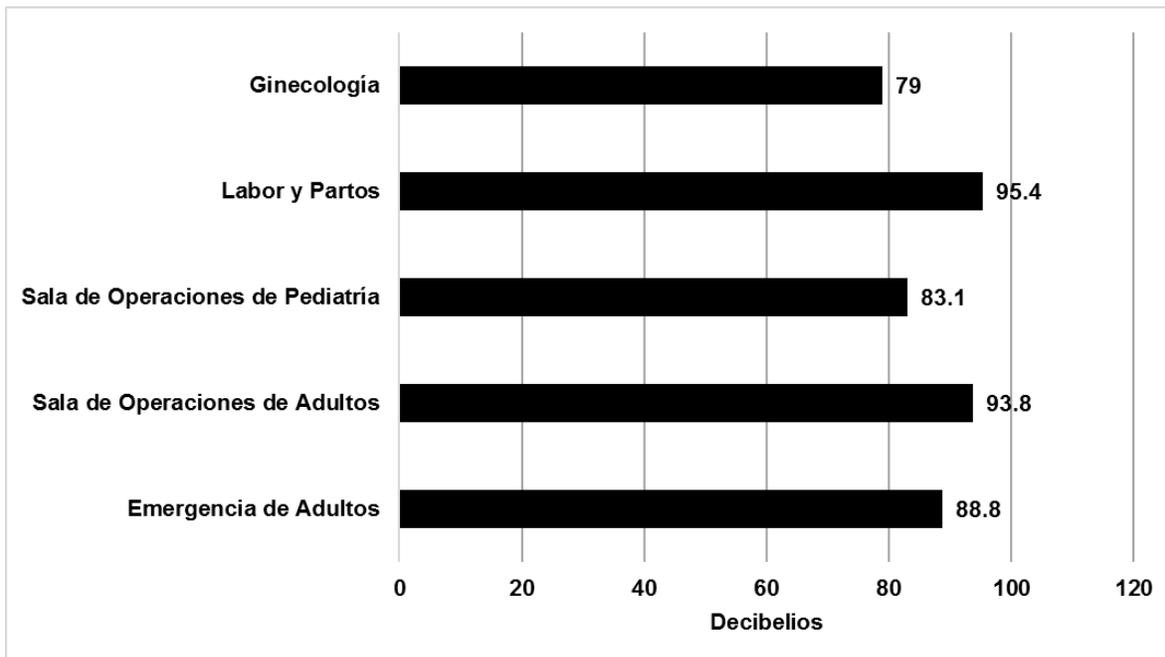
Gráfica 1
Media energética del sonido en decibelios obtenida en los quirófanos del Hospital Roosevelt.
Abril – mayo 2017.



Fuente: Anexo 11.5; Tabla 5.

Al obtener el resultado de la sonometría de campo efectuada en cada uno de los quirófanos en los que el médico residente desempeñó sus labores durante la investigación se realizó el cálculo de la media energética de las lecturas arrojadas por el decibelímetro. El resultado puede ser apreciado en la gráfica 1. Debe tomarse en cuenta que el nivel de ruido en quirófanos recomendado por la OMS es de 40 decibelios. De las medidas graficadas, el valor más alto obtenido corresponde a los 95.4 dBA, mientras que el valor de menor energía sonora es de 69.8 dBA.

Gráfica 2
Media energética del sonido por departamento quirúrgico.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.



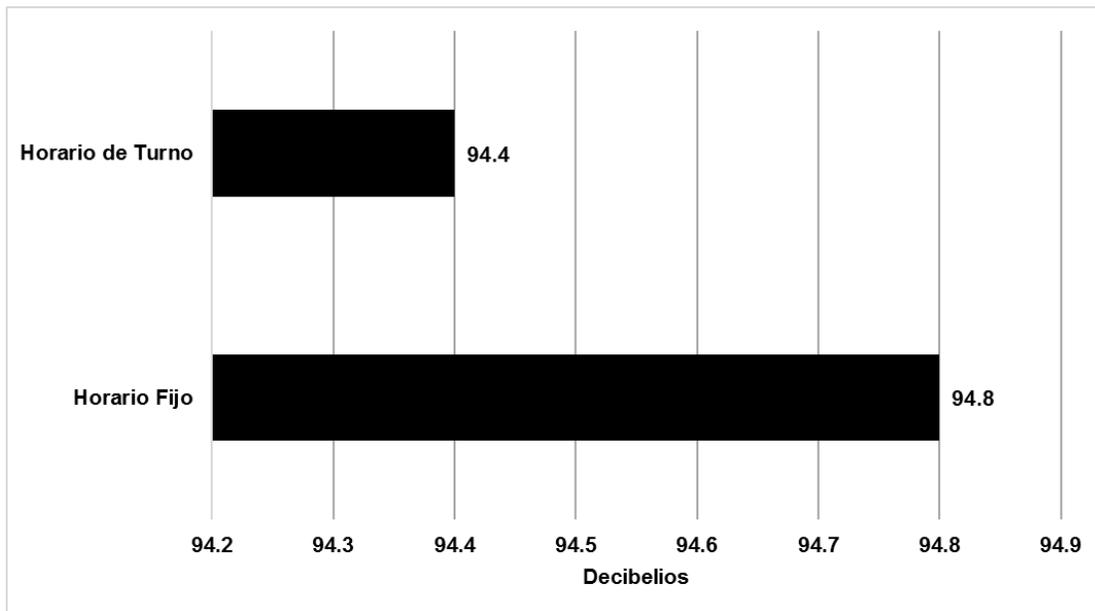
Fuente: Anexo 11.5; Tabla 6.

Se identificó que el departamento quirúrgico que presenta los mayores niveles de ruido, alcanzando una media energética de hasta 95.4 decibelios fue Labor y Partos, seguida por Sala de Operaciones de Adultos con una diferencia energética de tan sólo 1.6 decibelios. El departamento que obtuvo la menor media energética durante los procesos de sonometría realizados fue el departamento quirúrgico de Ginecología alcanzando los 79 decibelios.

Tabla 2
Media energética del sonido por tipo de procedimiento quirúrgico.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Procedimiento	Media energética
Cirugía abdominal	92.1 dBA
Cirugía torácica	86.4 dBA
Cirugía general	90.1 dBA
Neurocirugía	87.2 dBA
Cirugía maxilofacial	75.1 dBA
Cirugía ortopédica	88.8 dBA
Cirugía obstétrica	91.8 dBA
Cirugía ginecológica	79 dBA

Gráfica 3
Media energética del sonido por turno laboral.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.



Fuente: Anexo 11.5; Tabla 7.

Durante el horario fijo de trabajo se presentan los mayores niveles de ruido en los quirófanos alcanzando una media energética de 94.8 decibelios. La diferencia es de 0.4 decibelios respecto al horario de turno, este fenómeno es explicado en la discusión del presente trabajo de investigación.

Tabla 3
Percepción de los médicos residentes de anestesiología sobre fuentes de ruido en el quirófano.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Fuente	Percepción								
	No me molesta		Puede ser molesto		Me molesta la mayor parte del tiempo		Me molesta completamente		Total
	f	%	f	%	f	%	f	%	%
Sistema de aspiración	2	7.69	17	65.38	4	15.38	3	11.53	100
Bips de los monitores	15	57.69	6	23.07	4	15.38	1	3.86	100
Alarmas de las máquinas	5	19.23	11	42.30	6	23.07	4	15.38	100
Música	4	15.38	15	57.69	3	11.53	4	15.38	100
Movimiento de mobiliario	6	23.07	8	30.76	9	34.61	3	11.53	100
Conversaciones simultáneas	0	0	12	46.15	7	26.92	7	26.92	100
Uso de instrumental pesado	0	0	4	15.38	15	57.69	7	26.92	100

Tabla 4
Media energética del sonido y efectos cognitivos, conductuales y trastornos del sueño en
médicos residentes de anestesiología. Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Media energética del sonido y efectos cognitivos			
Resultado	f	%	Media energética
Normal	12	46.15	90.1 dBA
Anormal	14	53.85	91.2 dBA
Total	26	100	
Media energética del sonido y efectos conductuales			
Resultado	f	%	Media energética
Distribución normal para TDC	26	100	90.6 dBA
Total	26	100	
Media energética del sonido y ciclo circadiano			
Resultado	f	%	Media energética
Menos de lo recomendado	22	84.62	91.3 dBA
Recomendado	4	15.38	90.5 dBA
Total	26	100	
Media energética del sonido y trastornos del sueño			
Resultado	f	%	Media energética
Dificultad leve	10	38.46	90 dbA
Dificultad media	16	61.54	91.5 dBA
Total	26	100	

6. DISCUSIÓN

El anesthesiólogo se enfrenta cotidianamente a una serie de riesgos (físicos, químicos, biológicos y psicológicos) que representan un peligro para la preservación de su salud y por ello se ha regulado la exposición de los mismos ante diversas entidades nocivas que los afecta, esto gracias a normas, reglamentos y guías formuladas por diversas organizaciones con la finalidad de dar a conocer los lineamientos de trabajo a seguir para ejercer una labor segura, eficiente y sin repercusiones directas o indirectas al bienestar del profesional.

La labor realizada por los médicos que se encuentran en el entrenamiento de las habilidades y destrezas que competen al desarrollo de la anestesiología requiere el cumplimiento de extensas jornadas de hasta 36 horas continuas dentro de los diversos espacios quirúrgicos del nosocomio encargado de su formación, dichos espacios dentro del ámbito nacional lamentablemente no cumplen los estándares mínimos necesarios para velar por la sostenibilidad de la salud ocupacional del personal que trabaja dentro de los mismos, esto incluye fuentes de luz adecuadas, corriente de aire óptima, temperatura, humedad y por supuesto, el adecuado manejo de fuentes sonoras causantes de contaminación acústica.

El objetivo principal del presente estudio fue el de establecer los niveles de ruido imperantes dentro de los quirófanos del Hospital Roosevelt y tal como lo establece la Guía de Riesgos Profesionales de la C.L.A.S.A, dichos niveles pueden ser comparados con un concierto de rock o al sonido emitido por un motor de *diésel*,⁴ esto al identificar que el 46.15 % de los participantes están sometidos a un nivel de contaminación acústica por arriba de los 90.4 dBA alcanzando una media energética máxima de 95.4 dBA. Debido a la gran cantidad de lecturas identificadas por el sonómetro se calcularon las medias energéticas del sonido en cada uno de los aspectos discutidos, el procedimiento ha sido detallado en el marco teórico y los cálculos pueden consultarse en el anexo 11.6 (Tablas 8 – 29).

En cuanto a la media energética del sonido identificada por departamento quirúrgico, el servicio de Labor y Partos presentó la mayor cantidad de sonido registrada por el sonómetro alcanzando un valor de 95.4 decibelios, en donde el sistema de aspiración y la presencia casi constante de gritos formaron parte del conjunto de fuentes sonoras causantes de este nivel de polución acústica dentro de los quirófanos, siendo la de menor cantidad el servicio quirúrgico ofrecido por el Departamento de Ginecología con un nivel sonoro que alcanza los 79 decibelios

(el doble de lo recomendado en el manual “*Community Noise*” publicado por el Karolinska Institute de Suecia en conjunto con la OMS).⁵⁰

Por otro lado, durante el horario fijo de trabajo en el cual hay un número mayor de personal y en el que se tiene contemplado una mayor cantidad de pacientes a intervenir quirúrgicamente, existe un nivel de ruido elevado (94.8 dBA) en comparación a los niveles hallados durante las horas de turno (94.4 dBA). A simple vista la diferencia de decibelios entre los horarios laborales de los médicos residentes no son significativos, sin embargo, es muy importante tomar en cuenta que la medida del sonido es una expresión logarítmica exponencial de la intensidad real del mismo y de acuerdo a las curvas isosónicas o de igual sonoridad,¹⁸ el nivel obtenido corresponde a una frecuencia de 1000 Hercios en ambos casos.

Sobre las fuentes de ruido generadoras de contaminación acústica en el quirófano, se sabe gracias a las guías propuestas por la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología (C.L.A.S.A.) que el sistema de aspiración, los bips de monitores, las alarmas de las máquinas, el uso de música, el movimiento de mobiliario, las conversaciones simultáneas y el uso de instrumental pesado generan niveles de ruido perjudiciales para el profesional de la anestesia⁴ y de acuerdo a la percepción de los médicos participantes se ha podido establecer que las últimas dos fuentes sonoras, es decir las conversaciones simultáneas (incluyendo gritos) y el uso de instrumental quirúrgico pesado (como barrenos, trépanos o martillos) son las que mayor molestia causan en ellos la mayor parte del tiempo, en el 26.92 % y 57.69 % de los entrevistados respectivamente, provocando a su vez un completa molestia en el 26.92 % de ambos casos.

No obstante, por parte de los médicos residentes, el ruido emitido por el sistema de aspiración puede llegar a ser molesto en el 65.38 % de los casos, sin embargo, durante las mediciones de sonometría se obtuvo como resultado un aumento en el nivel de polución acústica del 62.69 % de las lecturas, con niveles de ruido que oscilan entre los 69.8 y 91.6 dBA (Anexo 11.7; tablas 30 – 31), siendo esta fuente de ruido la que mayor presencia tiene dentro del espacio quirúrgico del Hospital Roosevelt, dato concordante con lo resaltado en el estudio realizado por Degrandi y Nogueira publicado en la Revista Brasileña de Anestesiología en 2012, donde se indica que el sistema de aspiración al vacío genera ruidos significativos dentro de los quirófanos.¹⁰

De acuerdo a una investigación del Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos de Buenos Aires, existe una importante asociación entre el ruido, la memoria y la capacidad de concentración,³¹ esto fue claramente evidenciado al momento de conocer los resultados del test de capacidades cognitivas aplicado a los residentes de anestesiología (Self – administered gerocognitive examination – SAGE), encontrando que el 53.85 % de médicos presenta una capacidad cognitiva anormal. Analizando los datos recabados con el sonómetro se establece que el grupo de profesionales con deficiencia cognitiva permanecía laborando en ambientes sonoros que alcanzaron una media energética de 91.2 dBA al momento del estudio, esto debido a que como revela el estudio citado con anterioridad, existe evidencia de daño celular y cambios estructurales a nivel del hipocampo (estructura encargada de los procesos de aprendizaje y memoria) cuando un sujeto es sometido constantemente a contaminación acústica.³¹

Según reportes de la OMS, se tiene conocimiento que una intensidad de ruido por arriba de los 60 decibelios es propicia para la reducción de la profundidad del sueño, provocando cambios sustanciales en la arquitectura y microestructura de las fases oníricas, esto se traduce en múltiples despertares y una pésima calidad del sueño incluyendo los aspectos relacionados al ciclo circadiano del individuo expuesto,³⁰ hechos ampliamente demostrados mediante la escala de insomnio de Atenas que evaluó los trastornos del sueño en los residentes de anestesiología, haciendo evidente la existencia de alteraciones en el ciclo circadiano de los médicos, teniendo un tiempo de sueño menor a lo recomendado (entre 3 y 5 horas de sueño al día). Este dato fue hallado en el 84.62 % de los entrevistados quienes estuvieron expuestos a una media energética del sonido de 91.3 decibelios. Sin embargo, en cuanto a calidad del sueño se refiere la información obtenida resulta menos abrumadora.

La dificultad de tipo media para dormir fue presentada en el 61.54 % de médicos quienes laboraron en ambientes con una media energética del sonido de 91.5 dBA. Esta situación es contraria a la reportada en la literatura, la cual indica que los trastornos y dificultades para conciliar el sueño son de tipo severo en los casos de exposición continúa a niveles de ruido altos, dicho fenómeno no se encontró en ninguno de los sujetos estudiados.³⁰

Otro dato que resultó no congruente con lo reportado por publicaciones realizadas por el Departamento de Psicología de la *Universitat De Barcelona*, las cuales indican que la inmisión sonora excesiva genera cambios en la salud mental de los expuestos,²⁹ fue el hecho de identificar que la totalidad de los médicos residentes entrevistados presentó un resultado completamente

normal al momento de resolver el cuestionario del diagnóstico de conducta disocial propuesto por el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Según el reporte de Elementos Básicos de Psicología Ambiental este factor puede deberse a que si la fuente productora del sonido es predecible (la fuente de ruido presentada en el 65.38 % de las lecturas fue el sistema de aspiración, la cual es totalmente predecible) aunque no se reduzca su intensidad este tipo de efectos puede ser disminuido o eliminado.²⁹

Los efectos cognitivos, trastornos del sueño y de la conducta expuestos anteriormente son solo '*la punta del iceberg*' de las múltiples consecuencias que pueden presentar individuos sometidos a jornadas laborales extensas en medios acústicamente desfavorables por lo que resulta apropiado mencionar que dentro de las líneas de investigación futuras referente al tema de la salud ocupacional, específicamente la salud auditiva del trabajador (en este caso, los anestesiólogos en formación), conviene estudiar los efectos auditivos propiamente dichos y otros efectos no auditivos tales como cambios endocrinológicos, cardiovasculares y gastrointestinales. Sin embargo, los hallazgos en el presente estudio representan un cúmulo de información importante para conocer parte de la situación relacionada a la salud laboral actual de los profesionales de la anestesiología en entrenamiento de Guatemala.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 En los quirófanos del Hospital Roosevelt existe un nivel de contaminación acústica que oscila de acuerdo a las mediciones sonométricas efectuadas entre los 69.8 y 95.4 decibelios, sobrepasando considerablemente el límite máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud para áreas quirúrgicas, el cual no debe exceder los 40 decibelios.
- 7.2 Los quirófanos del área de Labor y Partos del Hospital Roosevelt, comprenden el departamento quirúrgico con la mayor polución sonora dentro del citado nosocomio alcanzando una media energética máxima de 95.4 decibelios.
- 7.3 La cirugía abdominal es el procedimiento quirúrgico que presenta las mayores emisiones de contaminación auditiva llegando a alcanzar una media energética del sonido de 92.1 decibelios.
- 7.4 El horario laboral fijo es la jornada que presenta la mayor intensidad sonora en los quirófanos del Hospital Roosevelt en comparación con el horario de turno, contando con una media energética del sonido ascendente a los 94.8 decibelios.
- 7.5 Las fuentes emisoras de ruido dentro de los quirófanos que producen una mayor molestia a los médicos residentes de anestesiología fueron las conversaciones simultáneas y el uso de instrumental quirúrgico pesado, señalado por el 26.92 % de médicos en ambos casos respectivamente, siendo el uso de instrumental quirúrgico la fuente que causa molestia la mayor parte del tiempo en el 57.69 % de anesthesiólogos en formación. Sin embargo, es el sistema de aspiración al vacío la fuente que genera una mayor cantidad de ruido dentro de los quirófanos en el 62.69 % de las lecturas obtenidas por el sonómetro, alcanzando una intensidad sonora de 91.6 decibelios.
- 7.6 Las capacidades cognitivas de los médicos residentes que laboran en quirófanos contaminados acústicamente se vieron afectadas en la mitad de ellos, los cuales estuvieron expuestos a una intensidad sonora de 91.2 decibelios. Asimismo, el 84.62 % de los médicos duermen una cantidad de horas menor a la recomendada (de 3 a 5 horas diarias), presentando una dificultad media para dormir en el 61.54 % de los casos con una

media energética del sonido de 91.5 decibelios. Se concluye además que no existen cambios conductuales en la totalidad de los médicos residentes.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)

- 8.1.1 Considerando que los médicos residentes del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt laboran en ambientes quirúrgicos contaminados acústicamente, se recomienda velar por el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 3 – 2016 referente al Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, sobre todo tomando en cuenta lo dictado por los artículos 84, 87 y 88 sobre la exposición laboral al ruido.
- 8.1.2 Brindar una mayor cantidad de plazas laborales para médicos residentes de la maestría de Anestesiología que se desarrolla dentro del espacio profesional del Hospital Roosevelt, con el fin de mitigar la excesiva carga laboral de los ya contratados permitiendo disminuir el tiempo de exposición al ruido dentro de los quirófanos.

8.2 Al Hospital Roosevelt

- 8.2.1 Tomando en cuenta que el hallazgo sobre la fuente productora de sonido más importante en los quirófanos fue la relacionada a los sistemas de aspiración al vacío, se sugiere que a través de la Sub – Dirección de Ingeniería y Mantenimiento, se inspeccionen dichos sistemas, para la reducción de emisiones sonoras altas como las obtenidas durante las lecturas sonométricas efectuadas en la ejecución del presente estudio.
- 8.2.2 A las distintas jefaturas de los departamentos quirúrgicos como Cirugía Oral y Maxilofacial, Ortopedia y Traumatología, Ginecología y Obstetricia, Cirugía General y Neurocirugía se les exhorta a que por medio del personal a su cargo limiten los factores que se relacionan a un aumento de las emisiones de intensidades sonoras dentro de los espacios quirúrgicos tales como gritos y conversaciones simultáneas innecesarias que involucren risas audiblemente exageradas ya que la contaminación acústica representa un riesgo importante no solo para residentes de anestesiología sino también para cualquier otro médico o paramédico que se encuentre desempeñando sus labores dentro de sala de operaciones.

8.3 Al Departamento de Anestesiología

- 8.3.1 Socializar dentro de los anesthesiólogos en formación las guías de riesgos profesionales más recientes publicadas por la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología.
- 8.3.2 Se propone a los médicos residentes identificar cambios conductuales, cognitivos y trastornos del sueño sufridos desde el inicio del programa de postgrado y solicitar oportunamente atención médica o psicológica cuando se crea conveniente para evitar con ello repercusiones personales, familiares, académicas y/o laborales.

8.4 A la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

- 8.4.1 Implementar dentro del programa de postgrado la competencia específica sobre riesgos ocupacionales inherentes a la práctica de la anestesiología fomentando en los médicos residentes una cultura de prevención en cuanto a salud ocupacional se refiere.
- 8.4.2 Promover la creación de una mayor oferta laboral en conjunto con las autoridades ministeriales dentro del programa de maestría en Anestesiología del Hospital Roosevelt, logrando con ello un aumento de personal disponible y una disminución en las horas que el médico residente se expone al ruido dentro de los quirófanos.

9. APORTES

El presente trabajo de graduación fue realizado bajo la autorización expresa de la Jefatura del Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt con el visto bueno del Comité de Docencia e Investigación y la Sub – Dirección Médica del hospital, por lo que los resultados obtenidos fueron entregados a estas tres autoridades con el fin de dar a conocer los niveles de contaminación acústica emitidos dentro de los quirófanos y los efectos cognitivos, conductuales y trastornos del sueño encontrados en los médicos residentes de anestesiología para que con ello se tomen decisiones oportunas y eficaces que logren reducir las intensidades sonoras dentro de los espacios quirúrgicos (Anexo 11.8).

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Canto AL, Higgins LF, editores. Historia de la anestesiología [en línea]. México: Anestesiología Mexicana en Internet; 1997 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/k88DI0>
2. Restrepo JE. El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo en salud. Revista Psicoespacios [en línea]. 2016 [citado 9 Dic 2016]; 10(16): 141-165. Disponible en: <http://goo.gl/zKa4ul>
3. Porta M, editor. A dictionary of epidemiology [en línea]. 6 ed. New York: Oxford University Press; 2014. [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/z0CFAZ>
4. Calabrese G. Guía de prevención y protección de los riesgos profesionales del anesthesiólogo: guía de riesgos. Paysandú, Uruguay: Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología, Comisión de Riesgos Profesionales; 2006.
5. Gencat.cat, La prevención en trabajos con riesgo de exposición al ruido [en línea]. Cataluña, España: Generalitat de Catalunya. Informació, tràmits i serveis de la Generalitat de Catalunya; 2010 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/EffeXf>
6. Miller R. Miller anestesia. 8 ed. Madrid, España: Elsevier; 2015.
7. Luzzi S, Falchi S, Becchi C. Sound analysis of noise pollution in operating rooms. En: XXX Congress of the Acoustical Society of Italy; Nápoles 2003. Nápoles, Italia: Euronoise, 2003. p. 1-6.
8. Karon A. Noisy OR linked to communication gaps, surgical site infections. ACS Surgery News [en línea]. 23 Mar 2015 [citado 6 Feb 2017]; News: [aprox. 5 pant.]. Disponible en: <https://goo.gl/XEHcTb>
9. Katz J. Noise in the operating room. Am. J. Anesthesiol [en línea]. 2014 Oct [citado 6 Feb 2017]; 121 (4): 894-898. doi: 10.1097/ALN.0000000000000319
10. Degrandi CR, Nogueira G. Exposición ocupacional a la contaminación sonora en anestesiología. Rev. Bras. Anesthesiol [en línea]. 2012 Mar [citado 9 Dic 2016]; 62 (2): 253 – 261. Disponible en: <https://goo.gl/MYQ2iH>

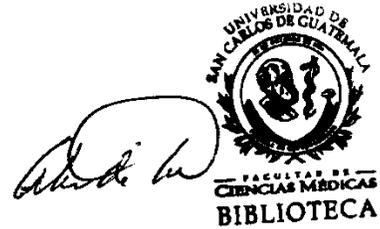
11. Reyes Pineda S. La necesidad de crear los reglamentos para evitar la contaminación auditiva en la ciudad de Antigua Guatemala del Departamento de Sacatepéquez. [tesis Abogada y Notaria]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales; 2011.
12. Maldonado Ríos G. Presencia de sonidos que producen contaminación auditiva en las instalaciones clínicas intramurales de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12. [tesis Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología; 2005.
13. Donis Paz A. Contaminación acústica en la Unidad de Neonatología del Hospital Roosevelt. Guatemala, 2013. [tesis Médico y Cirujano]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud; 2013.
14. Díaz RE. Ruido y concentración de anestésico volátil en el área verde de las unidades hospitalarias de accidentes, obstetricia y enfermedad común durante el año 2010-2011. [tesis de Maestría]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2013.
15. International Labour Organization. Safety and health at work [en línea]. Geneva: ILO; 2012 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/ID2DqI>
16. Centers for Disease Control and Prevention. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Promoting productive workplaces through safety and health research [en línea]. Atlanta: CDC; 2016 [actualizado 14 Nov 2016; citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/LwXh6F>
17. Centers for Disease Control and Prevention. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Reducing noise hazards for call and dispatch center operators [en línea]. Atlanta: CDC; 2011 [actualizado 6 Jun 2014; citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/cNZP3e>
18. Mapama.gob.es, Sistema de información sobre contaminación acústica: conceptos básicos del ruido ambiental [en línea]. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Ambiente; 2010 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/OCTUWA>
19. Rouviere H, André D. Anatomía humana. 11 ed. Barcelona, España: Masson; 2005.

20. Pró E. Anatomía clínica. 2 ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2014.
21. Guyton CG. Tratado de fisiología médica. 12 ed. Madrid, España: Elsevier; 2011.
22. Centro Europeo de la Audición. Umbral de audición [en línea]. Madrid, España: CEA; 2016 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/LkBqDC>
23. Procuraduría Federal del Consumidor. Fuera ruido: oído saludable. Consumidor [en línea]. 2008 Ene [citado 14 Dic 2016]; 1 (14): 66-71. Disponible en: <https://goo.gl/RIR3gd>
24. Nazir T, Beatty PCW. Anaesthetists' attitudes to monitoring instrument design options. Br. J. Anaesth [en línea]. 2000 Jun [citado 16 Feb 2017]; 85 (5): 781-784. doi: <https://doi.org/10.1093/bja/85.5.781>
25. Acustinet.com, Efectos del ruido en la salud [en línea]. Barcelona, España: Ingeniería en acústica y ruido ambiental; 2009 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/UpCNIH>
26. Ehu.eus, Efectos y normativa del ruido [en línea]. País Vasco, España: Universidad del País Vasco; 2007 [citado 16 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/7nizuU>
27. Argentina. Organización Internacional del Trabajo. Los convenios de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el medio ambiente en el trabajo [en línea]. Buenos Aires, Argentina: Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT); 2009 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/RH1IsR>
28. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark Ch, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet [en línea]. 2014 Apr [citado 16 Feb 2017]; 383 (9925): 1325-1332. doi: [https://dx.doi.org/10.1016%2FS0140-6736\(13\)61613-X](https://dx.doi.org/10.1016%2FS0140-6736(13)61613-X)
29. Ub.edu, Elementos básicos de psicología ambiental: el ruido y la contaminación acústica [en línea]. Barcelona, España: Universitat de Barcelona; 2005 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/EU6KIk>
30. Efectos del ruido sobre el sueño en la persona. Portales Médicos [en línea]. España: revista-portalesmedicos.com; 2013 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/ThsyqY>

31. Argentina. Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Los ruidos fuertes afectan la memoria [en línea]. Buenos Aires, Argentina: Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; 2012 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/9cPp7z>
32. World Health Organization. Deafness and hearing loss [en línea]. Geneva: WHO; 2015 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/m1KGDZ>
33. Centers for Disease Control and Prevention. Types of hearing loss [en línea]. Atlanta: CDC; 2015 [actualizado 18 Feb 2015; citado 24 Dic 2016]. Disponible en <https://goo.gl/Ybuidp>
34. Cochlear Hearing Implants. Degrees of hearing loss [en línea]. España: Cochlear.com; 2012 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/CtMNpR>
35. Fundación ONCE. Clasificación de la sordera [en línea]. España: Discapnet.es; 2005 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/vwaC4C>
36. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Medicina. Salud laboral [en línea]. Buenos Aires, Argentina: Fmed.uba.ar; 2011 [citado 12 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/K2RrCd>
37. Organización Mundial de la Salud. Entornos laborales saludables: fundamentos y modelos de la OMS: contextualización, prácticas y literatura de apoyo [en línea]. Ginebra: OMS; 2010. [citado 12 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/a1exQB>
38. World Health Organization. Healthy workplaces: a WHO global model for action [en línea]. Geneva: WHO; 2011 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/DQYSZY>
39. Centers for Disease Control and Prevention. Total worker health [en línea]. Atlanta: National Institute for Occupational Safety and Health; 2015 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/ehqvw4>
40. World Medical Association. WMA Statement on noise pollution [en línea]. Copenhagen, Denmark: WMA; 2007 [citado 14 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/J0A3RT>
41. España. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al Ruido [en línea]. Madrid, España: INSHT; 2006 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/ce1Rh3>

42. National Agency Safety Database. Protecting against noise [en línea]. Atlanta: NASD; 2012 [citado 24 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/KQf0pr>
43. Universidad de Córdoba. Técnicas de medida del ruido: sonómetros [en línea]. Córdoba, España: Uco.es; 2007 [citado 25 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/6RKCjz>
44. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. Audiometría [en línea]. Santiago, Chile: Escuela.med.puc.cl; 2006 [citado 25 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/hhPWNr>
45. González MA. Historia del Hospital Roosevelt de Guatemala. Rev Col Méd Cir Guatem [en línea]. 2005 Oct [citado 9 Dic 2016]; 15(1-4): 23-32. Disponible en: <https://goo.gl/RHv4tn>
46. Organización Internacional del Trabajo. C148 - Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), 1977 (núm. 148) [en línea]. Ginebra: OIT; 2016 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/vmMsO1>
47. Estuderecho.com, Legislación ambiental sobre el ruido en Guatemala [en línea]. Guatemala: Proyecto estudiantes por derecho de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales; 2013 [citado 9 Dic 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/6JzrJK>
48. Guatemala. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Acuerdo Gubernativo 3 de 2016, reformas al reglamento de salud y seguridad ocupacional. Diario de Centro América, 93 (05 Feb 2016).
49. Munés J, Hibjan C, Sardá R, Roldán V, Flores S, Valenzuela A, et al. Acústica: Determinación de la exposición al ruido ocupacional - Método de ingeniería. Norma Técnica Guatemalteca – NTG. Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas; 2015.
50. World Health Organization. Cluster of sustainable development and healthy environment. Department of the Protection of the Human Environment. Occupational and Environmental Health. Guidelines for community noise [en línea]. Geneva: WHO; 2000 [citado 16 Feb 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/u4yUSK>
51. España. Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Guía de buenas prácticas para la seguridad y la sostenibilidad del área quirúrgica [en línea]. Cataluña, España: Generalitat de Catalunya; 2012 [citado 16 Feb 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/Bk11X2>

52. The Ohio State University. Self – Administered gerocognitive examination test [en línea]. Ohio: Osu.edu; 2013 [citado 27 Ene 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/2Z0uTV>
53. Soldatos CR, Gómez-Benito J. A spanish version of the Athens Insomnia Scale. Qual Life Res [en línea]. 2011 Aug [citado 27 Ene 2017]; 20 (6): 931-938. doi: 10.1007/s11136-010-9827-x
54. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5 ed. Virginia: American Psychiatric Association; 2014.



11. ANEXOS

11.1 Procedimientos anestésicos realizados en Hospital Roosevelt. Febrero 2017.



Licenciado
LEOPOLDO CASTILLO
Jefe Depto. de Estadística
Hospital Roosevelt

Guatemala, 02 de marzo 2017

Por este medio le envío, la estadística correspondiente al mes de febrero del año 2017.

	SERVICIOS	ANESTESIAS
HOSPITALIZACION	CIRUGIA HOMBRES	120
	CIRUGIA MUJERES	119
	MAXILOFACIAL	19
	UROLOGIA	22
	TRAUMA / ORTO / HOMBRES	94
	TRAUMA / ORTO / MUJERES	65
	NEUROCIROGIA	20
	GINECOLOGIA	59
	OBSTETRICIA	30
	GINE/VIDEOLAPAROSCOPIA	32
	CIRUGIA PEDIATRICA	73
	NEONATOS	0
	TRAUMA/ORTO/PEDIATRIA	18
	NEUROCIROGIA PEDIATRICA	2
	OPERATORIA DENTAL	15
	GASTROENTEROLOGIA	287
HOSPITAL DE DIA	95	
INTENSIVO	INTENSIVO ADULTOS	19
	INTENSIVO PEDIATRICO	8
	ALTO RIESGO	5
	INTERMEDIO ADULTOS	19
	INTERMEDIO PEDIATRICO	12
EMERGENCIA	CIRUGIA	375
	TRAUMATOLOGIA	207
	NEUROCIROGIA	49
	MAXILOFACIAL	1
	GINECOLOGIA	16
	OBSTETRICIA	627
	TRAUMA/ORTO/PEDIATRIA	60
	CIRUGIA PEDIATRICA	118
NEUROCIROGIA PEDIATRICA	13	
	TOTAL GENERAL	2599

DEPTO. DE ESTADISTICA H.R.
2-3-17
12-48
A

Atentamente,

Dra. Gladis Julieta Gordillo C.
Jefe Departamento de Anestesiología



11.2 Consentimiento informado

INTRODUCCIÓN

Me presento ante su persona como estudiante de séptimo año de la Carrera de Médico y Cirujano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Me encuentro realizando un estudio de investigación sobre los riesgos profesionales del anestesiólogo, específicamente sobre los niveles de contaminación acústica y sus efectos, un riesgo físico que estipula la Guía de Riesgos Profesionales de la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología como uno de los más importantes que afecta al médico anestesiólogo en su práctica laboral diaria. En esta oportunidad, fue detectado un nivel de ruido por encima de los 40 decibelios (límite máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud, según publicaciones del *Karolinska Institute* de Suecia) dentro del quirófano en el cual usted acaba de finalizar el acto anestésico, por lo que se le aplicará en este momento un cuestionario que evalúa entre otros aspectos, su estado cognitivo, conductual y la calidad de sueño que usted posee en estos momentos. Se le ampliará información al respecto si usted lo cree conveniente. No olvide que las respuestas otorgadas en el formulario son estrictamente confidenciales y bajo ningún motivo será revelada su identidad a lo largo del estudio.

PROPÓSITO

La anestesiología constituye una de las especialidades médicas que, de acuerdo a su naturaleza, representa un riesgo más significativo que el resto. Por lo que derivado de los estatutos generales de la OIT, las recomendaciones de la OMS, con base en los lineamientos publicados por el *National Institute for Occupational Safety and Health* del CDC de Atlanta y considerando los escasos estudios y las nulas leyes que existen en el país sobre la contaminación acústica en los espacios de trabajo del médico se ha trazado como propósito central del presente estudio identificar si en realidad existen niveles de ruido elevados dentro de los quirófanos del Hospital Roosevelt y analizar los efectos que repercuten en la salud del residente de anestesiología por laborar en este tipo de ambientes.

SELECCIÓN DE PARTICIPANTES

Para desarrollar el objeto de estudio de la presente investigación, se está invitando a participar a los médicos residentes de anestesiología del Hospital Roosevelt que se encuentran laborando dentro de quirófanos con niveles de ruido que sobrepasan los 40 decibelios medidos a través de la estrategia No. 3 de la Norma Técnica Guatemalteca ISO – 9612 de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), del Ministerio de Economía.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Su participación en el desarrollo y ejecución del presente estudio es total e íntegramente voluntaria. Usted posee la potestad absoluta de abandonar el mismo en el momento que usted crea conveniente. Si al finalizar de leer, comprender y disipar cualquier duda que surja en este documento, está completamente de acuerdo a ser partícipe de la investigación sírvase encarecidamente firmar el mismo en el espacio correspondiente.

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso del presente estudio de investigación comprende las siguientes etapas:

- A. Se medirán los niveles de ruido dentro del quirófano donde usted labora mediante un sonómetro (instrumento que mide las emisiones de ruido en decibelios).
- B. Si en la etapa anterior se detectan niveles de ruido por encima de 40 decibelios se aplicará un cuestionario de 52 preguntas al residente responsable de la administración anestésica durante el procedimiento intervenido.
- C. Una vez terminado de responder el cuestionario se entregará al investigador para el tratamiento, tabulación y análisis del mismo.
- D. Una vez concluido el proceso se socializarán los resultados obtenidos a los responsables de velar por la salud y seguridad ocupacional dentro de las instalaciones nosocomiales.

CONTACTO

Si tuviese alguna duda, comentario, queja, opinión o desee mayor información sobre el estudio y/o temas relacionados puede comunicarse vía electrónica al correo marcelo.morales@outlook.com, en donde gustosamente se le responderá.



FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO



He sido invitado (a) a participar en la investigación *“Niveles de contaminación acústica y sus efectos en médicos residentes de anestesiología”*. *Estudio descriptivo de corte transversal a realizarse en los quirófanos del Hospital Roosevelt*. Entiendo que fui elegido para aplicarme un cuestionario debido a que el quirófano del último procedimiento al que asistí presentó niveles de ruido mayores a 40 decibelios, causantes de diversos efectos adversos en mi salud. He sido informado (a) que los datos aquí revelados son totalmente confidenciales y bajo ningún motivo será revelado cualquier dato que me identifique. Comprendo la posibilidad que los resultados obtenidos por el investigador y las conclusiones que establezca, representan un beneficio para atender y mejorar mi salud y seguridad ocupacional. Se me ha proporcionado un correo electrónico de contacto con el investigador para futuras referencias.

He leído y comprendido la información proporcionada hacia mi persona. He tenido la oportunidad de preguntar cualquier inquietud referente al citado estudio. Asimismo, acepto voluntariamente a participar en esta investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la misma en el momento que yo crea conveniente.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: _____

Nombre del investigador: _____

Firma del investigador: _____

Fecha: _____

Se me ha entregado una copia exacta del presente documento.

11.3 Boletas de Recolección de datos



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Unidad de Trabajos de Graduación



FICHA DE COTEJO

NIVELES DE RUIDO EN DECIBELIOS POR SERVICIO

Fecha (día de la semana, día/mes/año): _____

Hora (formato de 24 horas): _____

Servicio (marcar con una X): Emergencia Adultos Pediatría Adultos Ginecología Labor y Partos

Quirófano (1, 2, 3, etc.): _____

Procedimiento:

Especialidad (marcar con una X): Cirugía Neurocirugía Cirugía maxilofacial Traumatología y ortopedia

Otro: _____

Lectura más alta del sonómetro (En dBA)*	Tiempo del procedimiento (En minutos)	Existencia de ruido de fondo dentro del quirófano durante el procedimiento (Marcar con una X)
		SI NO

**Indicar las situaciones que aumentan la lectura del sonómetro (instrumentos, música, movimiento de mobiliario, etcétera).*



EFFECTOS CONDUCTUALES, COGNITIVOS Y TRASTORNOS DEL SUEÑO ASOCIADOS A CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN QUIRÓFANOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT CON NIVELES DE RUIDO SUPERIORES A 40 dBA POR SONOMETRÍA DE CAMPO

A continuación, se presenta una serie de interrogantes que medirán los efectos que son comúnmente asociados a ambientes contaminados acústicamente, los cuales representan un riesgo físico para el anestesiólogo de acuerdo a la Comisión de Riesgos Profesionales de la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología (C.L.A.S.A). De antemano se agradece el tiempo que usted invertirá (tiempo no mayor a 25 minutos) en la resolución del presente cuestionario. Para el llenado del mismo se solicita que por favor encierre en un círculo las respuestas de cada ítem planteado.

SECCIÓN 1. Datos generales del participante:

I. Grupo de edad al que pertenece:

- A. 20 – 24 años
- B. 25 – 29 años
- C. 30 – 34 años
- D. >35 años

II. Sexo:

- A. Masculino
- B. Femenino

III. Grado académico/Puesto:

- A. Médico Residente I
- B. Médico Residente II
- C. Médico Residente III

IV. Horario que cubre al momento de responder este cuestionario:

- A. Horario fijo (6:00 a 14:00 horas)
- B. Horario de turno (14:00 a 6:00 horas)

V. Servicio que cubre al momento de responder el cuestionario:

- A. Emergencia de Adultos
- B. Sala de Operaciones de Adultos
- C. Sala de Operaciones de Pediatría
- D. Labor y Partos
- E. Ginecología

VI. Especialidad a la que asistió durante el procedimiento quirúrgico anterior:

- A. Cirugía abdominal
- B. Cirugía de tórax
- C. Cirugía ortopédica
- D. Cirugía maxilofacial
- E. Otro: _____

SECCIÓN 2. Información sobre la percepción personal del ruido en los quirófanos:

Circule la opción correcta en relación a su propia percepción sobre los distintos ruidos que pueden percibirse dentro del quirófano con base en la siguiente escala:

0: No me molesta

1: Puede ser molesto

2: Me molesta la mayor parte del tiempo

3: Me molesta completamente

VII. ¿Cuál es su opinión sobre el ruido que produce el sistema de aspiración que utiliza durante el acto anestésico?

0 1 2 3

VIII. ¿Cuál es su percepción en relación al sonido emitido (bips) constantemente por el electrocardiógrafo y el sistema de oximetría del pulso?

0 1 2 3

IX. La literatura reporta que el sonido emitido por las alarmas tanto del monitor de signos vitales como de la máquina de anestesia representa una fuente de ruido muy molesta para el anesthesiólogo, al respecto ¿Qué opinión le merece a este precepto?

0 1 2 3

X. ¿Considera molesto el uso de música a altos niveles de volumen dentro del quirófano al momento en el que usted realiza su trabajo?

0 1 2 3

XI. ¿El ruido que provoca el movimiento de mobiliario y el choque de instrumentos durante un procedimiento quirúrgico genera en usted un sentimiento de molestia?

0 1 2 3

XII. De acuerdo a la Guía de Riesgos Profesionales de la C.L.A.S.A., las conversaciones simultáneas de todo el personal que labora dentro del quirófano, representan una fuente importante de contaminación acústica en estos espacios, provocando un riesgo físico a la salud auditiva del anesthesiólogo. ¿Considera como molestas las conversaciones simultáneas en el quirófano?

0 1 2 3

XIII. ¿El uso de instrumental considerado como pesado dentro de los quirófanos como el taladro, la fresa, sierras, el trépano y otros le genera algún tipo de molestia?

0 1 2 3

SECCIÓN 3. Efectos cognitivos del ruido:

En esta sección, usted completará el *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)* creado por la Universidad de Ohio especialmente para detectar un deterioro cognitivo de tipo leve en su persona. Para lo cual usted deberá seguir las instrucciones a las actividades que se plantean a continuación.

XIV. ¿Cuál es la fecha de hoy? (de memoria, ¡Sin hacer trampa!)

Día _____ Mes _____ Año _____

XV. Nombre las siguientes imágenes (no se preocupe por la ortografía)



Fuente: Scharre. *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)*. The Ohio University, 2013.

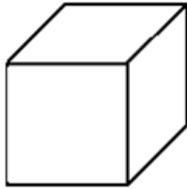
XVI. Responda estas preguntas:

1. ¿En qué se parecen un reloj de pulsera y una regla? Escriba en qué se parecen. Ambos son... ¿qué? _____
2. ¿Cuántas monedas de cinco centavos hay en 60 centavos? _____
3. Va a comprar Q 13.45 en comestibles. ¿Cuánto cambio recibiría si pagara con un billete de Q 20?

XVII. Prueba de memoria (memorice estas instrucciones). Hágala más tarde, después de completar todo el presente test.

Al final de la última página escriba “Terminé” en la línea en blanco proporcionada.

XVIII. Copie esta imagen:



Fuente: Scharre. Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE). The Ohio University, 2013.

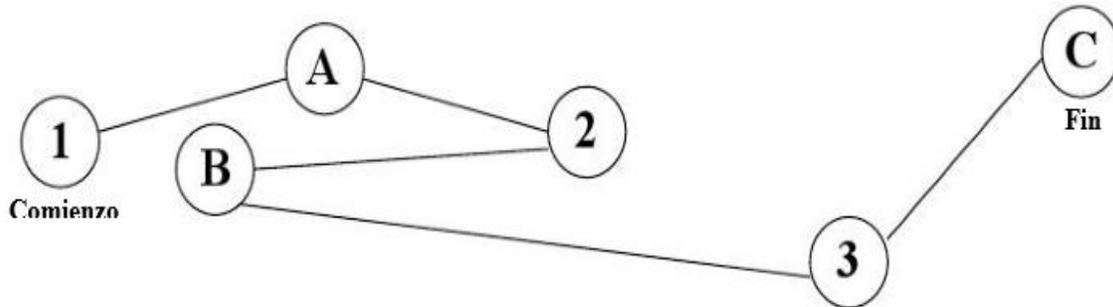
XIX. Prueba de dibujo:

- Dibuje una gran esfera de reloj y coloque los números
- Coloque las manecillas para 5 minutos pasados de las 11 en punto
- En su reloj, coloque “L” para la manecilla larga y “S” para la manecilla corta

XX. Escriba los nombres de 12 animales diferentes (no se preocupe por la ortografía):

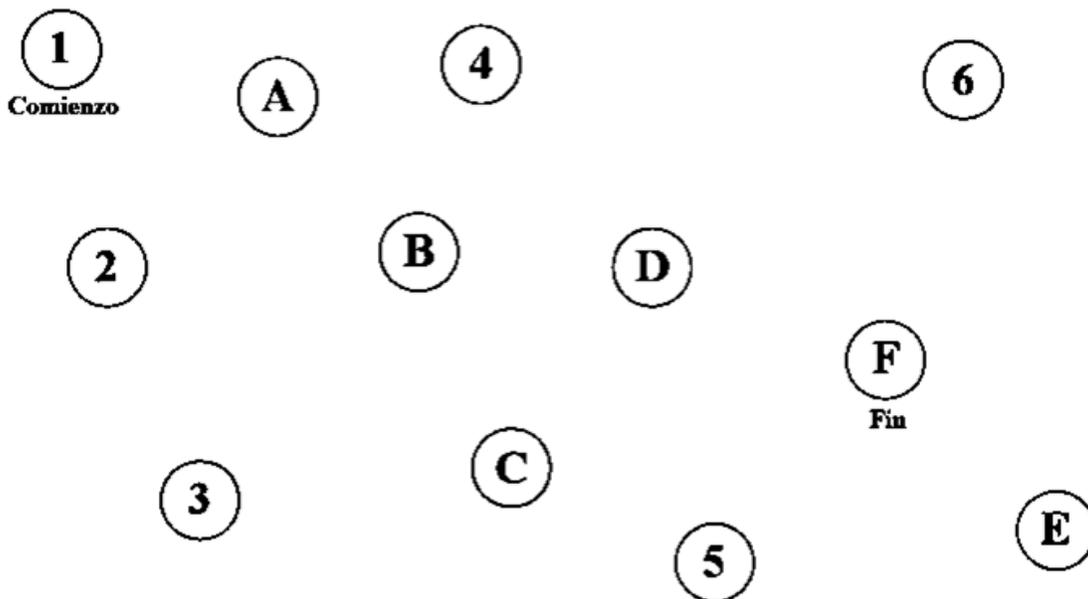
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

XXI. Lea este ejemplo (el primero está hecho) y luego pase a la siguiente parte para realizar el ejercicio:



Fuente: Scharre. *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)*. The Ohio University, 2013.

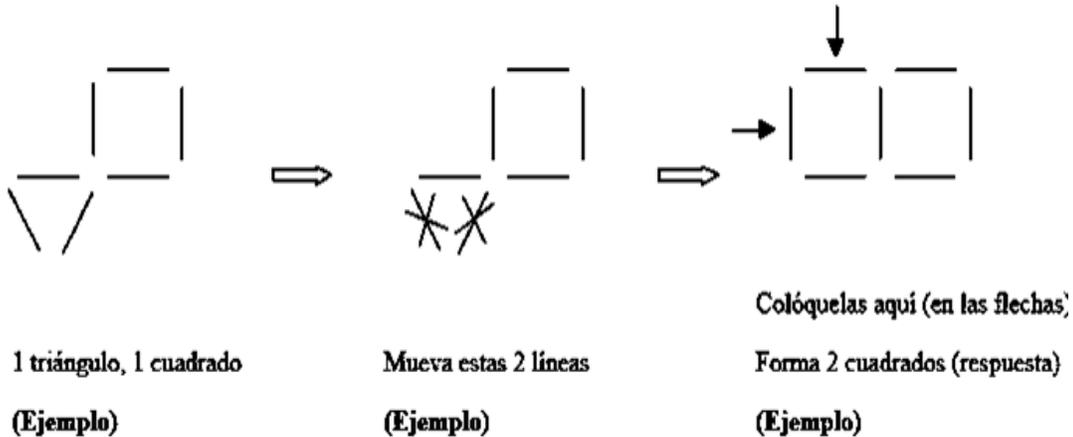
Ahora dibuje una línea de un círculo a otro comenzando en 1 y alternando números y letras en orden antes de finalizar en F (De 1 a A, de 2 a B, etc.)



Fuente: Scharre. *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)*. The Ohio University, 2013.

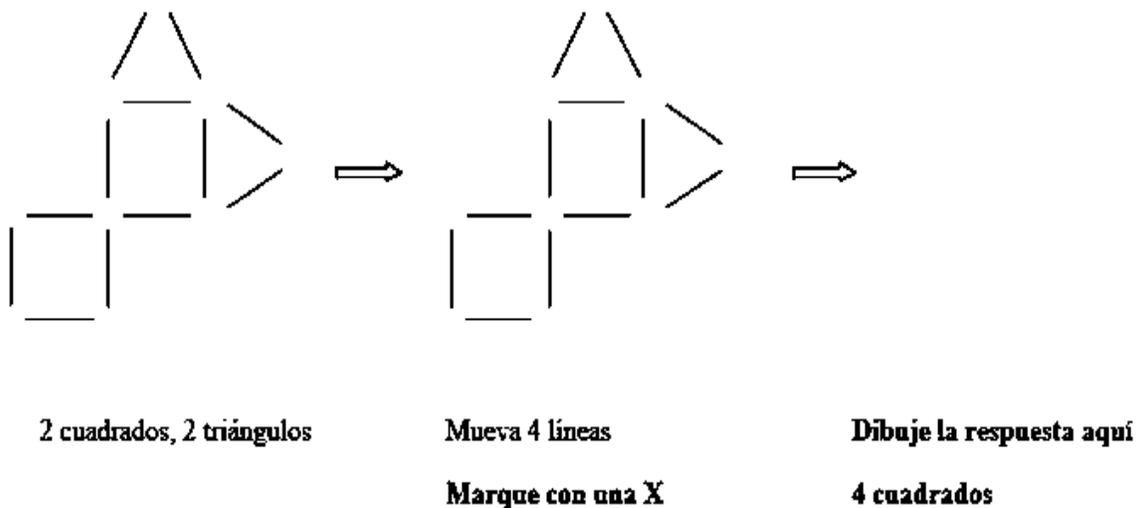
XXII. Lea este ejemplo (el primero está hecho) y luego resuelva lo que se le pide posteriormente:

- Comience con 1 triángulo y 1 cuadrado
- Mueva 2 líneas (marcadas con una X)
- Para hacer 2 cuadrados y que no haya un triángulo
- Cada línea debe ser parte de un cuadrado completo (sin líneas adicionales)



Fuente: Scharre. *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)*. The Ohio University, 2013.

- Ahora resuelva usted, comience con 2 cuadrados y 2 triángulos
- Mueva 4 líneas (marcadas con una X)
- Para hacer 4 cuadrados y que no haya un triángulo
- Cada línea debe ser parte de un cuadrado completo (sin líneas adicionales)



Fuente: Scharre. *Self – Administered Gerocognitive Examination (SAGE)*. The Ohio University, 2013.

SECCIÓN 4. Trastornos del sueño asociados al ruido:

A continuación, se le presenta la versión en español del *Athens Insomnia Scale* el cual determina la calidad de sueño que usted posee actualmente. Por favor, encierre en un círculo el promedio de horas que duerme al día:

XXIII. Promedio de horas que duerme al día

- A. 0 – 2 horas
- B. 3 – 5 horas
- C. 6 – 8 horas
- D. >9 horas

Ahora por favor, responda a los siguientes ítems marcando con un círculo el número apropiado indicando las dificultades experimentadas como mínimo durante tres veces en la última semana.

XXIV. Inducción del sueño (tiempo que tarda en dormirse después de apagar la luz)

- 0: ningún problema
- 1: Ligeramente retrasado
- 2: Moderadamente retrasado
- 3: Muy retrasado o no durmió

XXV. Despertares durante la noche

- 0: Ningún problema
- 1: Problema menor
- 2: Problema considerable
- 3: Problema serio o no durmió

XXVI. Despertar final antes de lo deseado

- 0: No fue antes
- 1: Un poco antes
- 2: Notablemente antes
- 3: Mucho antes o no durmió

XXVII. Duración total del sueño

- 0: Suficiente
- 1: Ligeramente insuficiente
- 2: Notablemente insuficiente
- 3: Muy insuficiente o no durmió

XXVIII. Calidad general del sueño (no importa cuánto durmió)

- 0: Satisfactoria
- 1: Ligeramente insatisfactoria
- 2: Notablemente insatisfactoria
- 3: Muy insatisfactoria o no durmió

XXIX. Sensación de bienestar durante el día

0: Normal 1: Ligeramente disminuida 2: Notablemente disminuida
3: Muy disminuida

XXX. Funcionamiento (físico y mental durante el día)

0: Normal 1: Ligeramente disminuida 2: Notablemente disminuida
3: Muy disminuida

XXXI. Somnolencia durante el día

0: Ninguna 1: Moderada 2: Considerable 3: Intensa

SECCIÓN 5. Trastornos conductuales asociados al ruido

Esta sección corresponde a los criterios basados para el diagnóstico de trastorno disocial de la conducta. Por favor, encierre en un círculo la respuesta de las siguientes interrogantes de acuerdo a la siguiente clave:

N: Nunca

AV: Algunas veces

F: Frecuentemente

S: Siempre

XXXII. ¿Intimida o amenaza a otras personas?

N AV F S

XXXIII. ¿Ha provocado de manera intencional incendios?

N AV F S

XXXIV. ¿Ha entrado violentamente en la casa o vehículos ajenos?

N AV F S

XXXV. ¿Se ha quedado fuera de la casa durante la noche sin avisar?

N AV F S

XXXVI. ¿Inicia peleas y arremete físicamente a otros?

N AV F S

XXXVII. ¿Ha destruido a propósito cosas que pertenecen a otras personas?

N AV F S

XXXVIII. ¿Engaña a otras personas para quitarles dinero u obtener objetos ajenos?

N AV F S

XXXIX. ¿Se ha fugado o retirado de casa sin avisar por más de 24 horas?

N AV F S

XL. ¿Utiliza armas u objetos que puedan hacer daño a otros?

N AV F S

XLI. ¿Es cruel con las personas y le gusta hacerlas sufrir?

N AV F S

XLII. ¿Roba objetos de valor cuando tiene la oportunidad de hacerlo?

N AV F S

XLIII. ¿Ha robado o atracado con armas o amenazado a otros?

N AV F S

XLIV. ¿Ha forzado o amenazado a alguien para tener relaciones sexuales?

N AV F S

XLV. ¿Ha sido cruel con los animales y le gusta hacerlos sufrir?

N AV F S

SECCIÓN 6. Métodos de prevención del ruido y protección auditiva

Seleccione su respuesta según sea afirmativa o negativa a las siguientes interrogantes.

XLVI. ¿Conoce usted sobre los riesgos físicos a los que se enfrenta el anesthesiólogo en su práctica diaria?

SI

NO

XLVII. ¿Dentro de su área de labores le han informado previamente sobre el problema de contaminación auditiva que existen en los servicios de salud?

SI

NO

XLVIII. ¿Ha participado o escuchado sobre actividades que limiten las emisiones de altos niveles de ruido en su ambiente de trabajo?

SI

NO

XLIX. ¿Considera importante implementar medidas (o mejorarlas si las hay) que reduzcan la contaminación acústica dentro de los quirófanos del Hospital Roosevelt?

SI

NO

L. ¿Utiliza o ha utilizado dispositivos protectores (tapones de espuma o audífonos) para el cuidado de su salud auditiva?

SI

NO

LI. ¿Estaría dispuesto a utilizar un dispositivo protector para el cuidado de sus oídos mientras ejerce sus actividades dentro del quirófano?

SI

NO

LII. ¿Ha finalizado? _____

11.4 Instrucciones de administración y puntaje de los cuestionarios

11.4.1 Self – administered gerocognitive examination (SAGE) test

SAGE es un breve test auto-administrado para identificar defecto cognitivo leve y demencia temprana. El tiempo promedio para completar el instrumento es de 15 minutos. La puntuación máxima es de 22 puntos. Un resultado mayor o igual a 17 puntos es considerado normal.

1. Orientación: Total de puntos posibles son 2

Mes: 1 = Correcto
0 = Incorrecto

Fecha: 2 = Exacta
1 = +/- 3 días
0 = Todo lo demás

Año: 1 = Correcto
0 = Incorrecto

2. Denominación: Total de puntos posibles son 2. Ortografía correcta no requerida.

Cada imagen: 1 = Correcto
0 = Incorrecto

3. Similitudes: Total de puntos posibles son 2. Ortografía/Gramática no requerida.

2 = Abstracto
1 = Concreto
0 = Todo lo demás

4. Cálculo: Total de puntos posibles es 1.

1 = Correcto
0 = Incorrecto

5. Cálculo: Total de puntos posibles es 1.

1 = Correcto

0 = Incorrecto

6. Memoria Punteo es brindado en la pregunta número 12

7. Construcción: Total de puntos posibles son 2

Figura en 3-D: 2 = 3-D, líneas paralelas a 10° y forma correcta

1 = 3-D, pero sin líneas paralelas a 10° o cualquier forma.

0 = Todo lo demás

8. Construcción: Total de puntos posibles son 2

Reloj: 4 componentes: Carátula del reloj, números (los 12 números en el orden correcto y en el cuadrante aproximadamente correcto), posición de las manecillas (manecillas en la hora correcta y colocadas lo más cercanamente posible al centro del reloj) y el tamaño de las manecillas (si fueron marcadas correctamente).

2 = 4 de 4 componentes correctos

1 = 3 de 4 componentes correctos

0 = Todo lo demás

9. Fluidez verbal: Total de puntos posibles son 2. Ortografía correcta no requerida.

2 = 12 ítems distintos enlistados

1 = De 10 a 11 ítems distintos enlistados

0 = 9 o menos ítems distintos enlistados

10. Ejecutivo: Total de puntos posibles son 2.

Rutas modificadas: Un error consiste en si dos elementos que deben estar conectados no lo están o bien, dos elementos que no deben estar conectados, lo están.

2 = Perfecto o errores auto-correctados únicamente

1 = 1 o 2 errores

0 = Más de 2 errores

11. Ejecutivo: Total de puntos posibles son 2.

Resolución del problema:

- 2 = Líneas marcadas correctamente y diagrama correcto
- 1 = Líneas marcadas correctamente y sin finalizar diagrama o líneas marcadas correctamente, pero diagrama incorrecto o líneas sin marcar y diagrama correcto
- 0 = Todo lo demás incluyendo líneas marcadas incorrectamente y diagrama incorrecto

12. Memoria: Total de puntos posibles son 2.

- 2 = Palabra exacta, nada extra a “Terminé”
- 1 = Algo más a la palabra “Terminé”: “Sí, terminé” o “Ya, Terminé”
- 0 = Todo lo demás.

Puntos totales = 0 (mínimo) – 22 (máximo)

The Ohio State University. Self – Administered gerocognitive examination test [en línea]. Ohio: Osu.edu; 2013 [citado 27 Ene 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/2Z0uTV>

11.4.2 Escala de Insomnio de Atenas

Esta escala pretende registrar una valoración personal acerca de cualquier dificultad que haya podido experimentar para conciliar el sueño.

El test consta de 8 ítems en los cuales el sujeto en estudio podrá lograr un valor en un rango de entre 0 y 24 puntos, clasificando la dificultad para dormir en leve, media o severa de la siguiente manera:

- 0 – 8 puntos: Dificultad leve para dormir
- 9 – 16 puntos: Dificultad media para dormir
- 17 – 24 puntos: Dificultad severa para dormir

Soldatos CR, Gómez-Benito J. A spanish version of the Athens Insomnia Scale. Qual Life Res [en línea]. 2011 Aug [citado 27 Ene 2017]. 20 (6): 931-938. doi: 10.1007/s11136-010-9827-x.

11.4.3 Diagnóstico de Conducta Disocial del DSM – V

Para la evaluación del cuestionario de los 14 síntomas del criterio A del DSM-V del diagnóstico del Trastorno Disocial de la Conducta– TDC, se construyó una escala de calificación discreta de 0 (nunca) a 3 (casi siempre):

0 puntos	Nunca
1 punto	A veces
2 puntos	Frecuentemente
3 puntos	Siempre.

La puntuación mínima para la escala total es de 0 puntos y una máxima de 42 puntos. Distribuyéndose los resultados de la siguiente manera:

0 – 8 puntos: Distribución normal para TDC

9 – 13 puntos: Distribución de riesgo para TDC

15 puntos o más: Distribución clínicamente significativa de TDC

American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5 ed. Virginia: American Psychiatric Association; 2014.

11.5 Tablas de resultados

Anexo 11.5; Tabla 5
Media energética del sonido de la suma en decibelios por sonometría de campo. Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Suma Sonométrica	Media energética del sonido
1	87 dBA
2	90.7 dBA
3	81.9 dBA
4	92.1 dBA
5	93.6 dBA
6	90.4 dBA
7	90.6 dBA
8	75.1 dBA
9	92.8 dBA
10	89.2 dBA
11	85.1 dBA
12	88.3 dBA
13	90.8 dBA
14	84.5 dBA
15	94.5 dBA
16	87.2 dBA
17	81.7 dBA
18	81.7 dBA
19	95.3 dBA
20	95.3 dBA
21	69.8 dBA
22	95.4 dBA
23	94.4 dBA
24	78.4 dBA
25	76.7 dBA
26	85.4 dBA

Anexo 11.5; Tabla 6
Media energética del sonido por departamento quirúrgico.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Servicio	Media energética
Emergencia de adultos	88.8 dBA
Sala de operaciones de adultos	93.8 dBA
Sala de operaciones de pediatría	83.1 dBA
Labor y partos	95.4 dBA
Ginecología	79 dBA

Anexo 11.5; Tabla 7
Media energética del sonido por turno laboral.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Horario	Media energética
Horario fijo	94.8 dBA
Horario de turno	94.4 dBA

11.6 Cálculo de las medias energéticas del sonido

Anexo 11.6; Tabla 8
Media energética del sonido en Emergencia de Adultos.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
81.9	8.19	154881661.9
87	8.7	501187233.6
90.7	9.07	1174897555
Energía total		1830966450
Antilogaritmo		610322150.2
Media energética		88.85559132

Anexo 11.6; Tabla 9
Media energética del sonido en Sala de Operaciones de Adultos.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
75.1	7.51	32359365.69
81.7	8.17	147910838.8
84.5	8.45	281838293.1
85.1	8.51	323593656.9
87.2	8.72	524807460.2
88.3	8.83	676082975.4
89.2	8.92	831763771.1
90.4	9.04	1096478196
90.6	9.06	1148153621
90.8	9.08	1202264435
92.1	9.21	1621810097
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
94.5	9.45	2818382931
Energía total		7014711302
Antilogaritmo		501050807.3
Media energética		93.86823346

Anexo 11.6; Tabla 10
Media energética del sonido en Sala de Operaciones de Pediatría.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
76.7	7.67	46773514.13
78.4	7.84	69183097.09
85.4	8.54	346736850.5
Energía total		462693461.7
Antilogaritmo		154231153.9
Media energética		83.18172108

Anexo 11.6; Tabla 11
Media energética del sonido en quirófanos de Labor y Partos.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
94.4	9.44	2754228703
95.3	9.53	3388441561
95.3	9.53	3388441561
95.4	9.54	3467368505
Energía total		10244251627
Antilogaritmo		2561062907
Media energética		95.4065158

Anexo 11.6; Tabla 12
Media energética del sonido en Sala de Operaciones de Ginecología.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
81.7	8.17	147910838.8
Energía total		157460764.7
Antilogaritmo		78730382.34
Media energética		78.99942361

Anexo 11.6; Tabla 13
Media energética del sonido en cirugía abdominal.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
73.5	7.35	22387211.39
75.2	7.52	33113112.15
76.1	7.61	40738027.78
78.4	7.84	69183097.09
79.1	7.91	81283051.62
79.8	7.98	95499258.6
84.5	8.45	281838293.1
86.3	8.63	426579518.8
87.3	8.73	537031796.4
89.1	8.91	812830516.2
90.3	9.03	1071519305
93.8	9.38	2421381618
Energía total		5893384806
Antilogaritmo		491115400.5
Media energética		92.11183553

Anexo 11.6; Tabla 14
Media energética del sonido en cirugía torácica.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
71.2	7.12	13182567.39
89.3	8.93	851138038.2
Energía total		864320605.6
Antilogaritmo		432160302.8
Media energética		86.35644871

Anexo 11.6; Tabla 15
Media energética del sonido en neurocirugía.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
87.2	8.72	524807460.2
Energía total		524807460.2
Antilogaritmo		524807460.2
Media energética		87.2

Anexo 11.6; Tabla 16
Media energética del sonido en cirugía general.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
79.3	7.93	85113803.82
79.6	7.96	91201083.94
80.8	8.08	120226443.5
81.9	8.19	154881661.9
83.2	8.32	208929613.1
83.7	8.37	234422881.5
84.9	8.49	309029543.3
85.6	8.56	363078054.8
86.8	8.68	478630092.3
88.2	8.82	660693448
89.9	8.99	977237221
91.1	9.11	1288249552
Energía total		4971693399
Antilogaritmo		414307783.2
Media energética		90.17323092

Anexo 11.6; Tabla 17
Media energética del sonido en cirugía maxilofacial.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
75.1	7.51	32359365.69
Energía total		32359365.69
Antilogaritmo		32359365.69
Media energética		75.1

Anexo 11.6; Tabla 18
Media energética del sonido en cirugía ortopédica.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
83.9	8.39	245470891.6
84.1	8.41	257039578.3
84.3	8.43	269153480.4
85.7	8.57	371535229.1
86	8.6	398107170.6
86.1	8.61	407380277.8
86.6	8.66	457088189.6
87.7	8.77	588843655.4
88.4	8.84	691830970.9
88.7	8.87	741310241.3
89.3	8.93	851138038.2
Energía total		5278897723
Antilogaritmo		479899793
Media energética		88.8115063

Anexo 11.6; Tabla 19
Media energética del sonido en cirugía ginecológica.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
81.7	8.17	147910838.8
Energía total		157460764.7
Antilogaritmo		78730382.34
Media energética		78.96142361

Anexo 11.6; Tabla 20
Media energética del sonido en cirugía obstétrica.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
79.2	7.92	83176377.11
79.3	7.93	85113803.82
80.4	8.04	109647819.6
80.9	8.09	123026877.1
81.1	8.11	128824955.2
82.4	8.24	173780082.9
82.5	8.25	177827941
83.8	8.38	239883291.9
83.9	8.39	245470891.6
84.6	8.46	288403150.3
84.7	8.47	295120922.7
85.9	8.59	389045145
86.2	8.62	416869383.5
86.4	8.64	436515832.2
86.6	8.66	457088189.6
87.9	8.79	616595001.9
87.9	8.79	616595001.9
88.1	8.81	645654229
88.3	8.83	676082975.4
88.6	8.86	724435960.1
89.2	8.92	831763771.1
89.5	8.95	891250938.1
91.1	9.11	1288249552
91.4	9.14	1380384265
91.6	9.16	1445439771
92.2	9.22	1659586907
Energía total		14425833035
Antilogaritmo		554839732.1
Media energética		91.84167553

Anexo 11.6; Tabla 21
Media energética de sonido en el horario fijo laboral.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
75.1	7.51	32359365.69
76.7	7.67	46773514.13
78.4	7.84	69183097.09
81.7	8.17	147910838.8
81.9	8.19	154881661.9
87	8.7	501187233.6
87.2	8.72	524807460.2
90.6	9.06	1148153621
90.7	9.07	1174897555
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
94.5	9.45	2818382931
95.3	9.53	3388441561
95.3	9.53	3388441561
Energía total		17601298699
Antilogaritmo		1173419913
Media energética		94.8945354

Anexo 11.6; Tabla 22
Media energética del sonido en el horario de turno laboral.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
81.7	8.17	147910838.8
84.5	8.45	281838293.1
85.1	8.51	323593656.9
85.4	8.54	346736850.5
88.3	8.83	676082975.4
89.2	8.92	831763771.1
90.4	9.04	1096478196
90.8	9.08	1202264435
92.1	9.21	1621810097
94.4	9.44	2754228703
95.4	9.54	3467368505
Energía total		12750076322
Antilogaritmo		1159097847
Media energética		94.44120099

Anexo 11.6; Tabla 23
Media energética del sonido con resultado del test SAGE normal.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
78.4	7.84	69183097.09
85.1	8.51	323593656.9
87	8.7	501187233.6
87.2	8.72	524807460.2
88.3	8.83	676082975.4
90.4	9.04	1096478196
92.1	9.21	1621810097
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
95.3	9.53	3388441561
95.4	9.54	3467368505
Energía total		15874831079
Antilogaritmo		1322902590
Media energética		90.11527867

Anexo 11.6; Tabla 24
Media energética del sonido con resultado del test SAGE anormal.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
75.1	7.51	32359365.69
76.7	7.67	46773514.13
81.7	8.17	147910838.8
81.7	8.17	147910838.8
81.9	8.19	154881661.9
84.5	8.45	281838293.1
85.4	8.54	346736850.5
89.2	8.92	831763771.1
90.6	9.06	1148153621
90.7	9.07	1174897555
90.8	9.08	1202264435
94.4	9.44	2754228703
94.5	9.45	2818382931
95.3	9.53	3388441561
Energía total		14476543941
Antilogaritmo		1034038853
Media energética		91.24536857

Anexo 11.6; Tabla 25
Media energética del sonido en ciclo circadiano recomendado.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
87	8.7	501187233.6
87.2	8.72	524807460.2
90.4	9.04	1096478196
95.3	9.53	3388441561
Energía total		5510914451
Antilogaritmo		1377728613
Media energética		90.5963678

Anexo 11.6; Tabla 26
Media energética del sonido en ciclo circadiano menor a lo recomendado.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
75.1	7.51	32359365.69
76.7	7.67	46773514.13
78.4	7.84	69183097.09
81.7	8.17	147910838.8
81.7	8.17	147910838.8
81.9	8.19	154881661.9
84.5	8.45	281838293.1
85.1	8.51	323593656.9
85.4	8.54	346736850.5
88.3	8.83	676082975.4
89.2	8.92	831763771.1
90.6	9.06	1148153621
90.7	9.07	1174897555
90.8	9.08	1202264435
92.1	9.21	1621810097
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
94.4	9.44	2754228703
94.5	9.45	2818382931
95.3	9.53	3388441561
95.4	9.54	3467368505
Energía total		6855810066
Antilogaritmo		311627730.3
Media energética		91.36051877

Anexo 11.6; Tabla 27

**Media energética del sonido con dificultad leve para dormir según test de Atenas.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.**

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
81.7	8.17	147910838.8
81.7	8.17	147910838.8
85.4	8.54	346736850.5
87	8.7	501187233.6
87.2	8.72	524807460.2
90.4	9.04	1096478196
90.6	9.06	1148153621
95.3	9.53	3388441561
95.3	9.53	3388441561
95.4	9.54	3467368505
Energía total		14157436667
Antilogaritmo		1415743667
Media energética		90.00084627

Anexo 11.6; Tabla 28

**Media energética del sonido con dificultad media para dormir según test de Atenas.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.**

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
75.1	7.51	32359365.69
76.7	7.67	46773514.13
78.4	7.84	69183097.09
81.9	8.19	154881661.9
84.5	8.45	281838293.1
85.1	8.51	323593656.9
90.8	9.08	1202264435
92.1	9.21	1621810097
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
94.4	9.44	2754228703
94.5	9.45	2818382931
Energía total		16193938353
Antilogaritmo		1012121147
Media energética		91.5252325

Anexo 11.6; Tabla 29
Media energética del sonido con distribución normal para diagnóstico de trastorno disocial de la conducta. Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Decibelios	Decimal	Antilogaritmo
69.8	6.98	9549925.86
75.1	7.51	32359365.69
76.7	7.67	46773514.13
78.4	7.84	69183097.09
81.7	8.17	147910838.8
81.7	8.17	147910838.8
81.9	8.19	154881661.9
84.5	8.45	281838293.1
85.1	8.51	323593656.9
85.4	8.54	346736850.5
87	8.7	501187233.6
87.2	8.72	524807460.2
88.3	8.83	676082975.4
89.2	8.92	831763771.1
90.4	9.04	1096478196
90.6	9.06	1148153621
90.7	9.07	1174897555
90.8	9.08	1202264435
92.1	9.21	1621810097
92.8	9.28	1905460718
93.6	9.36	2290867653
94.4	9.44	2754228703
94.5	9.45	2818382931
95.3	9.53	3388441561
95.3	9.53	3388441561
95.4	9.54	3467368505
Energía total		30351375020
Antilogaritmo		1167360578
Media energética		90.67205023

11.7 Análisis de fuentes sonoras

Anexo 11.7; Tabla 30
Fuentes significativas de aumento de intensidad sonora en quirófanos.
Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Lectura basal	Gritos	Conversaciones	Instrumental	Aspiración	Lectura basal	Gritos	Conversaciones	Instrumental	Aspiración
72	76.1				69.4			87.7	83.2
72	79				69.7		70.8		
70			78.4		64.3	65.8	73.9		
70	77		85.6	84	74.2		75.6		91.1
73.2	85	79.5		89.1	66.4	82.4	67.9	71.3	
72	79		81.9	77	72.1	73.5	76.9	88.6	
78.4			88.7	79.3	71.9	73.4		86.2	
76.4			89.3		56.9		88.3		
66.9			72.3	84.9	58.6		63.9	78.6	84.7
79.4		91.1			61.1	83.9			88.1
78.3				88.2	66.4		85.3		89.5
79.4			84.1		66.3				82.5
78.3	89.3			88.6	73.3		88.3		91.6
73.6			86.6		53.9		58.6	61.3	69.8
78.3			88.4		63.8	89.2	84.3	78.2	
56.4		72		75.1	58.3	81	73.8		
67.5		89.9			68.2	91.6			89.9
73.9				81.4	61.6	75.1		82.6	87.9
68.2				81.5	65.9	79.3		86.4	
77.1				83.2	60.5	73.4			83.8
68.7		76.4		79.8	62.1	71.2		87.1	79.8
71.9		73.1		87.3	66.1	82.4			87.9
68.4				79.6	59.8	78.6			76.6
66.9		79.6	73.9		64.5	81.4			83.9
71.8	86.1	78.4		82.1	54.9	65.8		66.3	79.3
78.3			84.3		57.9	75.1	67.8		81.1
78.1			80.8	79.3	61.6	71.4		75.3	
67.4	83.9			90.3	63.4	72.6			80.9
70.4			79.3	84.5	51.4		78.4		
68.4	71.8	86			53.2		61.8	66.9	

Lectura basal	Gritos	Conversaciones	Instrumental	Aspiración	Lectura basal	Gritos	Conversaciones	Instrumental	Aspiración
77		88.9	83.4	91.6	56.1	74.1		71.1	
70.1			79.5	87.2	59.3		65.8		79.1
68.4				81.7	69.3				78.4
56.3	66.4	60.9		73.5					

Anexo 11.7; Tabla 31
Distribución de medidas sonométricas identificadas en las principales fuentes de ruido en los quirófanos. Hospital Roosevelt. Abril – mayo 2017.

Lecturas basales	Gritos	%	Conversaciones	%	Instrumental	%	Sistema de aspiración	%
67	30	44.78%	27	40.30%	29	43.28%	42	62.69%

11.8 Autorización y entrega de trabajo de investigación en Hospital Roosevelt



DEPARTAMENTO DE DOCENCIA E INVESTIGACION
HOSPITAL ROOSEVELT, GUATEMALA

FORMULARIO HR- 1

JEFE DE DEPARTAMENTO DEL HOSPITAL ROOSEVELT DONDE REALIZARÁ EL ESTUDIO:

DEPARTAMENTO: Anestesiología

NOMBRE: Dra. Gladis Julieta Gordillo Cabrera

Firma: SELLO:



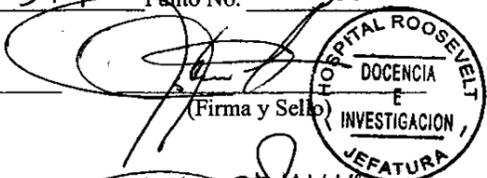
AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRABAJO EN HOSPITAL ROOSEVELT

El presente trabajo de investigación ha sido revisado y autorizado por el COMITÉ DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN dejando constancia para ello. Presentarla al solicitar documentos propios del hospital.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE DOCENCIA E INVESTIGACION:

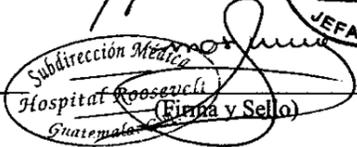
Fecha: 07 MAR 2017 Acta No. 579 Punto No. 380

NOMBRE: Dr. José Luis Chacón Montiel



DIRECCIÓN MÉDICA:

NOMBRE: Dr. Maynor Alberto Herrera Méndez
Subdirector Médico
Hospital Roosevelt



NOTA: Al concluir su trabajo y realizar su informe, FAVOR PRESENTAR a la oficina del Departamento de Docencia e Investigación: EL INFORME FINAL con espiral, adjuntar la NOTA DEL ASESOR Y REVISOR que se ha realizado eficientemente su trabajo con una fotocopia de esta forma, dejando la original en el Depto. De Docencia.

Fecha de Entrega: 12 JUN 2017 Secretaria: Clara H.

JEFE DEPARTAMENTO DE DOCENCIA E INVESTIGACION:

Nombre: Dr. José Luis Chacón Montiel

Firma y Sello:



