

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/343798219>

Ruido, Salud y Bienestar: Visión, análisis y perspectivas en Latinoamérica

Book · August 2019

CITATIONS

0

READS

185

6 authors, including:



Martha Georgina Orozco Medina
University of Guadalajara

40 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Arturo Figueroa Montaña
University of Guadalajara

14 PUBLICATIONS 120 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Javier Garcia Velasco
University of Guadalajara

22 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Valentina Davydova Belitskaya
University of Guadalajara, Guadalajara, Mexico

34 PUBLICATIONS 110 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Environmental Health Diagnosis in a Park as a Sustainability Initiative in Cities [View project](#)



Modelación matemática de los niveles de contaminación en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. [View project](#)

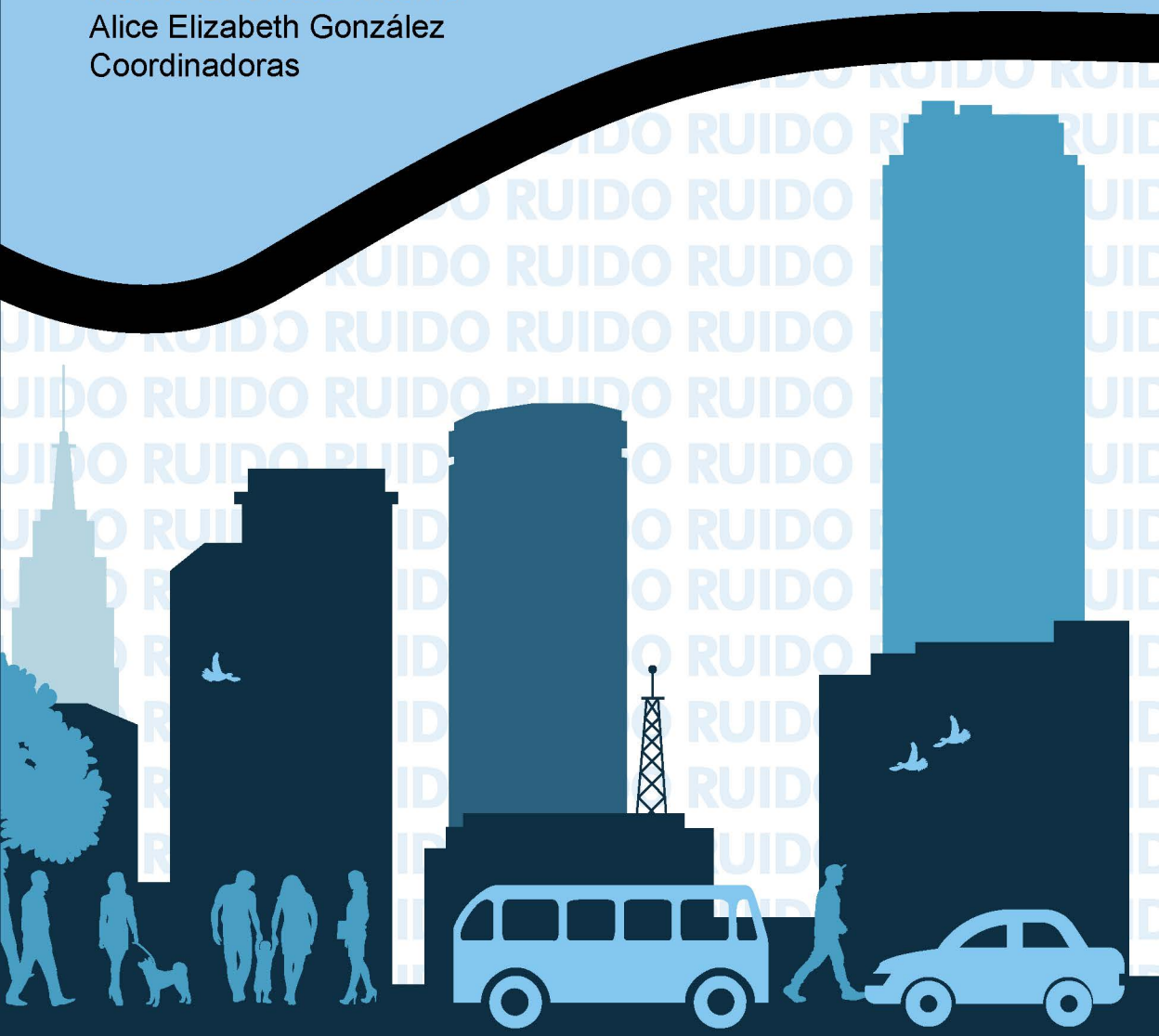
All content following this page was uploaded by [Martha Georgina Orozco Medina](#) on 21 August 2020.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

RUIDO, SALUD Y BIENESTAR

Visión, análisis y perspectivas
en Latinoamérica

Martha G. Orozco Medina
Alice Elizabeth González
Coordinadoras



RUIDO, SALUD Y BIENESTAR



RUIDO, SALUD Y BIENESTAR

Visión, análisis y perspectivas
en Latinoamérica

Martha G. Orozco Medina
Alice Elizabeth González
Coordinadoras



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



IMACH

CUCBA



RUIDO, SALUD Y BIENESTAR

Visión, análisis y perspectivas en Latinoamérica

Coordinación y edición

Martha Georgina Orozco Medina
Alice Elizabeth González

Autores

Martha Georgina Orozco Medina
Alice Elizabeth González
Arturo Figueroa Montaña
Javier García Velasco
Valentina Davydova Belitskaya
Gabriela Hernández Pérez
Federico Miyara
Mario René Serra
Esther Cristina Biassoni
María de los Ángeles Hinalaf
Pablo Kogan
Alhelí Delgado Hernández

Emilio Arch Tirado
Ana Luisa Lino González
Antonio Verduzco Mendoza
Claudia Vega Michel
Everardo Camacho Gutiérrez
Sugei Montserrat González Rincón
Karla Fabiola Bañuelos Miranda
Juan Carlos Conrique Valencia
Fernando J. Elizondo Garza
Fausto Rodríguez Manzo
César E. Muñoz Aceves
Carlos Radillo Martínez
Gabriel Pareyón Morales

Diseño de portada

Diego Silva Orozco

Diseño editorial

Abraham Romero Torres

Auxiliares de edición

Gabriela Hernández Pérez
Javier Omar Martínez Abarca

Revisión

Dra. Celia de la Mora Orozco (Investigadora Nivel I del SNI en el INIFAP-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias C. Exp. Centro-Altos de Jalisco).

Dr. Eduardo Padilla Camberos (Investigador Nivel II del SNI en CIATEJ / Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Centro público de Investigación CONACYT).

D.R.© 2019 Universidad de la República D.R.© 2019 Edición. Guadalajara, Jalisco, México. ISBN. 978-9974-0-1650-7 Número de ejemplares: 500 ejemplares Edición: Prometeo Editores S.A. de C.V. C. Libertad 1457 Col. Americana C.P. 44160 Guadalajara, Jalisco, México Tels: 3826 2726, 3826 2782 Todos los derechos reservados. A parte de los usos legales relacionados con la investigación, el estudio privado, la crítica o la reseña, esta publicación no puede ser reproducida ni en su totalidad o parcialidad, en español o cualquier otro idioma, ni registrada en, transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, inventado o por inventar, sin permiso expreso, precio y por escrito del autor. Impreso y hecho en México / Printed in Mexico

DR Universidad de la República
Av. 18 de Julio, No. 1968. Montevideo, Uruguay. C.P. 11200.

ÍNDICE

1.Introducción	9
2.Ruido y salud	13
Federico Miyara	
3.El ruido como precursor y promotor de conductas agresivas.	33
Alice Elizabeth González	
4.Adolescencia y salud auditiva	45
Mario René Serra, Esther Cristina Biassoni, María de los Ángeles Hinalaf	
5.Beneficios para la salud del paisaje sonoro en áreas verdes urbanas	59
Pablo Kogan	
6.Comparación de hábitos de vida de personas expuestas a ruido urbano crónico con personas expuestas a bajos niveles de ruido urbano	75
Claudia Vega Michel, Everardo Camacho Gutiérrez, Sugei Montserrat González Rincón, Karla Fabiola Bañuelos Miranda, Juan Carlos Conrique Valencia	
7.Trauma acústico inducido por explosión accidental	85
Alhelí Delgado Hernández, Emilio Arch Tirado, Ana Luisa Lino González, Antonio Verduzco Mendoza	
8.A mí me gusta el ruido y me produce bienestar... a veces	97
Fernando J. Elizondo Garza	
9.Expectativas y retos en la gestión del ruido urbano en el Área Metropolitana de Guadalajara	107
Martha Georgina Orozco Medina	
10.Diálogos con líderes en el estudio de ambiente, ciudades y ruido	119
Martha Georgina Orozco Medina, Arturo Figueroa Montaña, Javier García Velasco, Valentina Davydova Belitskaya, César E. Muñoz Aceves, Fausto Rodríguez Manzo, Fernando J. Elizondo Garza, Gabriel Pareyón, Carlos Radillo Martínez	
11.Reflexiones finales.	125
Martha Georgina Orozco Medina, Alice Elizabeth González	
12.Curriculum abreviado de autores	127

Introducción

La Universidad de la República y la Universidad de Guadalajara, unen sus intereses en común para coordinar en una sola publicación diferentes aportes y estudios de caso que permitan presentar tópicos de ruido desde la visión de algunos especialistas de Latinoamérica en el contexto de la salud y el bienestar. Esta publicación consta de 12 capítulos, incluye introducción, reflexiones finales y curriculum abreviado de los autores. En la introducción, se presenta la opinión y análisis crítico de las coordinadoras, que invitan al diálogo entre los especialistas, los cuales con su riqueza de aportes, temas, resultados, métodos y propuestas, convierten esta publicación en un referente que permitirá que desde la visión inter y transdisciplinaria se atienda el tema de ruido, salud y bienestar, en el que médicos, arquitectos, ingenieros, educadores, psicólogos, acústicos, biólogos y en general, especialistas en contaminación, salud ambiental y ciudades, expongan ejes medulares de este tema, definan conceptos, propongan y apliquen metodologías y así den la pauta de cómo se puede estudiar y abordar el tema y cómo se pueden sugerir propuestas de atención.

Con la intención de que este libro cumpla su propósito de ser el resultado de estudios relacionados con ruido y salud, se incluye un apartado integrador con enfoque interdisciplinario, de manera que se articulan los enfoques de forma analítica, crítica y propositiva.

En el libro se integran capítulos con enfoque teórico y varios estudios de caso. Federico Miyara presenta un conjunto de consecuencias sobre la salud de la exposición a ruido, que recorren desde los efectos auditivos hasta la molestia por ruido, pasando por varios otros efectos deletéreos. Luego efectúa una recorrida por la evolución temporal de los criterios de exposición, desde el poco recordado documento de 1974 de la US-EPA “The Levels Document”, en que se plantea un criterio de exposición con foco en la protección de la salud auditiva de la población, hasta los criterios actuales de la OMS, pasando por las diferentes ediciones de la Norma ISO 1999 y los criterios de Schultz y Miedema que vinculan ruido y molestia.

El capítulo siguiente está destinado a discutir las conexiones entre exposición a elevados niveles sonoros y respuestas agresivas. Desde las bases bioquímicas a las respuestas sociales y cognitivas, el ruido genera modificaciones en nuestro organismo y éste genera reacciones voluntarias e involuntarias ante el estímulo sonoro.

Pablo Kogan presenta el concepto de “Ambiente Acústico Renovador de la Salud” y de su gestión. A partir del paradigma del paisaje sonoro analiza la relación entre elementos como el agua o el verde en el paisaje y las respuestas psicofísicas de las personas, evidenciando los beneficios sobre la salud que derivan del acceso a paisajes sonoros calificables como Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud. Plantea asimismo pautas para su gestión, con el objetivo de preservar los rasgos que valorizan su calidad acústica y evitar el deterioro que puede generar la “intrusión” de sonidos ex-

ternos a ese ambiente, como música amplificada o sonidos del tráfico, o la degradación de sonidos inherentes a las actividades propias o deseables de esos espacios, cuando sus niveles se elevan en forma desmesurada o se incorporan elementos que atentan contra los aspectos deseables de ese paisaje sonoro.

A diferencia de los dos anteriores, el capítulo aportado por Mario René Serra, Ester Biassoni y María Hinalaf compendia los trabajos de su grupo de investigación acerca del deterioro temprano de la audición en adolescentes como consecuencia de la sobreexposición a elevados niveles sonoros asociados con la escucha de música a alto volumen. A nivel mundial las hipoacusias inducidas por exposición social a ruido muestran una tendencia creciente, en oposición a la evolución a la baja de las hipoacusias inducidas por exposición ocupacional a ruido. La investigación sostenida durante dos décadas incluye un seguimiento audiológico, psicosocial y acústico de un conjunto de jóvenes entre los 14 y 18 años de edad. En su primera fase el trabajo se centró en establecer relaciones entre los hábitos de “consumo de música” de los adolescentes y la evolución de su salud auditiva, arribando a la utilidad de las audiometrías de alta frecuencia para anticipar la pérdida auditiva en las frecuencias audiométricas más usadas (hasta 8.000 Hz). En la segunda fase se incorporaron actividades de prevención en el estudio, con la intención de incidir sobre las tendencias encontradas. En la tercera fase, aún en curso, se integró un protocolo inicial de evaluación que podría servir como herramienta predictiva para anticiparse al deterioro auditivo debido a la exposición social a ruido y en consecuencia, intentar modificar la tendencia.

En el siguiente capítulo Claudia Vega y Everardo Camacho y su equipo de trabajo, hacen una comparación de hábitos de vida de personas expuestas a ruido urbano crónico con personas expuestas a bajos niveles de ruido urbano, estudiaron a 15 participantes expuestos a ruido urbano crónico y encontraron diferencias significativas en niveles de cortisol salival comparado con el control de igual número de participantes a bajos niveles de ruido. Esto lo complementaron con una muestra de 100 participantes en zonas ruidosas. En general, con sus resultados destacan las implicaciones teóricas y prácticas de dichos hallazgos en términos de la planeación urbana de las grandes ciudades y su impacto en la salud de los habitantes.

Alhelí Delgado, Emilio Arch, Ana Luisa Lino y Antonio Verduzco abordan el tema de trauma acústico inducido por explosión accidental, en el que destacan cómo el daño auditivo por ruido es un tema que ha despertado interés en los últimos años por las organizaciones e instituciones de salud, dada la prevalencia de la discapacidad auditiva a nivel mundial. Destacan la importancia de diseñar guías clínicas referentes a la evaluación de la fisiología auditiva e implementación en sujetos expuestos de manera involuntaria y accidental a una fuente sonora de alta intensidad.

Fernando Elizondo-Garza, con un ensayo crítico, refiere lo controvertido del ruido a través de su capítulo denominado “A mí me gusta el ruido y me produce bienestar... a veces”, y en él destaca cómo el ruido es socialmente considerado un problema por sus efectos negativos pero en algunas circunstancias puede llegar a no serlo. Discute y analiza diversas implicaciones y repercusiones teóricas, éticas y técnicas.

En el apartado de Expectativas y Retos en la Gestión del ruido urbano en el Área Metropolitana de Guadalajara, se debaten elementos centrales de la gestión del rui-

do en Guadalajara, y cómo los diversos aspectos de su dimensión limitan una buena regulación que particularmente tiene implicaciones en la salud y el bienestar de las personas.

Se finalizan los aportes con un diálogo entre líderes en el estudio del ambiente, ciudades y ruido, en el que se presentan distintas visiones en las que convergen su análisis crítico sobre el problema, la situación ambiental en las ciudades y las perspectivas para su abordaje y atención.

Finalmente, las coordinadoras de esta publicación, analizan los retos que la problemática del ruido representa, los alcances e incluso los límites para el abordaje y atención integral del ruido en el contexto de la salud y el bienestar.

Ruido y Salud

Federico Miyara

1. Presentación general

El ruido que caracteriza especialmente a las grandes aglomeraciones urbanas, procedente tanto del transporte individual y colectivo (terrestre, ferroviario y aéreo) como de las actividades industriales, comerciales, sociales, artísticas y recreacionales, implica un impacto en diversos aspectos de la salud, tanto humana como animal. En este capítulo se resumen los principales efectos, algunos criterios para evaluar su riesgo en situaciones específicas, y algunos valores guía recomendados.

2. Algunos efectos del ruido

2.1 Hipoacusia

Dentro de los efectos de la exposición a ruido que más se han estudiado se encuentra la *hipoacusia*, es decir, la disminución de la capacidad auditiva. Desde el punto de vista etiológico esta patología admite una multiplicidad de causas. Las hay genéticas (predisposición hereditaria, como la otosclerosis), congénitas (por ejemplo por rubéola durante la gestación), infecciosas (meningitis, encefalitis, sífilis), metabólicas (diabetes), hipóxicas (daño neural por insuficiente oxigenación), de origen ototóxico (mercurio, tolueno o algunos medicamentos, como la aspirina y los aminoglucósidos), por traumatismo (golpe o contusión en la cabeza) e inducidas por exposición a ruido (Vargas, 2012; Mercado et al., 2007).

Se clasifican en hipoacusias conductivas y perceptivas. En general las conductivas afectan al oído externo (acumulación de cerumen) o al oído medio (perforación del tímpano, otitis media, otosclerosis) y suelen ser reversibles mediante tratamientos medicamentosos o cirugía osicular (estapedectomía). Las hipoacusias perceptivas, también denominadas hipoacusias neurosensoriales, pueden tener su origen en la cóclea o en el nervio auditivo y son en general irreversibles, dado que derivan de una lesión permanente en el órgano de Corti (el responsable de la transducción de la señal mecanoacústica en la señal neuroeléctrica que se dirige al cerebro) o, en casos más raros, de una afección del nervio auditivo.

Desde el punto de vista clínico, la hipoacusia se asocia normalmente a un incremento medible del umbral auditivo en una o más frecuencias audiométricas. Desde el punto de vista médico-legal, generalmente se considera hipoacusia un aumento

promedio del umbral auditivo en las frecuencias 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz¹ superior a 25 dB, ya que éste es el rango más importante para la percepción de la palabra hablada y es a partir de dicho desplazamiento del umbral que se observan las primeras dificultades para mantener una conversación.

2.2 Hipoacusia inducida por ruido

En el caso de la hipoacusia inducida por ruido en general el daño es coclear y, por lo tanto, irreversible. Se ha observado, especialmente en las hipoacusias de origen laboral, que comienzan afectando el umbral para la frecuencia 4000 Hz. La audiometría revela un aumento del umbral alrededor de dicha frecuencia denominado *escotoma* (hendidura). Debido a que al principio afecta poco el rango entre 300 Hz y 3000 Hz necesario para la correcta percepción de la palabra, en general el paciente toma conciencia del problema recién mucho más tarde, cuando el escotoma se ha profundizado afectando significativamente la región conversacional del espectro audible.

Si bien el estudio de la hipoacusia inducida por ruido fue motivado inicialmente por las pérdidas auditivas de origen laboral, en realidad cualquier exposición prolongada o reiterada a sonidos intensos comporta el mismo riesgo que el caso laboral.

Un caso particular de interés es el de la *hipoacusia inducida por música* (Larregüi, 2005), locución que busca poner en similar perspectiva a la música y el ruido desde el punto de vista del riesgo auditivo. En el trabajo citado, la autora examinó el caso de hipoacusia laboral de los músicos integrantes de una orquesta sinfónica, encontrando escotomas en frecuencias entre 3000 Hz y 6000 Hz, con predominancia de la frecuencia 4000 Hz. Este dato es interesante porque la exposición a la música de origen recreacional es asimilable a la exposición laboral allí estudiada, por lo cual es posible aplicar criterios originalmente desarrollados para ambientes laborales.

Un estudio elaborado por la Unión Europea (SCENIHR, 2008) revela que el porcentaje de jóvenes socialmente expuestos a ruido se había incrementado hasta un 19 % hacia comienzos del milenio, a contramano de la reducción en la exposición laboral lograda por las mejoras tecnológicas y el perfeccionamiento de la legislación de higiene y salud laboral. También concluye que entre un 5 % y un 10 % de los usuarios de dispositivos de reproducción portátiles estaban expuestos a alto riesgo por los elevados niveles de escucha y el prolongado tiempo de exposición. Estas conclusiones se confirman en un estudio realizado en la Argentina (Abraham et al., 2011) según el cual un 39 % de jóvenes utilizan reproductores entre 5 y 7 días por semana. Otro estudio longitudinal realizado por el mismo equipo sobre una cohorte de alumnos secundarios entre los 13 y los 17 años (Biassoni et al., 2005) había revelado que los umbrales auditivos hacia la finalización del estudio se habían incrementado en mayor grado en los jóvenes con mayor exposición social y recreativa a niveles elevados.

¹En algunos países se considera 3000 Hz en lugar de 4000 Hz

2.3 Impacto social, laboral y económico de la hipoacusia

El impacto social de la hipoacusia se manifiesta especialmente en la dificultad para mantener una conversación normal y en el consecuente aislamiento social, en algunos casos autoimpuesto. Las dificultades se incrementan en presencia de ruido ambiente, debido al requisito de una mayor relación señal/ruido por parte de los hipoacúsicos para alcanzar similar inteligibilidad. En muchos casos esto implica la necesidad de acortar la distancia interpersonal por debajo de la considerada socialmente admisible fuera de un vínculo familiar o afectivo.

La hipoacusia implica también la pérdida de oportunidades laborales (Pérez, 2012) o bien la imposición de renunciar a determinadas prácticas en lo relativo a la medicina laboral o aceptar el deslinde de responsabilidad por la preexistencia de la afección. En efecto, el artículo 6 inciso 3 b de la Ley de Riesgos del Trabajo N° 24557 (1996) vigente en la República Argentina es un claro ejemplo, al excluir de la cobertura “*las incapacidades del trabajador preexistentes a la iniciación de la relación laboral y acreditadas en el examen preocupacional (...)*”, aun en los casos en que objetivamente la incapacidad pueda profundizarse debido a las condiciones de trabajo.

La Organización Mundial de la Salud ha estimado recientemente que el costo global de la pérdida auditiva no tratada supera los 750 000 millones de dólares (WHO, 2017). Este costo se reparte entre cuidados médicos, inversión en apoyo docente para niños hipoacúsicos, pérdidas de productividad por persona debido al subempleo y a la jubilación prematura, y costos sociales ocasionados por el aislamiento, dificultades de comunicación, etc.

2.4 Ruido y acúfenos

Uno de los clichés más frecuentados en las películas de acción es el del repentino ensordecimiento y la aparición de un silbido agudo luego de una explosión. Es lo que en el lenguaje técnico se conoce como *tinnitus* o *acúfeno*: un sonido subjetivo que sólo percibe la persona afectada. La situación, no por repetida en la ficción deja de ser fiel reflejo de lo que sucedería en la realidad. Pero no sólo un ruido inusualmente potente como el de una detonación bélica es capaz de ocasionar acúfenos. La exposición a sonidos intensos de origen recreacional como los de las discotecas o conciertos de música amplificada constituye una causa frecuente. Se ha reportado que los adolescentes que asisten entre 6 y 12 veces por año a conciertos tienen un riesgo hasta 4,4 veces mayor de sufrir acúfenos que los que nunca asisten (Møller et al., 2011).

Otra causa posible, aunque no confirmada mediante estudios científicos controlados, son los ruidos habituales de la ciudad, particularmente los de origen recreacional y laboral que, sin ser tan intensos, van produciendo un efecto, primero transitorio y luego acumulativo a lo largo del tiempo.

Hay evidencia de que la pérdida auditiva en 4000 Hz se asocia con una mayor probabilidad de tener acúfenos (Møller et al., 2011). Si bien se han realizado muchos estudios epidemiológicos en diferentes países, los resultados difieren debido a dife-

rencias metodológicas que abarcan desde la forma de realizar la toma de datos hasta la propia definición de acúfeno. Se observa que la prevalencia de los 20 años a los 30 años es de entre un 5,7 % y un 9,8 % de la población; de los 40 años a los 50 años, entre 9,9 % y 11,8 %; y de los 60 años a los 70 años, entre 16,3 % y 20,3 %. Este incremento acompaña al de la pérdida auditiva con la edad (presbiacusia).

2.5 Hiperacusia y algíacusia inducida por ruido

La *hiperacusia* es un trastorno por el cual se desarrolla intolerancia a sonidos y ruidos cotidianos con niveles sonoros muy por debajo del umbral de dolor normal. Debe distinguirse de la *fonofobia*, afección psicológica por la cual ciertos sonidos específicos desencadenan temor, en forma independiente de su nivel (Domínguez et al., 2009), o la *misofonia*, donde existe incomodidad ante determinados ruidos, por ejemplo ruidos corporales de otras personas (Wikipedia, 2017). También debe distinguirse del *reclutamiento*, consistente en una reducción del rango dinámico o diferencia entre el umbral de dolor y el umbral auditivo, por lo cual niveles moderadamente altos pueden producir dolor auditivo o *algíacusia* (Correro Aragón, 2010). Además, el reclutamiento en general obedece a causas cocleares y se asocia también a una pérdida auditiva.

La incidencia de la hiperacusia en la población general es de un 9 % a un 15 %, mientras que en quienes padecen tinnitus alcanza el 60 %, sugiriendo que en muchos casos puede haber causas comunes. En general la hiperacusia se puede relacionar con causas orgánicas tales como un funcionamiento anormal del mecanismo regulador de las células ciliadas externas, o patologías del sistema nervioso central. Sin embargo, en un 20 % de los casos afecta a personas con audición normal (umbral por debajo de 20 dB de nivel de audición). Es importante aclarar que la hiperacusia no implica una mayor capacidad auditiva, como lo sería si bajara el umbral de audición, sino un mayor disconfort (aun sin llegar al dolor) ante niveles moderadamente altos.

En el caso de hiperacusias severas, el umbral de disconfort es menor o igual a 60 dB en dos o más frecuencias audiométricas, mientras que el rango dinámico se reduce por debajo de 35 dB en alguna frecuencia (Domínguez et al., 2009). Como se comprenderá, esto supone un enorme obstáculo para una vida normal.

El tratamiento involucra la desensibilización por diferentes medios, tales como la explicación de los mecanismos involucrados en cada caso, la devolución de la confianza en el posible control (factor psicológico), la estimulación mediante ruido blanco, comenzando por niveles confortables y subiéndolos progresivamente, para finalmente recuperar progresivamente la exposición a ruidos cotidianos. En algunos casos, también el tratamiento del estrés puede colaborar en morigerar la hiperacusia.

Entre las causas de la hiperacusia que interesa destacar está el trauma acústico (Correro Aragón, 2010) ocasionado en una persona con labilidad auditiva ante la exposición a ruidos o sonidos intensos aun durante un periodo relativamente corto. Se ha recopilado el testimonio (Manattini, 2015) de un joven con audición normal que luego de la asistencia a una discoteca comenzó a sufrir malestares que al poco tiempo decantaron en una hiperacusia que ha limitado su interacción social, afectándolo in-

cluso laboralmente. Dado que es impredecible, incluso con la realización de pruebas audiológicas, quiénes experimentarán este trastorno, deberían regularse estrictamente los niveles máximos imperantes en locales de diversión con música amplificada.

2.6 La molestia como problema de salud

Según la Organización Mundial de la Salud, se considera *salud* el estado de completo bienestar físico, psíquico y social y no sólo la ausencia de enfermedad. Con esta interpretación, la molestia causada por el ruido supone una afectación de la salud.

Las causas de la molestia por ruido son muy variadas, pero en general pueden encuadrarse en dos categorías. La primera comprende las causas cuantitativas, es decir, aquellas que son fuertemente dependientes del nivel sonoro y que, por lo tanto, implican un aumento progresivo de la molestia al aumentar el nivel sonoro. La segunda comprende las causas cualitativas, que están asociadas al tipo de sonidos y suelen desencadenar la molestia incluso a niveles de escucha moderados o incluso bajos.

Entre las causas cuantitativas se encuentra la algiacusia o dolor auditivo, así como la secreción de hormonas como la adrenalina, la noradrenalina y el cortisol, que se produce fundamentalmente ante ruidos intensos inesperados (Ising y Braun, 2000). Estas hormonas causan estrés, el cual a su vez produce discomfort en muchas personas. En algunos casos existe un efecto de acostumbamiento o desensibilización conocido como *fatiga auditiva* (una designación que puede resultar engañosa) por el cual la intensidad del estímulo parece disminuir con el tiempo.

Otra causa de molestia originada en las altas intensidades es la propia distorsión del oído, que modifica la percepción creando a veces sensación de saturación, crepitación o simplemente deformación del sonido con respecto a lo acostumbrado. La distorsión comienza a ser detectable alrededor de los 70 dB, pero ya hacia los 90 dB los efectos pueden ser muy notorios.

Un efecto psicoacústico de importancia en la molestia es el enmascaramiento (Zwicker, 1999), una forma de distorsión o alinealidad que torna inaudibles los sonidos más débiles frente a otros más intensos, y reduce la sonoridad de otros que no alcanzan a ser totalmente enmascarados. También causa que ciertas porciones del espectro de algunos sonidos sean inaudibles, modificando la cualidad espectral percibida y, por lo tanto, distorsionando notablemente la percepción. El caso de la palabra hablada es paradigmático, ya que el enmascaramiento parcial compromete seriamente la inteligibilidad al desaparecer de la región audible componentes espectrales que ayudan a discriminar entre los diferentes fonemas.

Las causas cualitativas incluyen desde la naturaleza espectral y temporal del ruido hasta su contenido semántico. El espectro puede incluir componentes tonales o cuasi tonales que concentran la energía en puntos específicos de la cóclea, por lo que la excitación por unidad de ancho de banda es mayor que para sonidos de espectro continuo y similar intensidad. La proximidad de componentes tonales ocasiona también rápidos batidos (de frecuencia mayor a 20 Hz), creando una sensación áspera que puede cuantificarse a través del parámetro psicoacústico *rugosidad* (Zwicker, 1999). Para

tonos de frecuencias más próximas los batidos son más lentos. El sonido es ondulante y se puede medir a través de otro parámetro psicoacústico, la *fuerza de fluctuación*.

Tanto en este caso como en aquellos donde la fluctuación se origina en algún mecanismo de modulación de amplitud, se desencadena un proceso de *semiosis* o búsqueda de significado (Cabanellas et al., 2006; Miyara, 2014). Esto sucede porque en este rango de frecuencias de fluctuación se encuentran los principales rasgos temporales de la palabra hablada. No es sorprendente que el espectro de las envolventes de la palabra hablada se centre alrededor de los 4 Hz (4 fonemas por segundo), donde la percepción de la fluctuación es máxima. El proceso de semiosis es un poderoso factor distractivo, interfiriendo con la mayoría de las actividades cognitivas, al requerir un uso intensivo de la memoria de trabajo. Esta interferencia es frustrante, al no poder completar eficientemente la actividad que se pretende realizar, causando molestia.

2.7 Ruido y aprendizaje

Los efectos negativos del ruido en el aprendizaje también pueden ser considerados como una afectación a la salud, al comprometer la calidad de vida actual y futura de los educandos.

Diversos estudios han puesto de manifiesto que el ruido tanto en la escuela como en el hogar tiene una influencia negativa en la calidad del aprendizaje y la adquisición de habilidades. Muchos de estos efectos son en realidad consecuencia del deterioro de la inteligibilidad de la palabra hablada por el fenómeno psicoacústico de enmascaramiento (Zwicker, 1999). Este deterioro es mayor en los niños pequeños porque aún no han adquirido un léxico suficientemente completo, por lo que no pueden recurrir a la redundancia, como los mayores, para completar la interpretación de una locución de la cual algunas porciones quedan enmascaradas. Así, los niños requieren mayor relación señal/ruido para tener igual performance que los adultos en pruebas de inteligibilidad (Marsch, 1973).

Cohen y Weinstein (1981), tras revisar varios trabajos previos, concluyen que existe un efecto significativo sobre el aprendizaje en escuelas ruidosas, donde a igualdad de todos los otros factores socioeconómicos la performance académica es inferior a la de las escuelas más silenciosas. Hygge (1993), observó problemas de lectura y memoria a largo plazo en niños de 12 años a 14 años expuestos a ruido de trenes y aviones comparados con niños no expuestos. Esta tendencia se confirma en un estudio longitudinal realizado por Hygge, Evans y Bullinger en 1993 contempla la situación antes y después de la instalación de un nuevo aeropuerto. La menor fijación en la memoria a largo plazo en presencia de frecuentes interrupciones a causa del ruido sería la responsable de la reducción en la performance académica. También se han hallado efectos significativos de la exposición a ruido a largo plazo (mayor de 2 años) sobre la discriminación auditiva de palabras y sobre la competencia en lectura de los niños (Cohen et al., 1973). Glass, Cohen y Singer sugieren que la adquisición de algunas competencias, como la capacidad de la audición selectiva, podría verse afectada inclusive por el ruido en el hogar (Glass et al., 1973).

El efecto del ruido sobre la realización de diversas tareas, particularmente intelectuales, tiene dos etapas. En la primera el efecto es muy perturbador. En la segunda, luego de un proceso de acostumbramiento, se recupera parcialmente la performance, pero a costa de una mayor fatiga (Mills, 1975).

Aunque no se conocen estudios específicos, es bastante razonable conjeturar que el ruido escolar deja asentada una imagen acústica distorsionada de lo que debe ser un ámbito adecuado para la concentración y el estudio, a la par de asociar el estudio a la presencia de un nivel de ruido considerable. Además, promueve una actitud de desdén por la calidad acústica y la quietud.

2.8 Enfermedad cardiovascular asociada al ruido

En una investigación realizada para la Organización Mundial de la Salud por el Dr. Wolfgang Babisch, en Alemania, se encontró una correlación positiva entre el nivel de ruido ambiente y la probabilidad de sufrir accidentes cardiovasculares fatales. Los resultados de este estudio indican que un 3 % de los accidentes cardiovasculares se asocian al ruido (Babisch, 2006). En este contexto, teniendo en cuenta que la cifra anual de decesos a causa de accidentes cardiovasculares es de alrededor de 17 500 000 de casos en el mundo (Anón., 2015), habría unas 525 000 muertes al año por causas cardíacas asociables a altos niveles de ruido ambiente. Se trata de una cifra escalofriante, especialmente por tratarse de una agresión habitualmente no considerada de riesgo para la vida.

Es necesario aclarar que una correlación estadística no necesariamente es equivalente a una relación de causalidad. El ruido en sí mismo no produce ataques cardíacos. El posible mecanismo involucrado es más indirecto. El ruido sería uno de los factores que potencian el estrés emocional, que a su vez estimula hábitos de vida perjudiciales como una mala alimentación, el uso de drogas legales (tabaco, alcohol) o ilegales y el sedentarismo, favoreciendo las enfermedades cardíacas.

3. Criterios

3.1 Criterio EPA 1974

En 1972 el Congreso de Estados Unidos comisionó a la Agencia de Protección Ambiental (US-EPA) para realizar un estudio para determinar los niveles de ruido que protegían virtualmente a toda la población. Este organismo realizó una investigación exhaustiva de toda la documentación técnica existente y emitió un documento titulado *The Levels Document* (documento de los niveles).

En este trabajo (EPA, 1974) se abordaron especialmente los efectos del ruido ambiental sobre la audición. Se estableció un criterio según el cual se consideraba afectada la audición de la población si se podía constatar un incremento de 5 dB en el umbral audiométrico en la frecuencia testigo de 4000 Hz, ya que se conocía que en las hipoacusias inducidas por ruido era en esta frecuencia que aparecía el primer despla-

zamiento del umbral, produciendo un patrón audiométrico con un escotoma en esa frecuencia. Se llegó a un criterio para proteger “*virtualmente a toda la población*” que corresponde a un nivel equivalente ponderado A de 70 dBA extendido a las 24 h durante 40 años. Este valor equivale a una exposición de 75 dBA durante un periodo de 8 h diarias y el resto del tiempo a un nivel significativamente menor. Análogamente, puede extrapolarse a cualquier duración de la exposición diaria utilizando el principio de igualdad de efectos ante igualdad de dosis energética a largo plazo recibida. Esto implica, por ejemplo, que por cada 3 dB de incremento en el nivel sonoro la duración admisible se reduce a la mitad; o que por cada aumento de 10 dB el tiempo admisible es 10 veces menor. Así, por ejemplo, un nivel de 85 dBA sólo será tolerable durante 45 min ², y uno de 90 dB durante 14 min.

Este criterio se refiere exclusivamente a efectos sobre el umbral auditivo (no tiene en cuenta efectos sobre el sueño, que claramente sería inviable o muy poco reparador a un nivel de 70 dBA). Por otra parte, el criterio se refiere a un incremento del umbral muy pequeño (5 dB) por lo que es un criterio sumamente conservativo.

3.2 Criterio ISO 1999

En 1975 la Organización Internacional de Normalización (ISO) plasmó en una norma (ISO 1999:1975) lo que desde 1971 había sido una recomendación sobre evaluación del riesgo auditivo. En esta primera edición se estableció un umbral para la hipoacusia basado en un incremento del umbral auditivo de 25 dB y a partir de allí se estableció un criterio de riesgo basado en el nivel equivalente con ponderación A extendido a una jornada laboral (8 h durante 6 días por semana), el tiempo de exposición en años y la hipoacusia asociada a la edad (presbiacusia). El riesgo se define como el porcentaje de la población afectada que va a sufrir hipoacusia debida a la exposición menos el porcentaje de los que la sufrirán por envejecimiento (tablas 1 y 2).

Según se puede ver, una exposición reiterada a 80 dB no implica riesgo alguno, siempre bajo el supuesto de un desplazamiento del umbral no mayor a 25 dB. Es, por lo tanto, un criterio más permisivo que el de la EPA.

Posteriormente se publicó una segunda edición de la norma (ISO 1999:1990, posteriormente actualizada por la ISO 1999:2013), que modifica la forma de presentar la información. En lugar de decantarse por una definición específica de hipoacusia proporciona la estadística del desplazamiento del umbral para diferentes frecuencias en función del nivel equivalente y la duración de la exposición en años. Si se aplica esta norma al criterio médico-legal de hipoacusia en la Argentina se obtienen resultados similares a los indicados en la edición original.

²Este límite de exposición está calculado considerando su reiteración diaria durante años, de ninguna manera debe interpretarse como que una única instancia en dichas condiciones producirá un daño auditivo.

Tabla 1. Porcentaje de personas con presbiacusia en función de la edad según ISO 1999:1975

Edad	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
%	1	2	3	5	7	10	14	21	33	50

Tabla 2. Riesgo porcentual en función del nivel sonoro continuo equivalente y de los años de exposición según ISO 1999:1975.

L_{Aeq} [dBA]	Años de exposición								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95	7	17	24	28	29	31	32	29	33
100	12	29	37	42	43	44	44	41	35
105	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115	36	71	83	87	84	81	75	64	47

Vinculada a esta norma está la ISO 7029 (2017), que proporciona una base de datos (denominada *base de datos A*) sobre los umbrales auditivos en función de la edad para personas otológicamente normales y cuidadosamente seleccionadas (libres de afecciones auditivas, sin exposición a drogas ototóxicas ni ruido intenso de cualquier origen). Una segunda alternativa es considerar una población real no expuesta a ruidos intensos, pero representativa de una determinada sociedad, zona geográfica o país, lo cual da origen a una *base de datos B*. En este caso se admite la exposición normal a ruidos de carácter social, como el ruido del tránsito o el bullicio propio de las grandes urbes.

3.3 Criterios de Schultz y Miedema

Durante mucho tiempo se estudió la relación entre el nivel de ruido ambiente y la molestia informada por las personas afectadas en encuestas.

El primero en realizar un *metaestudio* o *síntesis* de los trabajos anteriores con el fin de obtener las denominadas *relaciones dosis-respuesta* fue Schultz (1978). Las variables utilizadas fueron el nivel día-noche del ruido ambiente, es decir un nivel equivalente en el cual se penaliza con un incremento de 10 dB los niveles medidos durante la noche, y el porcentaje de personas altamente molestas a causa de dicho ruido, $HA_{\%}$.

La mayor dificultad encontrada por Schultz fue la discrepancia entre los criterios seguidos por los diferentes autores en cuanto al tipo de preguntas, documentación, metodologías de medición, interpretación, etc. En primer lugar, la correlación entre

las medidas objetivas de exposición y la reacción subjetiva individual es mucho más débil ($r^2 = 0,3$) que si se agrupan previamente los individuos en grupos expuestos en forma similar ($r^2 = 0,8$). En segundo lugar, la forma en que se redactan las preguntas, aun las que son sustancialmente parecidas (por ejemplo responder en una escala de molestia que va desde “no molesto” a “altamente molesto”), puede tener una influencia importante en la respuesta, sobre todo cuando la pregunta se efectúa en diferentes países, y por lo tanto diferentes idiomas. En tercer lugar, la importancia de las variables no acústicas ha sido subestimada en muchos de los estudios disponibles, siendo difícil reconstruirlas por su insuficiente documentación. La importancia de dichas variables no acústicas se manifiesta en mayor grado cuando la exposición es baja. En cuarto lugar, no en todos los casos se ha justipreciado la relación entre el ruido medido y aquél al que verdaderamente está expuesto el encuestado. Así, si se mide el ruido en la esquina, donde paran los vehículos y donde luego aceleran, pero se consulta a quien vive en la mitad de la cuadra, puede estar respondiendo a una realidad diferente de la que se ha medido. Este factor tiene menos incidencia en el caso de los que manifiestan estar “altamente molestos”; por esa razón, se ha propuesto utilizar como indicador de la respuesta el porcentaje de individuos altamente molestos.

Así y todo, los criterios para establecer qué personas están “altamente molestas” no han sido uniformes. De hecho, la mayor incertidumbre en este trabajo de síntesis fue, sin duda, con respecto a la delimitación de la calificación de “altamente molesto”. Aún antes de la publicación, Schultz recibió críticas sobre la arbitrariedad de los criterios para seleccionar el límite, sobre todo en los casos en que la escala era numérica. Para establecer un criterio homogéneo, resolvió, de un modo más o menos arbitrario pero razonable, colocar el límite en el 27 % al 29 % superior de todas las escalas adoptadas en los diversos estudios (había escalas de 5, 7, 11, etc.). En otras palabras, se consideraban “altamente molestos” los que declaraban estar comprendidos en el 27 % al 29 % más alto del grado de molestia. En una escala de 11 niveles esto corresponde a los tres últimos. En una de 7, a los dos últimos. En las escalas que contenían explícita referencia a la frase “altamente molesto”, Schultz no efectuó ninguna retraducción, considerando altamente molestos a quienes manifestaban estarlo.

Otra dificultad encontrada es que los parámetros utilizados para describir el ruido tampoco fueron siempre uniformes. Por esa razón Schultz procuró restringirse a los estudios en los cuales pudiera acceder a los datos crudos de los investigadores precursores, es decir sin procesar estadísticamente, ya que uno de los enfoques era procurar traducir toda la información a valores comparables entre sí, para lo cual adoptó el nivel día noche L_{dn} .

A partir de un análisis de numerosos estudios, y restringiéndose a los 18 (y posteriormente 22) que cumplían con las condiciones establecidas para que fuera posible la traducción confiable a parámetros comunes, Schultz arriba a su célebre expresión polinomial:

$$HA_{\%} = 0,8553 L_{dn} - 0,0401 L_{dn}^2 + 0,00047 L_{dn}^3 \quad (1)$$

donde $HA_{\%}$ es el porcentaje de personas altamente molestas. El trabajo es muy elaborado, y realmente vale la pena su lectura detallada. Se incluyen, además de los detalles metodológicos, críticos, etc., los resultados parciales para los diversos estudios utilizados una vez traducidos a un conjunto de parámetros comunes a todos.

El trabajo recibió ágrias críticas sobre todo de Kryter, cuestionando que se agruparan en una sola ecuación todos los tipos de ruido. Particularmente, consideraba que las molestias causadas por los diversos tipos de transporte diferían.

El enfoque de la síntesis fue seguido también por otros investigadores, y así, en 1998 Miedema y Vos (1998) publicaron un nuevo trabajo de síntesis separando los ruidos provenientes de diversos tipos de transporte, particularmente, el transporte aéreo, automotor y ferroviario. Consideran además tres grados de molestia: levemente molesto $LA_{\%}$, molesto, $A_{\%}$ y altamente molesto, $HA_{\%}$, definidos respectivamente como aquellos grupos que en una escala de 0 a 100 (donde 0 significa nada molesto y 100 significa máximamente molesto) manifiestan estar, respectivamente, entre el 28 % y el 50 %, entre el 50 % y el 72 % y por encima del 72 %.

Los porcentajes $LA_{\%}$, $A_{\%}$ y $HA_{\%}$ pueden estimarse mediante fórmulas polinómicas en función del nivel día-noche definido como

$$L_{dn} = 10 \log [(15 \times 10^{L_{Aeq,15}/10} + 9 \times 10^{(L_{Aeq,9} + 10)/10}) / 24] \quad (2)$$

donde $L_{Aeq,15}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A a largo plazo durante las 15 horas consideradas horario diurno y $L_{Aeq,9}$ el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante las 9 horas consideradas horario nocturno. Hay una fórmula polinómica de tercer grado para cada tipo de ruido, según se detalla a continuación.

Para ruido aeronáutico:

$$LA_{\%} = -5,741 \times 10^{-4} (L_{dn} - 32)^3 + 2,863 \times 10^{-2} (L_{dn} - 32)^2 + 1,912 (L_{dn} - 32) \quad (3)$$

$$A_{\%} = 1,460 \times 10^{-5} (L_{dn} - 37)^3 + 1,511 \times 10^{-2} (L_{dn} - 37)^2 + 1,346 (L_{dn} - 37) \quad (4)$$

$$HA_{\%} = -1,395 \times 10^{-4} (L_{dn} - 42)^3 + 4,081 \times 10^{-2} (L_{dn} - 42)^2 + 0,342 (L_{dn} - 42) \quad (5)$$

Para ruido de tránsito automotor:

$$LA_{\%} = -6,188 \times 10^{-4} (L_{dn} - 32)^3 + 5,379 \times 10^{-2} (L_{dn} - 32)^2 + 0,723 (L_{dn} - 32) \quad (6)$$

$$A_{\%} = 1,732 \times 10^{-4} (L_{dn} - 37)^3 + 2,079 \times 10^{-2} (L_{dn} - 37)^2 + 0,566 (L_{dn} - 37) \quad (7)$$

$$HA_{\%} = 9,994 \times 10^{-4} (L_{dn} - 42)^3 - 1,523 \times 10^{-2} (L_{dn} - 42)^2 + 0,538 (L_{dn} - 42) \quad (8)$$

Para ruido ferroviario:

$$LA_{\%} = -3,343 \times 10^{-4} (L_{dn} - 32)^3 + 4,918 \times 10^{-2} (L_{dn} - 32)^2 + 0,175 (L_{dn} - 32) \quad (9)$$

$$A_{\%} = 4,552 \times 10^{-4} (L_{dn} - 37)^3 + 9,400 \times 10^{-3} (L_{dn} - 37)^2 + 0,212 (L_{dn} - 37) \quad (10)$$

$$HA_{\%} = 7,158 \times 10^{-4} (L_{dn} - 42)^3 - 7,774 \times 10^{-3} (L_{dn} - 42)^2 + 0,163 (L_{dn} - 42) \quad (11)$$

Las fórmulas anteriores se presentan gráficamente en la Figura 1 en el rango de validez de L_{dn} , entre 45 dBA y 75 dBA. Debe remarcarse que los valores de L_{dn} son a largo plazo, ya que estas fórmulas no permiten predecir el grado de molestia proveniente de exposiciones cortas o transitorias (embotellamientos, desvíos del tránsito). Tampoco son aplicables a fuentes diferentes de las indicadas (como serían el ruido de discotecas, el ruido de recitales en la calle o el ruido de talleres y fábricas).

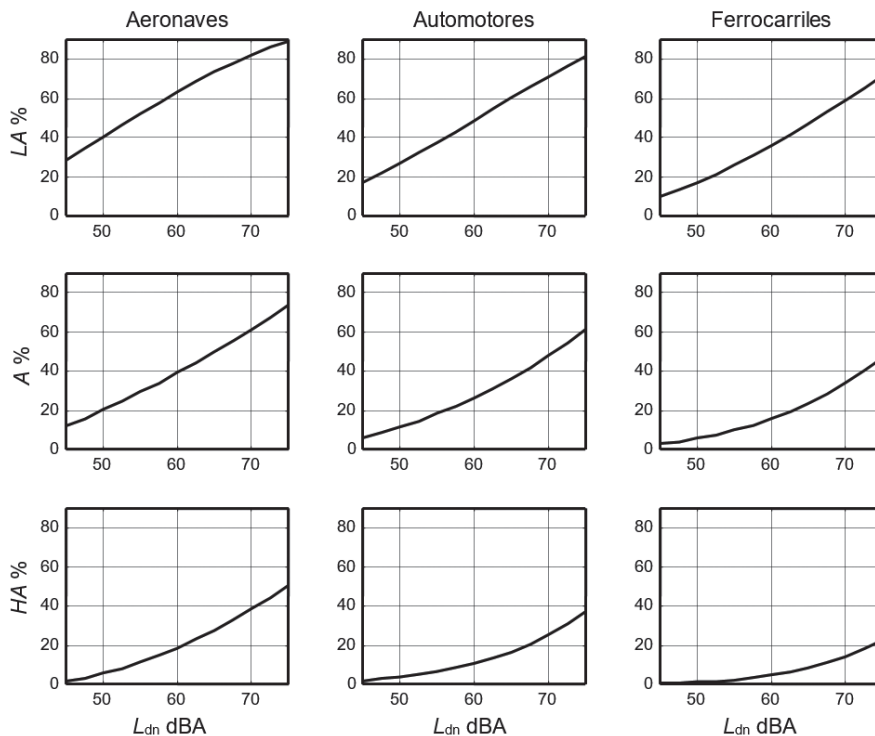


Figura 1. Porcentaje de personas encuestadas que manifiestan estar levemente molestas, molestas y altamente molestas (gráficas de arriba a abajo) por el ruido del tránsito aeronáutico, automotor, y ferroviario (gráficas de izquierda a derecha) en función del nivel día/noche ponderado A.

3.4 Criterios de la OMS

En 1995 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica un extenso informe (Berglund et al., 1995) que aporta una serie de valores guía para diferentes situaciones relativas a la contaminación acústica, posteriormente actualizados en 2000 (Berglund et al., 2000). En la tabla 3 se muestran los valores guía. Allí puede observarse que el criterio adoptado para el daño auditivo es similar al criterio EPA, al prever un límite de 70 dBA para el nivel equivalente referido a 24 h. También se establece un nivel máximo de 110 dBA con ponderación temporal F (respuesta rápida). Obsérvese que sólo se admite dicho máximo durante breve tiempo, ya que al ser un nivel 40 dB superior, el tiempo de exposición tolerable será $10^4 = 10\ 000$ veces menor, es decir 8,64 s por día.

Tabla 3. Valores guía para el ruido comunitario en ambientes específicos (Berglund et al., 2000)

Ambiente específico	Efectos críticos sobre la salud	L_{Aeq} [dBA]	Base de tiempo [h]	L_{AFmax} [dBA]
Exteriores de zona de viviendas	Seria molestia, de día y al atardecer	55	16	-
	Molestia moderada, de día y al atardecer	50	16	-
Interior de vivienda Interior dormitorios	Inteligibilidad de la palabra y molestia moderada, de día y al atardecer	35	16	-
	Perturbación del sueño, de noche	30	8	45
Exterior dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores exteriores)	45	8	60
Aulas escolares y preescolares, interior	Inteligibilidad de la palabra, perturbación de la extracción de información, y la comunicación de mensajes	35	Durante las clases	-
Dormitorios preescolares, interior	Perturbación del sueño	30	En horas de sueño	45
Patio de recreo escolar, exterior	Molestia (fuentes externas)	55	Durante los juegos	-
Hospital, dormitorios de guardia, interior	Perturbación del sueño, de noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, de día y atardecer	30	16	-
Hospitales, habitaciones, interior	Interferencia con el descanso y la recuperación	Lo menor posible		

Ambiente específico	Efectos críticos sobre la salud	L_{Aeq} [dBA]	Base de tiempo [h]	$L_{AFm\acute{a}x}$ [dBA]
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interior y exterior	Daño auditivo	70	24	110
Ceremonias, festivos y actos de entretenimiento	Daño auditivo (concurrentes: < 5 veces por año)	100	4	110
Sistemas públicos de refuerzo sonoro, exteriores e interiores	Daño auditivo	85	1	110
Música y otros sonidos a través de auriculares	Daño auditivo (valor de campo libre)	85 ⁽²⁾	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, pirotecnia y armas de fuego	Daño auditivo (adultos)	-	-	140 ⁽¹⁾
	Daño auditivo (niños)	-	-	120 ⁽¹⁾
Exteriores en parques y reservas naturales	Perturbación de la tranquilidad	(3)		

(1) Nivel de pico L_{peak} , no $L_{AFm\acute{a}x}$, medido a 100 mm del oído

(2) Utilizando auriculares, valores adaptados a campo libre

(3) Deben preservarse las áreas exteriores existentes, y mantener una baja relación entre ruidos intrusivos y ruido de fondo natural

Otra manifestación del mismo principio aparece en la recomendación de limitar la asistencia a festivales o actos de entretenimiento (como conciertos de música amplificada) a 4 por año de una duración de 4 h y un nivel equivalente de 100 dBA. En este caso se tendría un tiempo diario promedio de $4 \times 4 \times 60 / 365 \text{ min/d} = 2,63 \text{ min/d}$.

Otro aspecto contemplado es la afectación del sueño, indicando un valor guía para el nivel equivalente (extendido a un intervalo típico de 8 h de sueño) en horario nocturno de 30 dBA en interiores, y 45 dBA en exteriores. Un documento posterior, publicado en 2009 (Hurtley, 2009), actualiza el valor guía nocturno para exteriores reduciéndolo a 40 dBA. Según este documento, en Europa las principales fuentes de ruido nocturno son, en orden decreciente de porcentaje de personas altamente molestas, el ruido del tránsito, el ruido de vecinos, el tráfico aéreo, las actividades de recreación, los ferrocarriles, la construcción y la industria. Los efectos biológicos comprobados del ruido durante el sueño incluyen el aumento de la frecuencia cardíaca, sobresaltos, cambios en las etapas del sueño y el despertar, así como perturbaciones del sueño, incremento de los movimientos corporales e insomnio. En la tabla 4 se resumen los valores guía para el sueño. Otros efectos presuntos del ruido nocturno incluyen fatiga durante el día, accidentes y reducción del desempeño. También podría haber cambios hormonales, enfermedades cardíacas, depresión, etc., para los cuales existen evidencias incompletas.

Tabla 4. Valores guía para efectos comprobados del ruido sobre el sueño (Hurtley, 2009). $L_{Am\acute{a}x, interior}$ es el nivel máximo interior y $L_{noche, exterior}$ es el nivel equivalente exterior a largo plazo para períodos nocturnos, en ambos casos con ponderación A.

Efecto		Indicador	Umbral, dB
Efectos biológicos	Cambio en la actividad cardiovascular	*	*
	Electroencefalograma típico de entrada en vigilia	$L_{Am\acute{a}x, interior}$	35
	Movimientos corporales	$L_{Am\acute{a}x, interior}$	32
	Cambio en la estructura y las etapas del sueño	$L_{Am\acute{a}x, interior}$	35
Calidad del sueño	Despertar durante la noche o demasiado temprano	$L_{Am\acute{a}x, interior}$	42
	Prolongación de la etapa de somnolencia y dificultades para dormirse	*	*
	Fragmentación del sueño y reducción de la duración total	*	*
	Aumento de los movimientos durante el sueño	$L_{noche, exterior}$	42
Bienestar	Perturbación del sueño autorreportada	$L_{noche, exterior}$	42
	Uso de soporíferos y sedantes	$L_{noche, exterior}$	40
Condición médica	Insomnio ambiental**	$L_{noche, exterior}$	42

* Estos efectos han sido observados o existe una explicación biológica plausible pero no hay todavía indicadores

** El insomnio ambiental es el resultado de un diagnóstico médico, mientras que la perturbación autorreportada

En un documento de la OMS (Theakston, 2011) se estima el porcentaje de personas con el *sueño altamente perturbado* ($HSD_{\%}$) como

$$HSD_{\%} = 20.8 - 1.05 L_{noche, exterior} + 0.01486 L_{noche, exterior}^2 \quad (12)$$

expresión válida para ruido de tránsito con niveles en el rango entre 45 dBA y 65 dBA. Por lo tanto, con un nivel de 45 dBA un 3,6 % tendrán el sueño altamente perturbado, mientras que con un nivel de 55 dBA lo padecerán un 8,0 %. Para el ruido de aviación y de trenes, las respectivas expresiones son

$$HSD_{\%} = 18,147 - 0,956 L_{noche, exterior} + 0.01482 L_{noche, exterior}^2 \quad (13)$$

$$HSD_{\%} = 11,3 - 0,55 L_{noche, exterior} + 0.00759 L_{noche, exterior}^2 \quad (14)$$

Otro concepto de interés que se viene trabajando desde la OMS es el de *carga de morbilidad ambiental* (*environmental burden of disease*), que busca cuantificar las implicancias de un factor ambiental, en este caso, el ruido (Theakston, 2011). Para ello se utiliza como variable el número de años de vida ajustados por discapacidad,

simbolizado *DALY* por sus siglas en inglés (disability-adjusted life years). Se lo define como el número de años potenciales de vida que se pierden debido a una muerte prematura y a la pérdida de años de vida saludable:

$$DALY = YLL + YLD \quad (15)$$

donde *YLL* es el número de años de vida perdidos e *YLD*, el número de años vividos con discapacidad, dados por

$$YLL = \sum_i (N_i^m L_i^m + N_i^f L_i^f) \quad (16)$$

$$YLD = I \cdot DW \cdot D \quad (17)$$

donde: N_i^m y N_i^f son los números de muertes de varones y mujeres en el *i*-ésimo grupo etario, L_i^m y L_i^f son las expectativas de vida de varones y mujeres a la edad a la que sobreviene la muerte, *I* es el número de casos de discapacidad, *DW* es una ponderación de la discapacidad asociada a cada estado de salud que varía entre 0 (salud completa) y 1 (equivalente a la muerte) y *D* la duración de la discapacidad en años. La determinación del número de años vividos con discapacidad es en general difícil, pero el concepto es sencillo: si una determinada enfermedad (por ejemplo, cierto grado de hipoacusia) representa una fracción de vida sana, si la multiplicamos por los años que dura se obtiene la cantidad de años perdidos por deficiencia en la salud. Si luego se multiplica por la cantidad de casos en cierta población, se obtiene el total de años perdidos por deficiencia en la salud en esa población. En Mathers et al. (2001) se ofrecen más detalles sobre el cálculo.

Utilizando esta variable, la OMS ha logrado expresar la cantidad de años perdidos en Europa occidental a causa del ruido. La importancia de este enfoque es que constituye una forma altamente comunicable de expresar el impacto del ruido. Se han analizado diversas áreas de impacto. Las conclusiones pueden apreciarse en la tabla 5. Aunque los resultados podrían ser extendidos a otras regiones con similares características, las diferencias económicas, sociales y de idiosincrasia podrían complicar la extrapolación.

Tabla 5. Carga de morbilidad ambiental del ruido para diferentes áreas de riesgo en Europa Occidental (Theakston, 2011).

Riesgo	<i>DALY</i> (años)
Enfermedad cardíaca isquémica	61 000
Afección de las habilidades cognitivas en niños	45 000
Perturbación del sueño	903 000
Acúfenos	22 000
Molestia (ciudades de más de 50 000 hab)	654 000
TOTAL ¹	1 685 000

3.5 Criterio sobre riesgo cardiovascular por ruido

Babisch, en su trabajo para la Organización Mundial de la Salud, plantea una síntesis de estudios epidemiológicos sobre la relación entre el ruido y los ataques cardíacos que le permite arribar a una relación dosis-respuesta (Babisch, 2006) válida para niveles durante el día (extendidos a 16 h) entre 55 dBA y 80 dBA:

$$OR = 1,63 - 6.13 \times 10^{-4} L_{day,16h}^2 + 7,36 \times 10^{-6} L_{day,16h}^3 \quad (18)$$

donde OR es el denominado *odds ratio*, una medida estadística utilizada en estudios médicos sobre el efecto de un factor. Se denomina, en inglés, *odds*, al cociente entre la probabilidad p de que un evento ocurra sobre la probabilidad $1 - p$ de que no ocurra:

$$odds = \frac{p}{1 - p} \quad (19)$$

Así, $odds = 1$ para un evento con igual probabilidad de que ocurra o no ocurra, $odds = 0$ para un evento imposible, y $odds = \infty$ para un evento que sucederá con certeza. El *odds ratio*, OR , es el cociente entre el *odds* con el factor presente y el *odds* con el factor ausente:

$$OR = \frac{odds_{factor\ presente}}{odds_{factor\ ausente}} \quad (20)$$

En nuestro caso el factor es la presencia de un nivel diurno $L_{day,16h}$ dado, mientras que el evento en cuestión es un ataque cardíaco fatal. A modo de ejemplo, con un nivel diurno de 70 dBA la ecuación (18) indica que el *odds ratio* es 1,15, lo que implica que dicho ruido se incrementará en un 15 %.

Si se conoce la probabilidad p_1 de que el evento se dé sin el factor presente, se puede obtener la probabilidad p_2 de que el evento ocurra con el factor presente mediante la ecuación

$$p_2 = p_1 \frac{OR}{1 + p_1(OR - 1)} \quad (21)$$

4. Conclusiones

El ruido es un factor ambiental susceptible de causar diferentes efectos vinculados con el deterioro de la salud. Se han investigado extensamente las relaciones entre los efectos y diversas cualidades físicas del ruido, como su nivel de presión sonora con ponderación A, a veces penalizado según el horario u otras condiciones. La mayoría de dichas relaciones se expresan en términos de las denominadas relaciones dosis-respuesta obtenidas empíricamente a partir de la síntesis de resultados de numerosas

investigaciones y aproximadas por funciones matemáticas, en general polinómicas.

También se han establecido diversos valores guía que indican los máximos admisibles para obtener determinado grado de protección, varios de los cuales se han incluido en las secciones precedentes.

Referencias

- Abraham, Mónica; Roggio, Ignacio; Perez Villalobo, Jorge; Hinalaf, María; Biassoni Ester C.; Serra, Mario R. (2011) *El uso de reproductores personales de música en los adolescentes*. Mecánica Computacional Vol XXX, págs. 3065-3073 <http://www.eimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/3970/3887>
- Anón. (2005) *Quantifying burden of disease from environmental noise: Second technical meeting report*. Bern, Switzerland, 15–16 December 2005 http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/87638/Noise_EDB_2nd_mtg.pdf
- Anón. (2015) *Enfermedades cardiovasculares*. Nota descriptiva. Centro de prensa, Organización Mundial de la Salud <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Babisch, Wolfgang (2006) *Transportation Noise and Cardiovascular Risk. Review and Synthesis of Epidemiological Studies. Dose-effect Curve and Risk Estimation*. Federal Environmental Agency, Berlin Germany. Umweltbundesamt <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2997.pdf>
- Berglund, B.; Lindvall, T. (1995) *Community Noise*. Archives of the Center for Sensory Research, Vol 2, Issue 1. Stockholm University and Karolinska Institute. <http://www.nonoise.org/library/whonoise/whonoise.htm>
- Berglund, Birgitta; Lindvall, Thomas; Schwela, Dietrich; Goh, Kee-Tai (2000) *Guidelines for Community Noise*. World Health Organization. Geneva. <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>
- Biassoni, E.C.; Serra, M.R.; Richter, U.; Joekes, S.; Yacci, M.R.; Carignani, J.A.; Abraham, S.; Miondo, G.; Franco, G.. (2005) *Recreational noise exposure and hearing effects in adolescents. Part II: development of hearing disorders*. International Journal of Audiology - ISSN 1499-2027 Vol. 44, N° 2, pág. 74-8.
- Cabanellas, Susana; Pasch, Vivian; Yanitelli, Marta; Miyara, Federico (2006) *Estudio exploratorio de algunos parámetros perceptivos del ruido vinculados al contenido semántico*. FIA 2006, Santiago, Chile, 25/10/06-28/10/06. <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/cabanelas2006.pdf>
- Cohen S., Glass D.C., Singer J.E. (1973) *Apartment Noise, Auditory Discrimination and Reading Ability*. Journal of Exp. Soc. Psychol. 9, pp. 407-422.
- Cohen, S., and Weinstein, N. (1981) *Non-auditory effects of noise on behaviour and health*. J. of Social Issues, 37, 36-70, 1981.
- Congreso de la Nación Argentina (1996) *Ley de Riesgos del Trabajo N° 24557* <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/27971/texact.htm>
- Correro Aragón, Jessica (2010) *La hiperacusia*. Eduinnova. <http://www.eduinnova.es/monografias2010/nov2010/hiperacusia.pdf>
- Domínguez, Susana; Boccio, Carlos M.; Cabrera, Valentina (2009) *Estudio y tratamiento de la hiperacusia en una unidad de acúfenos*. Revista FASO Año 16 - N° 2. <http://www.faso.org.ar/revistas/2009/2/nota05.pdf>
- EPA (1974) *Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety*. US Environmental Protection Agency, 550/9-74-004, Washington DC, USA.
- Fritschi, Lin; Brown, Lex A.; Kim, Rokho; Schwela, Dietrich; Kephelopoulous, Stelios (editors) (2011) *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe* http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf

- Glass D. C., Cohen S., Singer, J. E. (1973) *Urban Din Fogs the Brain*. Psychology Today, 5, 1973 <http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1297&context=psychology>
- Hellmuth, Tomas; Classen, Thomas; Kim, Rokho; Kephelopoulou, Stylianos (editors) (2012) *Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise*. World Health Organization. Copenhagen Ø, Denmark. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/179117/Methodological-guidance-for-estimating-the-burden-of-disease-from-environmental-noise-ver-2.pdf
- Hurtley, Charlotte (2009) *Night Noise Guidelines for Europe*. WHO Regional Office for Copenhagen Ø, Denmark http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- Hygge, S. (1993) *A comparison between the impact of noise from aircraft, road traffic and trains on long-term recall and recognition of a text in children aged 12-14 years*. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden-, und Luftthygiene, 88, 416-427.
- Hygge, S., Evans, G.W. and Bullinger, M. (1993) *The Munich Airport Noise Study: Psychological, cognitive, motivational and quality of life effects on children*. Noise and Man. Nice Conference 1993.
- Ising H, Braun C. (2000) *Acute and chronic endocrine effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for water, soil and air hygiene*. Noise Health 2000;2:7-24 <https://www.wind-watch.org/documents/acute-and-chronic-endocrine-effects-of-noise/>
- ISO 1999:1975 *Acoustics — Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes*
- ISO 1999:1990 *Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*
- ISO 1999:2013 *Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss*
- ISO 7029:2017 *Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds related to age and gender*
- Jastreboff, Pawel J; Jastreboff, Margaret M (2006) *Tinnitus Retraining Therapy: A Different View on Tinnitus*. ORL 68:23-30 (February 2006) https://www.researchgate.net/publication/7264203_Tinnitus_Retraining_Therapy_A_Different_View_on_Tinnitus
- Larregui, Graciela (2005) *Hipoacusia inducida por música. La otra cara de la música*. Segundas Jornadas Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica Social. Rosario, 30/09-01/10/2005 <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/larregui.pdf>
- Manattini, Mauricio (2015). *Efectos colaterales de la asistencia a discotecas*. Semana del Sonido Rosario 2015
- Marsch D.J. (1973) *Auditory Figure-Ground ability in children*. Am. Journ. Occup. Ther. 27 N° 5. 1973, pp. 218-225
- Mathers CD, Vos T, Lopez AD, Salomon J, Ezzati M (ed.) (2001) *National Burden of Disease Studies: A Practical Guide. Edition 2.0*. Global Program on Evidence for Health Policy. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/healthinfo/nationalburdenofdiseasemanual.pdf>
- Mathers, Colin D.; Bernard, Christina; Moesgaard Iburg, Kim; Inoue, Mie; Ma Fat, Doris; Shibuya, Kenji; Stein, Claudia; Tomijima, Niels; Xu, Hongyi (2003) *Global Burden of Disease in 2002: Data sources, methods and results*. WHO, Global Programme on Evidence for Health Policy Discussion Paper No. 54 <http://www.who.int/healthinfo/paper54.pdf>
- Mercado M, Víctor; Burgos S, Rodolfo; Muñoz V, Claudio (2007) *Ototoxicidad por medicamentos*. Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello 2007; 67: 167-177 http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162007000200013
- Miedema, H.M.E.; Vos, H. (1998) *Exposure-response relations for transportation noise*. Journal of the Acoustical Society of America 104 (6), December. 1998.
- Milhinch, J. (2001) *One hundred cases in Australian call centres. Risking acoustic shock*. A seminar on acoustic trauma from headsets in call centres. Fremantle, Australia, 18_19 September 2001. Morwell: Ear Associates Pty Ltd, 2001.

- Mills, John (1975) *Noise and children: A review of literature*. JASA Vol. 58 No. 4, Oct 1975, pp. 767-779
- Miyara, Federico (2014) *Ruido y contenido semántico*. Semana del Sonido Rosario 2014, Asociación de Acústicos Argentinos. Rosario, 19-23/05/14
- Møller, Aage R.; Langguth, Berthold; De Ridder, Dirk; Kleinjung, Tobias (Editors) (2011) *Textbook of Tinnitus*. Springer. New York, USA.
- O'Keefe, Florencia (2017) *En Rosario baja el promedio de edad de quienes sufren infartos*. La Capital, 01/06/2017 <http://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/en-rosario-baja-el-promedio-edad-quienes-sufren-infartos-n1407440.html>
- Pérez, Carina Luz (2012) *Por el uso de auriculares, cada vez más jóvenes sufren hipoacusia*. Diario UNO, Mendoza, 15/12/2012 <http://www.diariouno.com.ar/mendoza/por-el-uso-auriculares-cada-vez-mas-jovenes-sufren-hipoacusia-20121215-n116937.html>
- Rostaño, Hugo Francisco (ca. 2015) *La falacia de la Preexistencia, en los Exámenes Preocupacionales*. Empresalud <http://www.empresalud.com.ar/revista/nota/la-falacia-de-la-preexistencia-en-los-examenes-preocupacionales/>
- SCENIHR (2008) *Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function. Preliminary report*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. European Commission http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_017.pdf
- Schultz, T. J. (1978) *Synthesis of social surveys on noise annoyance*. Journal of the Acoustical Society of America 64 (2), Aug. 1978.
- Theakston, Frank (editor) (2011) *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen Ø, Denmark
- Vargas Sanabria, Maikel (2012) *Valoración médico legal de la hipoacusia*. Medicina Legal de Costa Rica, Vol. 29 (1). ISSN 1409-0015 <http://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v29n1/art8.pdf>
- Westcott, Myriam (2006) Acoustic shock injury (ASI) Acta Oto-Laryngológica, 2006; 126: pp. 54-58. https://www.researchgate.net/publication/6684004_Acoustic_shock_injury_ASI
- WHO (2017) *Global costs of unaddressed hearing loss and cost-effectiveness of interventions: a WHO report, 2017*. Geneva: World Health Organization. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254659/1/9789241512046-eng.pdf?ua=1>
- Wikipedia (2017-) *Misofonía*. Wikipedia, *La enciclopedia libre*. 26 ago 2017. Consultado el 30 ago 2017 <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Misofon%C3%ADayoldid=101412018>.
- Zwicker, E.; Fastl, H. (1999) *Psychoacoustics. Facts and Models*. Springer. Berlin Heidelberg.

El Ruido como Precursor y Promotor de Conductas Agresivas

Alice Elizabeth González

Este capítulo está basado en el artículo de la autora “*Con ruido y sin él ¿somos los mismos?*” publicado en 2013.

1. Introducción

El ruido ha sido identificado como contaminante desde hace más de 2000 años. La primera disposición que se recuerda asociada con el control de la contaminación sonora se refiere a la que se aplicó en Sibaris 600 años AC, prohibiendo que los broncistas tuvieran sus talleres en la ciudad para evitar las molestias que ocasionaban a los vecinos con el ruido de sus golpes (García García, 1991). No por antigua es una medida que hoy pueda considerarse ni obsoleta ni inadecuada: hasta el presente existe consenso en que la mejor medida de gestión en materia de contaminación sonora es el ordenamiento territorial (González, 2012) y, si bien debe enfatizarse en su aplicación preventiva, muchas veces es una de las pocas soluciones para reducir o disolver conflictos ya instalados.

No todas las personas son igualmente sensibles al ruido. La aversión al ruido de Schopenhauer es bastante conocida. Bastante menos conocida es la hipersensibilidad al ruido del filósofo Immanuel Kant. En los artículos publicados por Fisher (1876) sobre la vida de Kant, se refiere al inusual nivel de molestia que causaba al filósofo cualquier tipo de ruido:

“(…) Para que la habitación le fuera agradable, había de ser lo más silenciosa posible. Mas como esta condición era difícil satisfacerla en una ciudad como Koenisberg, cambiaba frecuentemente de casa. La que tomó en las proximidades del Pregel estaba expuesta al bullicio de los buques y de las carretas polacas. Una vez se mudó de casa porque cantaba demasiado el gallo de un vecino; intentó primero comprárselo, y no consiguiéndolo, tuvo que abandonar su habitación. Por último, compró una casa modesta cerca de los fosos del castillo. Pero aquí tampoco se vio libre de molestias desagradables. Próxima a su casa, estaba la prisión de la ciudad, en donde hacían cantar a los presos ritos religiosos a fin de mejorarlos y corregirlos, y que iban a parar cuando abrían las ventanas a los mismos oídos de Kant.”

Aunque la capacidad de adaptación de las personas es mucho mayor de lo imaginable, tolerar elevados niveles de presión sonora sin sentir molestia a causa de ello no puede interpretarse como que la situación no va a generar efectos adversos sobre la salud (Lam et al., 2012). La molestia es en sí misma uno de tales efectos adversos, aunque por su falta de especificidad muchas veces se la considera como

un síntoma de intolerancia, una respuesta propia de personas quejasas y poco tratables. Seguramente esto resulta de que, en muchas sociedades –incluida la uruguaya-, quien presenta una queja por ruidos molestos debe demostrar que está siendo perjudicado, en tanto el responsable de la emisión del ruido puede mantener estable su situación hasta que el damnificado logre la contundencia necesaria para que la autoridad considere su reclamo (González, 2012). Es una forma poco feliz de repartir las responsabilidades: el receptor o “*sufriente de ruido*”, en el decir del investigador argentino Federico Miyara (Sáenz Cosculluela, 2004), además de padecer las consecuencias de la exposición no deseada a ruido debe cargar con los costos necesarios para configurar la prueba pero debe además aceptar la irrupción de extraños –un inspector, un técnico o hasta el propio emisor de ruido- en la intimidad de su vivienda, en sus horas de descanso –que será también interrumpido- cada vez que sea necesario realizar una medición, una prueba de funcionamiento u otra instancia similar. Todo esto sin mencionar que debe aceptar epítetos tales como “quejoso”, “inadaptado”, “intolerante”, “insociable”, “loco”, “chiflado”, “rayado”, “rompe”, por nombrar apenas algunos de los más livianos. Ahora bien, la pregunta surge naturalmente: ¿qué es lo que da lugar a que quienes padecen molestias por ruido se hagan además acreedores a calificativos de este tipo?

2. Ruido y fisiología de la agresividad

Según la Real Academia Española el término “*agresivo*” tiene, entre otros, los siguientes significados:

agresivo, va. (Del lat. *aggressus*, part. pas. de *aggrēdi*, *agredir*, e -ivo). 1. adj. Dicho de una persona o de un animal: Que tiende a la violencia. // 2. adj. Propenso a faltar al respeto, a ofender o a provocar a los demás. // 3. adj. Que implica provocación o ataque.

Los comportamientos agresivos son propios de todos los animales. Se relacionan con el instinto sexual y el sentido de territorialidad, en razón de su necesidad de adaptación y supervivencia. En las personas, la agresividad es una respuesta compleja que responde a diferentes causas entre las que se encuentran factores genéticos pero también culturales.

A diferencia de lo que ocurre con la mayoría de los animales, el cerebro humano tiene estructuras que le permiten controlar e incluso desactivar muchas respuestas agresivas. Esto ocurre a nivel del sistema límbico, integrado por el área ventral tegmental, núcleo accumbens, hipocampo, núcleos septales laterales, la corteza frontal, la amígdala y la corteza órbita-frontal (López Mejía et al., 2009). Efectivamente, es en el sistema límbico y las estructuras de la corteza frontal que se procesan las emociones, se desarrolla la empatía y las funciones cerebrales complejas como las decisiones racionales y la interpretación de conductas sociales. Asimismo, también en este sistema se regulan la memoria y aprendizaje auditivos (Castro-Sierra et al., 2005). No debe perderse de vista que el sistema límbico, especialmente el hipocampo y la amígdala, es receptor preferencial del cortisol segregado por las glándulas suprarrenales (Saavedra et al., 2015).

La psicología y la psiquiatría describen diferentes patologías entre cuyas manifes-

taciones se encuentra el comportamiento agresivo. Las conexiones entre exposición a ruido y comportamiento agresivo son fuertes, al extremo que se considera que el ruido ha sido causa de múltiples suicidios y crímenes (González, 2012). Esto no invalida la afirmación de García de la Villa (Fontán, 2005):

“En psiquiatría no podemos hablar de una enfermedad del ruido, pero estar expuesto a él puede influir en ciertas patologías y generar otras como insomnio, ansiedad o depresión. Y si ese elemento que nos molesta persiste, la persona tiene el riesgo de sufrir un problema de tipo crónico.”

Antes de que se desarrolle una conducta agresiva, el sistema nervioso incrementa la producción de aminas. La dopamina parece aumentar las conductas agresivas y el ácido gamma amino butírico; GABA las inhibiría. Las sustancias como los bloqueadores beta- adrenérgicos, inhiben la conducta agresiva periférica pero no necesariamente alteran la predisposición. Algunos corticoesteroides, como la corticosterona y la cortisona, se asocian con la fisiología de la agresión, si bien altos niveles de ACTH disminuyen la agresividad a largo plazo. La disminución de la agresión puede ser el resultado de la acción de la acción extra-adrenal de la ACTH, que disminuiría la secreción gonadal de testosterona (Alonso et al., 2002). Por otra parte, la agresión impulsiva se relaciona con una reducción de la actividad serotoninérgica y con la falta de inhibición de la corteza orbitofrontal sobre la amígdala (Gómez, 2014).

Ante elevados niveles de presión sonora, se pueden activar distintas reacciones en el organismo humano. Algunas de ellas son respuestas involuntarias dependientes del Sistema Nervioso Autónomo como, por ejemplo, incrementar la secreción de algunas hormonas. Los avances de la bioquímica muestran que incluso las más simples pautas comportamentales responden a un complejo control neurohormonal e influidas por varias sustancias químicas que interactúan (Ramírez, 2006). También está generalmente aceptado que la fisiología incide sobre las conductas del mismo modo que éstas retroalimentan el funcionamiento del organismo. Así, entre los experimentos que usualmente se referencian está el que muestra que el nivel de serotonina en sangre del macho dominante de un grupo de monos se incrementa después de haber conseguido la posición de dominio.

Si hay perturbaciones en la neurotransmisión y los neuroreguladores, se pueden producir trastornos del comportamiento. Por ejemplo, la serotonina –uno de los neurotransmisores más estudiados- está estrechamente relacionada con múltiples conductas, como por ejemplo las depresivas y las agresivas (Ramírez, 2006). La depresión es una enfermedad claramente asociada con el ruido y que puede considerarse como uno de los grados más graves entre las consecuencias que puede generar el ruido sobre la salud (Bernabeu Taboada, 2009).

Aunque algunos autores aún sostienen que no hay suficiente evidencia de la relación entre exposición a niveles sonoros elevados y la aparición de alteraciones o modificaciones en la secreción hormonal (Van Kamp et al., 2012), otros coinciden en que a partir de niveles de ruido ambiental de 60 dBA es posible detectar modificaciones en los niveles de ciertas hormonas (Bernabeu Taboada, 2009).

Al estar expuesto a altos niveles de presión sonora, el organismo reaccionará como

lo hace ante una emergencia y la médula suprarrenal liberará en sangre dos catecolaminas: adrenalina y noradrenalina (Ramírez, 2006). Ambas tienen diferentes funciones: la adrenalina se asocia al miedo y la noradrenalina, al enojo. Esto explicaría el mayor nivel de noradrenalina presente en especies predatoras, como los leones, mientras que en otras más pacíficas, como los conejos, hay más adrenalina.

El aumento en la secreción de adrenalina y noradrenalina se da en relación directa con el nivel de presión sonora. Ambas son potentes vasoconstrictores y responsables en parte de la hipertensión arterial asociada con el ruido. La inyección de adrenalina estimula la activación del SNS produciendo un aumento de los ritmos cardíaco y respiratorio, dilatación pupilar, piloerección, y produce un estado emocional que para algunos investigadores es inespecífico, aunque para otros se asocia más bien con euforia que con ira o enojo (Ramírez, 2006).

Ante situaciones de estrés de casi cualquier tipo, la hipófisis incrementa la secreción de dos hormonas que están relacionadas con la agresividad (Bernabeu Taboada, 2009): corticosterona y ACTH (corticotrofina u hormona adrenocorticotrópica). En condiciones normales, la secreción de ACTH se produce de forma cíclica, sincronizada con el ritmo sueño-vigilia, de modo que es máxima por la mañana y mínima a medianoche. A esta variación se le conoce como ritmo circadiano, y permite mantener un grado de actividad alto durante el día en contraste con el período nocturno.

La secreción de ACTH por la hipófisis está regulada por la acción del CRH, una hormona hipotalámica que se ve estimulada por situaciones de estrés. En condiciones de estrés agudo, el CRF (factor regulador de ACTH producido en el hipotálamo y almacenado en la neurohipófisis) estimularía la liberación hipofisaria de ACTH, y ésta se ocuparía de que las glándulas suprarrenales liberen cortisol en cuestión de minutos (Ramírez, 2006).

Efectivamente, la producción de cortisol por las glándulas suprarrenales se encuentra controlada por la secreción de la hormona ACTH, que a su vez es secretada por la hipófisis. Cuando el nivel de cortisol de la sangre aumenta desproporcionadamente, la secreción de ACTH disminuye para así ayudar a que el sistema recobre la actividad normal. Luego, el cortisol plasmático retroalimentará al hipotálamo acerca del exceso existente, para que cese la liberación de CRF (Ramírez, 2006).

Si, por el contrario, la concentración de cortisol disminuye, la producción de ACTH aumenta para estimular la fabricación de cortisol por las glándulas suprarrenales.

Se asume que, a largo plazo, la ACTH tendería a reducir la agresividad al estimular la producción de cortisol, cuya función se refiere a controlar el estrés biológico mediante la terminación de las reacciones nerviosas de defensa previamente activadas por el estrés (Ramírez, 2006).

El estrés es una reacción inespecífica ante factores agresivos del entorno físico, psíquico y social (Bernabeu Taboada, 2009). En principio, se trata de una respuesta fisiológica normal del organismo para defenderse ante posibles amenazas. Cuando la tensión se mantiene, al igual que lo que ocurre con otros agentes estresantes, contribuye a la pérdida de salud física y mental (Bernabeu Taboada, 2009). Como los efectos de interferencia que causa el ruido no son adaptativos, las reacciones de estrés están presentes siempre y pueden incrementarse si la exposición continúa. En condiciones de estrés se producen

algunas activaciones glandulares y cambios en la secreción endócrina. Por ejemplo, la liberación de cortisol se incrementa sensiblemente. Una de las regiones del cerebro más sensibles al estrés es el hipocampo, que tiene un rol muy importante en los procesos cognitivos y de aprendizaje que subyacen a la memoria, especialmente en la memoria reciente y el procesamiento espacial (Orozco-Medina et al., 2010).

La producción de adrenalina, noradrenalina y cortisol se incrementa ante mayores niveles de presión sonora (Miyara, 2001). La conexión entre ruido y depresión radica en que los elevados niveles de ruido fomentan la liberación de cortisol, la hormona “del estrés y la depresión”. Como contrapartida, el cortisol causa una reducción moderada de la velocidad de consumo de la glucosa en las células. Ambos factores elevan la concentración de glucosa en sangre (glucemia). Esto debería oponerse a las reacciones agresivas, dado que la agresión se relaciona con bajos niveles de glucosa en la sangre (Bernabeu Taboada, 2009).

El consumo de alcohol tiene el mismo efecto hipoglucémico; la relación entre consumo de alcohol y agresividad está claramente establecida y las posibilidades de que el ruido catalice un proceso hacia el alcoholismo son reales, ya que se considera que la adicción al ruido puede ser una puerta de entrada a otras adicciones, comenzando por las drogas sociales (Miyara, 2001).

Saavedra et al. (2015) indican que el hipocampo y la amígdala son ricos en receptores para las hormonas del estrés, especialmente el cortisol, y agregan que los corticosteroides (incluido el cortisol) suprimen la neurogénesis en el hipocampo.

3. Sensibilidad al ruido

La sensibilidad al ruido es uno de los factores con mayor incidencia en la molestia por ruido (López Barrio et al., 2000). La sensibilidad al ruido se asocia con consumo de analgésicos, neurosis, hostilidad, estrés, depresión (Heinonen-Guzejev et al., 2012). Se trata de una respuesta general a cualquier tipo de ruido que se manifiesta a nivel fisiológico y conductual (Martimportugués et al., 2003), a diferencia de la molestia, que se entiende como “*un sentimiento de desagrado asociado con el ruido que se cree que afectará negativamente a una persona o un grupo*” (Lindvall et al. 1973, citado por Alimohammadi et al., 2010) o, yendo a concepciones más actuales, “*es el rechazo en general hacia un ruido, pero que no sólo incluye el rechazo hacia el ruido en sí sino también hacia muchas otras variables relacionadas con la fuente y con el contexto en que el ruido se experimenta*” (Yano 2002, citado por Alimohammadi et al., 2010).

Heinonen-Guzejev et al. (2005) muestran que la sensibilidad al ruido está genéticamente condicionada, lo que indica su raíz fisiológica u orgánica. En un estudio posterior, concluyen que la sensibilidad al ruido no depende ni es una consecuencia de la pérdida auditiva percibida por el individuo, ratificando que no se trata de una respuesta subjetiva de las personas que han sido perjudicadas –o así se sienten– por este agente (Heinonen-Guzejev et al., 2011). No puede tomarse tampoco como un indicador de la percepción ambiental general de las personas (Schreckenbergl et al.,

2010). Por otra parte, al cotejar la sensibilidad al ruido con el Factor de Sensibilidad Química, se observó que no están correlacionados y, más aún, ambos se asocian con variables diferentes: la sensibilidad al ruido se correlacionó significativamente con hostilidad, autocontrol, neurosis, consumo de analgésicos, enojo, depresión y estrés. El Factor de Sensibilidad Química se correlacionó significativamente con las alergias y consumo de analgésicos. También se constataron diferencias entre hombres y mujeres (Heinonen-Guzejev et al., 2012).

Por otra parte, las tasas de secreción de hormonas vinculadas al estrés y a la agresividad, como adrenalina, noradrenalina y cortisol, se incrementan (involuntariamente) ante elevados niveles de ruido (Ramírez, 2006). Pero si bien muchas alteraciones del comportamiento pueden estar ocasionadas por perturbaciones en la neurotransmisión, los comportamientos resultantes –en particular las conductas agresivas- activan a su turno procesos neurobiológicos que las retroalimentan: *“el propio comportamiento produce cambios biológicos, en cómo se sintetizan los neurotransmisores, en cómo actúan los receptores o en cuáles son los genes que se expresan”*, indica Ramírez (2006) citando a Niehoff (1999). Para cerrar este círculo, vale recordar que entre los fármacos que se emplean en el tratamiento de algunos tipos de migraña, algunos actúan sobre los mecanismos de recaptación de la serotonina, uno de los neurotransmisores más estudiados. A su vez, muchos de los medicamentos que se emplean en el tratamiento de la depresión actúan o sobre la secreción de adrenalina y noradrenalina o sobre la recaptación de la serotonina; frecuentemente se requiere administrar ambos principios activos y regular sus dosis de acuerdo con la evolución del paciente (Rinaldi Corbo, 2012). En general se considera que la serotonina inhibe la mayoría de las formas de agresividad, y predominantemente las de carácter impulsivo: el aumento de la actividad serotoninérgica reduce la hostilidad y la impulsividad, en tanto que su disminución aumenta la frecuencia e intensidad de las reacciones agresivas y antisociales, sobre todo aquellas que son de tipo impulsivo (explosivo e incontrolable), no premeditadas. El exceso de serotonina causa relajación, sedación y disminución del impulso sexual, en tanto su déficit se asocia con depresión, ansiedad, alteraciones del apetito, sensación de dolor, conductas agresivas. En relación a las sustancias que actúan sobre la recaptación de la serotonina, menciona Ramírez (2006):

“Los fármacos que aumentan la actividad serotoninérgica reducen la impulsividad y refuerzan la tolerancia a una situación de espera; por el contrario, los que producen una disminución serotoninérgica aumentan la frecuencia e intensidad de las reacciones agresivas y arriesgadas.”

Por otra parte, al incrementar la disponibilidad de norepinefrina en el cerebro, es esperable que esto pueda generar respuestas impulsivas y/o agresivas (Ramírez, 2006):

“Dado que sistema noradrenérgico participa en lucha y huida, resulta fácil comprender cómo el aumento de su función podría predisponer a una persona hacia una agresividad impulsiva.”

En suma, tomando en cuenta las alteraciones en la secreción de cortisol y catecola-

minas que el ruido puede generar, y estando esas hormonas vinculadas con depresión y agresividad, cuando se tiene elevada sensibilidad al ruido, posiblemente también estén presentes o rasgos agresivos o rasgos depresivos o sufrimiento por dolor de cabeza.

4. Ruido, molestia y pérdida de solidaridad

La molestia, que Lindvall y Radford (Martimortugués et al., 2003) definen como:

“un sentimiento de desagrado asociado con cualquier agente o condición (el ruido) por un individuo o un grupo como algo que les afecta negativamente a quien lo padece”

es, probablemente, el efecto adverso más frecuentemente asociado a la exposición al ruido (Bernabeu Taboada, 2009). Muchas veces no tiene que ver solamente con la interferencia directa que se sufre en el momento con la tarea que se esté intentando realizar, sino por un cúmulo de otros elementos, a veces no tan obvios, como el sentirse afectado o agredido o perturbado por un agente que uno no puede controlar.

Esto incide en la ocurrencia de estados de ánimo “activos”, como por ejemplo: irritabilidad, enojo, ansiedad, fastidio, nerviosismo, exaltación, entre otros. Quienes no exteriorizan su molestia a través de ese tipo de respuestas, suelen hacerlo a través de otro tipo de estados de ánimo, que suelen describir como intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia; incomodidad, inestabilidad, frustración, fatiga, son otros posibles descriptores.

El ruido incide en el comportamiento social de las personas. Respuestas usuales son insatisfacción, irritación, ansiedad, agresividad, indefensión. Mosher (citado por García Sanz y Garrido, 2003) plantea que ante elevados niveles de ruido ambiental se da una disminución en los comportamientos de solidaridad y en la amabilidad.

Entre las causas culturales de la agresividad en la sociedad, las condiciones ambientales vienen siendo consideradas desde hace ya bastante tiempo. Un estudio de la Universidad Nacional de Asunción publicado en 1996 (Benítez et al., 1996) analiza conductas agresivas a partir de las posibles causas ambientales de éstas, para construir lo que designan como “Nuevo Planteo Terapéutico”. Formulan el problema a estudiar de la siguiente forma:

“La situación ambiental es la que ocasiona en el hombre normal un continuo stress que desemboca en la agresividad, como ondas sonoras, música estridente, ruidos de los vehículos y luces de gran intensidad energizada y al mismo tiempo cambiantes, y coadyuvan los olores y sabores que en el ambiente se propagan (...) Todos estos son agresivos a los ojos y oídos por irritación (...) las células nerviosas conducen la carga eléctrica al cerebro provocando cambios conductuales, además de las dificultades en las relaciones personales. (...) Estas son las causantes de esta investigación para el tratamiento de la conducta agresiva psicológica en nuestra sociedad.”

Benítez et al. (1996) encontraron una coincidencia absoluta entre inteligencia superior y agresividad intensa al aplicar una batería de pruebas psicológicas a una muestra de 300 personas; el 38 % de la muestra se ubicaba en el rango de inteligencia supe-

rior según el Test del Dominó, que se orienta a evaluar principalmente la inteligencia lógica. Si se toma en cuenta que este tipo de inteligencia diferencia al hombre de otros animales, desde una perspectiva social, esta constatación es preocupante.

5. Efectos del ruido que pueden incrementar la agresividad

Se conoce una serie de efectos producidos por exposición a elevados niveles de presión sonora que, a diferencia de los incluidos en la sección anterior, no son cuantificables a través de manifestaciones tales como la concentración de una cierta hormona en la sangre. Parte de ellos son consecuencia de “*una cadena que comienza con la disminución de la concentración, la inseguridad y la inquietud*” (García Sanz y Garrido, 2003), tres comprobados efectos psicofísicos de la exposición a ruido.

La ansiedad, la pérdida de concentración, la baja en el rendimiento, el mal dormir pueden conducir a errores, omisiones, accidentes... en fin, a resultados y situaciones no deseadas que pueden desencadenar a la postre en comportamientos agresivos.

5.1 Despolarización neuronal

Las diferentes interconexiones de la vía auditiva se traducen en una serie de efectos sobre el Sistema Nervioso Central (SNC), el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y el Sistema Endocrino. Entre ellos, incide en los estados de estrés e irritabilidad, que afectan la capacidad de concentración, aprendizaje y la productividad intelectual, lo que además podría facilitar la ocurrencia de algún tipo de accidente (García Sanz y Garrido, 2003).

El ruido es capaz de despolarizar neuronas en ausencia de cualquier otro estímulo (González, 2012). La despolarización de las neuronas consiste en la transmisión de un impulso nervioso a la neurona contigua. Para poder estar en condiciones de transmitir otro impulso, es necesario que la neurona se repolarice, es decir, que recupere su estado electroquímico inicial.

5.2 Sueño reparador

Tanto el número de horas dormidas como la calidad del sueño inciden en el rendimiento al otro día. La exposición a ruido durante la noche redundará en sueño “liviano” y esto induce efectos secundarios, que son los que aparecen el día después de estar expuesto a ruido durante el sueño; en casos de hipersensibilidad, pueden prolongarse por varios días. Los efectos secundarios suelen incluir reducción del rendimiento intelectual y motriz, cansancio, somnolencia, mal humor, irritabilidad, disminución del nivel de atención (con los peligros que conlleva en determinadas actividades: conducir, manejar maquinaria), depresión, aumento de la agresividad.

5.3 Ruido y comunicación

En una conversación normal, la comprensión depende del nivel sonoro emitido al hablar, de la entonación, de la pronunciación, de la distancia entre el hablante y su interlocutor, del nivel y las características del ruido de fondo o circundante, de la agudeza auditiva y capacidad de atención de los protagonistas.

Aunque no siempre se tiene conciencia de ello, el oído es un órgano principal en la inserción social y en la comunicación, mucho más que la visión. Quien no oye, que además no ostenta ningún “indicador externo” de ello, queda excluido de cualquier interacción social que implique códigos sonoros –y hoy en día esto es más que usual-, a menos que se avenga a informar de su patología a los demás o que alguien se dé cuenta de que porta en su oído ese minúsculo adminículo para ayudarse en su lucha contra el aislamiento que impone la sordera (González, 2004).

Sin embargo, en la adolescencia la exposición a elevados niveles sonoros (música a alto volumen, motos con escape libre, bandas que ensayan en lugares no acondicionados para ello, entre otras opciones) es una forma de agredir y agredirse (Romano, 2000). Manifiesta la búsqueda voluntaria de la incomunicación, expresando a la vez una especie de autocastigo y erigiendo una barrera invisible para separarse (por lo menos auditivamente) del entorno y pese a ello no pasar desapercibido (González, 2004); es más, interrumpe a los demás para obligarlos a ocuparse de él, aunque más no sea para maldecirlo.

Además de las respuestas fisiológicas vinculadas a secreción hormonal, que en sí mismas pueden estar acompañadas por actitudes y acciones agresivas, tanto enoja a quien no desea comunicarse que cese el ruido ensordecedor, como el no poder hacerse oír a quien desea ser escuchado.

6. El enfoque neosociacionista

Una de las teorías más aceptadas en la actualidad acerca de la agresividad es la teoría cognitiva neosociacionista (Carrillo Castro, 2007). Hacia 1990, Leonard Berkowitz revisó su propuesta inicial publicada unos 20 años atrás acerca del origen de las conductas agresivas (Penado Arbilleira, 2012). Según Carrillo Castro (2007), Berkowitz indica que los afectos negativos provocan estados emocionales o cognitivos y pautas motoras asociadas a él en un camino direccional. Propugna un enfoque multicausal acerca de la agresividad, considerando tres dimensiones: los aspectos genéticos y biológicos de la persona, el condicionamiento previo o “aprendizaje social” y el reconocimiento de aspectos de la situación o “indicios agresivos” que llevan a facilitar la concreción de la agresión o a inhibirla.

En el modelo de Berkowitz, no sólo las emociones negativas asociadas a eventos aversivos son importantes: las cogniciones juegan un papel relevante a la hora de producir la respuesta agresiva (Penado Arbilleira, 2012). Para explicar la relación entre los sentimientos negativos producidos por una situación aversiva y la respuesta agresiva, afirma que existe una asociación entre un afecto negativo o sentimiento desagradable

y pensamientos, recuerdos y reacciones motoras que pueden llevar al sujeto a dos circunstancias: o bien un sentimiento de huida de la situación desagradable (temor rudimentario) o bien la respuesta de lucha agresiva.

Según Berkowitz, la frustración sólo origina una “disposición” para que los actos agresivos se manifiesten. Esta disposición, que se puede considerar como hostilidad o ira, pueden acompañarse de multitud de hechos incitadores de afectos negativos, tales como ser atacado o incluso hábitos agresivos ya adquiridos, que incrementarían la disposición a agredir. En presencia de tales “indicios agresivos”, entendidos a modo de paso intermedio entre la disposición afectiva para agredir y la respuesta agresiva será que se materializará o no la agresión. Dicho de otro modo, los indicios agresivos podrían volcar la situación hacia un desenlace de agresión o de inhibición de la agresividad.

Explica Penado Abilleira (2012):

“(…) en el planteamiento neoasociacionista, acontecimientos como frustración, provocaciones, ruidos altos, temperaturas molestas, olores desagradables, producirían afectos negativos. Automáticamente se estimularían ideas, recuerdos, reacciones motoras expresivas y respuestas fisiológicas asociadas a luchar; activándose emociones primitivas como ira o miedo. De esta forma, se crearían asociaciones fuertes en la memoria de modo que un estímulo cualquiera puede disparar toda la respuesta. Es un modelo especialmente útil para explicar la agresión hostil.”

7. Reflexión final

Plantea Estivill: “La gente que está sometida a niveles altos de ruido es más agresiva y menos tolerante” (Vázquez, 2011).

El ruido es hoy no sólo causa de severas afectaciones a la salud pública: es un factor esencial sobre el que se debe actuar si verdaderamente se desea detener la creciente agresividad de las sociedades actuales y recuperar la solidaridad perdida. Es hora de reflexionar acerca de la necesidad de priorizar el abatimiento de la contaminación sonora, ya no sólo desde la perspectiva de la calidad ambiental sino de la calidad de vida.

Referencias

- Alimohammadi, I.; Nassiri, P.; Azkhosh, M.; Hoseini, M. Factors affecting road traffic noise annoyance among white-collar employees working in Tehran. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 2010, Vol. 7, No. 1, pp. 25-34.
- Alonso, Francisco; Esteban, Cristina; Calatayud, Constanza; Sanmartín, Jaime; Montoro, Luis; Tortosa, Francisco; Toledo, Francisco; Egido, Ángel; Sanfeliu, Antonio (2002). La agresividad en la conducción: Una visión a partir de las investigaciones internacionales. Cuadernos de Reflexión Attitudes, 2002, ISBN: 84-921875-2-2
- Benítez de Fornerón, Antonia; Cubilla de Cabañas, Mirta Rosa; Zanotti Cavazzoni, Juan Carlos. La agresividad en el ambiente: su detección y nuevo modelo terapéutico. Revista de Ciencia y Tecnología (Universidad Nacional de Asunción, Paraguay) 1996: 1(2) pp.119-130.
- Bernabeu Taboada, D. Efectos del Ruido sobre la Salud. Biblioteca-Médica Ruido - Plataforma Estatal de Asociaciones Contra el Ruido (PEACRAM). 2009.
- Carrillo Castro, Roberto Carlos. Análisis teórico de las características de personalidad en personas violentas. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte, 2007.
- Castro-Sierra, Eduardo; Chico Ponce de León, Fernando; Portugal Rivera, Alison (2005). Neurotransmisores del sistema límbico. I. Amígdala. Primera Parte. Salud Mental, Vol. 28, No. 6, pp. 27-32, diciembre 2005.
- Fisher, K. Vida de Kant. Revista Contemporánea, tomo I, volumen III, 15 / 01 / 1876, pp. 370-382. Madrid, España.
- Fontán, M. Por la noche toleramos menos número de decibelios. Entrevista con José Manuel García de la Villa. Faro de Vigo. 20-03-2005 PEACRAM (Plataforma Estatal de Asociaciones Contra el Ruido). Zaragoza, España.
- García García, Ana María. Estudio de los efectos del ruido ambiental sobre la salud en medios urbanos y laborales. Valencia, España: Universitat de Valencia. Conselleria de Sanitat y Consum. Generalitat Valenciana. 182 pp., 1991.
- García Sanz, B.; Garrido, F. J. La contaminación acústica en nuestras ciudades. © Fundación “La Caixa”; 2003. Disponible en: www.estudios.lacaixa.es
- Gómez, C. (2014). Factores asociados a la violencia: revisión y posibilidades de abordaje. Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología, 7(1), 115-124.
- González, A. E. (2004). Riesgos de la exposición a ruido en infancia y adolescencia. En: 2º Congreso de Pediatría Ambulatoria, Montevideo, Uruguay. 2004.
- González, Alice Elizabeth (2012). Contaminación Sonora y Derechos Humanos. Serie Investigaciones: Derechos Humanos en las Políticas Públicas. N° 2. Investigación realizada para la Defensoría del Vecino de Montevideo. 463 pp., 2012. Disponible en: <http://www.defensor-delvecino.gub.uy/IMAGINES/Foro%20Defensor%C3%ADas%20Locales/DDHHA.pdf>
- Heinonen-Guzejev, Marja; Vuorinen, Heikki S.; Mussalo-Rauhamaa, Helena; Heikkilä, Kauko; Koskenvuo, Markku; Kaprio, Jaakko (2005) Genetic Component of Noise Sensitivity. J of Twin Research and Human Genetics, v.8 n.3, pp 245-249. doi:10.1375/twin.8.3.245.
- Heinonen-Guzejev M, Jauhiainen T, Vuorinen H, Viljanen A, Rantanen T, Koskenvuo M, Heikkilä K, Mussalo-Rauhamaa H, Kaprio J. Noise sensitivity and hearing disability. Noise Health [serial online] 2011; 13:51-8. Available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2011/13/50/51/74000>
- Heinonen-Guzejev M, Koskenvuo M, Mussalo-Rauhamaa H, Vuorinen HS, Heikkilä K, Kaprio J. Noise sensitivity and multiple chemical sensitivity scales: Properties in a population based epidemiological study. Noise Health [serial online] 2012; 14:215-23. Available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2012/14/60/215/102956>
- Lam, K.C.; Brown, A. Lex; Kamp, I van; Wong, T.W.; Chan, Y.K.; Yeung, M.K.L.; Lui, A.; Law, C.W.; Chung, Y.T. A large scale study of the health effects of transportation noise in Hong Kong. En: Acoustics 2012, Hong Kong.
- López Barrio, Isabel; Carles, José Luis; Herranz, Karmele. El estudio de los aspectos perceptivos

- en la acústica ambiental. *Revista de Acústica*. Vol. XXXI. Nos 3 y 4, pp.1-5, 2000.
- López Mejía, David Iñaki; Valdovinos de Yahya, Azucena; Méndez-Díaz, Mónica; Mendoza-Fernández, Víctor (2009). El Sistema Límbico y las Emociones: Empatía en Humanos y Primates. *Psicología Iberoamericana*, vol. 17, núm. 2, julio-diciembre, 2009, pp. 60-69. Universidad Iberoamericana, México.
- Martimportugués, C.; Gallego, J.; Ruiz, F. D. Efectos del ruido comunitario. *Revista de Acústica (Madrid, España)* 2003; 34(1-2): pp. 31-39.
- Miyara, F. (2001) Ruido, juventud y derechos humanos. En: I Congreso Argentino - Latinoamericano de Derechos Humanos: "Una Mirada desde la Universidad". 2001.
- Orozco-Medina, M.; Orozco-Barocio, A.; Figueroa-Montaña, A.; Ochoa-Ramos, N. Discusión en torno a los efectos del ruido ambiental en el sistema inmune. En: 160th ASA meeting, 7º Congress FIA, 17º Congress IMA, 2nd Pan-American and Iberian Meeting on Acoustics, Cancún, México, 2010.
- Penado Abilleira, María. Agresividad reactiva y proactiva en adolescentes: efecto de los factores individuales y socio-contextuales. [Tesis Doctoral]. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Psicología, 2012.
- Ramírez, J. M. Bioquímica de la agresión. *Psicopatología Clínica, Legal y Forense*. 2006: 5, pp 43 - 66.
- Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española, Ed. 22ª. Recuperado de: <http://rae.es>
- Rinaldi Corbo, José Luis. Comunicación personal. Maldonado, Uruguay. 2012.
- Romano, S. Adicción al ruido como respuesta a la ausencia del vínculo afectivo. En: Terceras Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica, Rosario, Argentina. 2000.
- Saavedra J., Díaz, W., Zúñiga, L., Navia, C., Zamora, T. (2015). Correlación funcional del sistema límbico con la emoción, el aprendizaje y la memoria. *Morfología*, Vol. 7, No. 2, pp. 29-44, año 2015.
- Sáenz Cosculluela, I. Conferencia inaugural. En: I Congreso Nacional contra el Ruido: ruido, salud y convivencia. Zaragoza, España: Peacram, Plataforma Estatal contra el Ruido; 2004.
- Schreckenbergé D, Griefahn B, Meis M. The associations between noise sensitivity, reported physical and mental health, perceived environmental quality, and noise annoyance. *Noise Health* [serial online] 2010; 12:7-16. Disponible en: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2010/12/46/7/59995>
- Van Kamp, I; Lam, KC; Brown, AL; Wong, TW; Law, CW. Sleep-disturbance and quality in Hong Kong in relation to nighttime noise exposure. En: *Acoustics 2012*, Hong Kong.
- Vázquez, M. Eduard Estivill. La gente que está sometida a niveles altos de ruido es más agresiva y menos tolerante. Valencia, España: Levante-EMV.com, 23-01-2011. Disponible en: http://www.sorolls.org/docs/noticiacast_8_12_08.htm

Adolescencia y Salud Auditiva

Mario René Serra
Ester Cristina Blassoni
María de los Ángeles Hinalaf

Resumen

Presentación resumida del trabajo sistemático que se realiza desde hace dos décadas, con abordaje inter y multidisciplinario, para dar respuesta científica a un problema social de estos tiempos referido al deterioro temprano de la audición en la adolescencia por la sobreexposición a altos niveles sonoros de música. Se describen las dos primeras etapas de trabajo ya cumplimentadas, y una tercera en desarrollo, con los estudios llevados a cabo en cada una de ellas, el conjunto de variables analizadas, la metodología aplicada y las actividades de intervención realizadas. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran: (a) el comportamiento de riesgo para la salud auditiva observado en un porcentaje alto de los adolescentes participantes -14/15 a 17/18 años de edad- al exponerse frecuentemente, y durante tiempos prolongados, a niveles sonoros peligrosos de música, $L_{Aeq} > 100$, presentando desplazamientos significativos del umbral auditivo, especialmente en el rango extendido de alta frecuencia y extendiéndose hacia el rango convencional en algunos casos; (b) la utilidad de incluir en los estudios audiológicos pruebas que sirvan como predictoras tempranas del daño auditivo y la predisposición individual al mismo; (c) la necesidad de concientizar desde los primeros años de la infancia sobre el ruido y sus efectos sobre la salud, mediante actividades de intervención adecuadas. Finalmente, se brindan elementos y pautas para la implementación de programas que permitan el diagnóstico temprano del deterioro auditivo y colaboren con su prevención y remediación.

1. Introducción

La afición cada vez más acentuada de adolescentes y jóvenes de exponerse a altos niveles sonoros de música, en distintas situaciones de su vida cotidiana, constituye un “comportamiento de riesgo” dado que es una de las causas principales del deterioro auditivo prematuro en esa franja etaria (Bohlin y Erlandsson, 2007). En la mayoría de los casos, los niveles de *inmisión sonora* superan los 100 dBA, posicionándose en la categoría de “peligrosos” para la salud auditiva (Serra et al., 2007). Esos niveles sonoros se incrementan en forma paralela con los avances tecnológicos que permiten la aparición de dispositivos cada vez más potentes en cuanto a su emisión sonora, originando una relación inversa entre “avance tecnológico” y “conservación de la audición”

(Biaassoni et al., 2011). Estas fuentes sonoras constituyen el denominado “ruido no ocupacional” o “ruido social” en contraposición al “ruido ocupacional” propio de los ambientes laborales.

Con respecto al ruido ocupacional, existen regulaciones nacionales e internacionales que reglamentan las medidas necesarias para proteger la salud auditiva del trabajador y su cumplimiento es obligatorio. En Argentina se estableció 85 dBA como el nivel sonoro límite entre exposición “peligrosa” y “no peligrosa” para 8 horas diarias de exposición a ruido en los lugares de trabajo. Para que la *inmisión de energía sonora* se mantenga constante, a cada incremento de 3 dBA de nivel sonoro (duplicación de energía), el tiempo de exposición debe reducirse a la mitad (Tabla 1).

En cambio, para las actividades de esparcimiento no existen regulaciones destinadas a proteger la salud auditiva, observándose falta de conciencia sobre la gravedad del problema y la necesidad de su remediación, a pesar de que organismos internacionales manifiestan su preocupación y advierten el aumento significativo a nivel mundial de “hipoacusias inducidas por ruido” en edades cada vez más tempranas (National Institutes of Health, 2000; Folmer et al., 2002). El Comité Científico sobre Riesgos de Salud Emergentes y Recientemente Identificados de la Comisión Europea (EC-SCNIHR, 2008) pronostica que en dos décadas los miembros de la comunidad de jóvenes con exposición social a ruido se triplicará en relación a la década de 1980, mientras que el ruido ocupacional habrá disminuido.

Tabla 1. Relación entre nivel sonoro y tiempo de exposición vigente en Argentina

Nivel sonoro	Tiempo de Exposición
85 dBA	8 horas
88 dBA	4 horas
91 dBA	2 horas
94 dBA	1 hora
97 dBA	30 minutos
100 dBA	15 minutos

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999) consideró la pérdida de audición por exposición excesiva a ruido como una de las “enfermedades irreversibles más frecuentes”, especialmente entre los jóvenes, destacando la importancia de la detección temprana y la necesidad de implementar estrategias educativas tendientes a la prevención y promoción de la salud auditiva. En un nuevo comunicado (2015) informó que más de 1.100 millones de jóvenes en el mundo están en riesgo de sufrir pérdidas de audición por el uso de dispositivos electrónicos y auriculares a niveles sonoros altos, mientras que ya hay más de 43 millones, entre 12 y 35 años, con discapacidades auditivas, considerando que esos mismos jóvenes se exponen también a niveles excesivos en discotecas, bares y eventos deportivos. Recientemente, la OMS (2017) elaboró un documento con una revisión de la literatura científica sobre

el riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido debida a la exposición a altos niveles sonoros en lugares recreativos y ocupacionales, con preponderancia de los primeros. Tiene por finalidad estimular la discusión para que se determinen los niveles límites de exposición a ser aplicados en la normativa para una “escucha saludable” en los lugares de esparcimiento y con el uso de reproductores personales de música, a la vez que propiciar una campaña de concientización de “Escucha Saludable”. Cabe mencionar también que la OMS tiene casi lista una aplicación APP que enviará mensajes cuando la dosis diaria de audición (tiempo vs. nivel sonoro) sobrepase el 50 %, 60 %, 90 %, etc. de la dosis de exposición recomendada.

Debe señalarse que el deterioro auditivo producido por exposición a ruido no sólo depende de factores propios del estímulo sonoro, sino también de la *sensibilidad auditiva individual* de padecer una hipoacusia inducida por ruido (Hinalaf, 2013).

Por su parte, el concepto de riesgo en el período adolescente ha cobrado gran importancia en los últimos años. Las conductas o situaciones específicas a las que se exponen pueden conducir a daños en el desarrollo que, a su vez, afectan sus potencialidades y deterioran su bienestar y salud (Cardozo, 2005). La “toma de riesgo” es entendida como la participación voluntaria en comportamientos que implican probabilidad de consecuencias negativas para la persona (Boyer y Byrnes, 2009). La exposición a música a altos niveles sonoros constituye un comportamiento de riesgo para la salud auditiva de adolescentes y jóvenes dado que la música se ha convertido en un elemento omnipresente en sus vidas, jugando un rol protagónico en el desarrollo individual y social de esa franja etaria (Abraham, 2017).

En Argentina, un alto porcentaje de jóvenes entre 20-25 años de edad son rechazados en el examen pre-ocupacional por problemas auditivos sin antecedentes clínicos que los justifiquen. La exposición excesiva a altos niveles sonoros desde edades tempranas puede tener efectos acumulativos que se manifiestan entre los 20-29 años, coincidiendo con el ingreso laboral, dada la duplicidad de las células ciliadas externas del oído interno (Müller et al., 2010).

El Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Asociada de CONICET, de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba de Argentina, incluyó en su quehacer científico el estudio de las pérdidas auditivas prematuras en los adolescentes, como consecuencia de la sobreexposición a ruido durante sus actividades recreativas, con la finalidad de dar respuesta científica al problema, implementar estrategias de acción dirigidas a prevenir el daño y promocionar la salud auditiva, a la vez que contribuir en la elaboración de normas y reglamentaciones pertinentes. Se abordó inter y multidisciplinariamente la problemática incluyendo en los estudios que se llevan a cabo los aspectos Audiológico, Psicosocial y Acústico a fin de analizar en forma conjunta las distintas variables intervinientes.

Desarrollo

Primera Etapa. Se llevó a cabo una investigación a largo plazo, como modelo de medición referencial, que cumplimentó con normas nacionales e internacionales y contó con el asesoramiento del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (Instituto Federal Físico-Técnico) de Alemania, para el estudio de la inmisión sonora y sus efectos en la audición de los adolescentes en relación con variables físicas y psicosociales (Serra et al., 2003; Serra et al., 2005; Biassoni et al., 2005). Se concretó el estudio en dos escuelas de nivel socio económico medio-alto, realizando un seguimiento durante cuatro años a un grupo de varones (n=102) y otro de mujeres (n=72) desde los 14/15 hasta los 17/18 años de edad, siendo testeados anualmente.

Para el *Estudio Audiológico* se instaló en cada escuela una cabina audiométrica diseñada y construida acorde a los requerimientos de las Normas ISO 8253-1:1989 e IRAM 4028-1:1992 en lo referente a aislamiento sonoro. Las pruebas aplicadas fueron: 1) Cuestionario de estado auditivo, 2) Otoscopía; 3) Audiometría en el rango convencional de frecuencias (125–8000) Hz; 4) Audiometría en el rango extendido de alta frecuencia (8000–16000) Hz, para comprobar su validez como “predictora temprana” de las hipoacusias inducidas por ruido. El equipamiento de medición y la toma de pruebas cumplimentaron con los requerimientos de las Normas IEC 60645-1:1993 y 60645-4:1994 e IRAM 4075:1995.

Para el *Estudio Psicosocial* se aplicaron las siguientes pruebas: 1) Cuestionario de hábitos recreativos, 2) Escala de actitudes hacia la música a altos niveles sonoros, 3) Escalas del diferencial semántico.

Para el *Estudio Acústico* se implementaron sistemas ad hoc de medición para realizar mediciones periódicas, en forma disimulada, de inmisión sonora en discotecas y por el uso de equipos personales de música (Serra et al., 2007b), las dos actividades preferidas por los adolescentes.

Resultados. Al cabo de los cuatro años de estudio se observó aumento progresivo de la participación en actividades recreativas musicales por parte de los adolescentes. A su vez, a mayor agrado e inclinación por la música a altos niveles sonoros mayor la participación en dichas actividades. La asistencia a discotecas se incrementó significativamente a partir del tercer año de estudio, alcanzando una frecuencia de 4 a 6 veces por mes, con un tiempo de permanencia entre 3 a 5 horas. Un porcentaje importante de adolescentes quedaba con efectos auditivos posteriores (acúfenos) que a veces persistían hasta el día siguiente. Las mediciones acústicas realizadas en las 5 discotecas más concurridas por los adolescentes estudiados mostraron los siguientes valores de niveles sonoros continuos equivalentes en decibeles compensados A (L_{Aeq}): 109.6 - 112.4 - 108.4 - 110.7 - 111.9, excediendo en todos los casos los 100 dBA.

El análisis de los audiogramas en el tercer año del estudio mostró desplazamiento significativo del umbral auditivo (UA) -en la bibliografía internacional *hearing level* (HL)- con respecto al primer año -más de 30 dB en algunos casos- en 21 varones y 10 mujeres; desplazamiento confirmado al año siguiente, o sea, en el cuarto año del

estudio. A consecuencia de ello, ambos grupos, varones y mujeres, se dividieron en: *Subgrupo 1*, adolescentes con desplazamiento del UA no mayor a 20 dB en todas las frecuencias de los rangos convencional y extendido de alta frecuencia; *Subgrupo 2*, adolescentes con desplazamiento del UA mayor a 20 dB en una o más frecuencias de los dos rangos evaluados. La Figura 1 muestra los UA promedio de ambos subgrupos, para los varones y las mujeres, en el cuarto año del estudio.

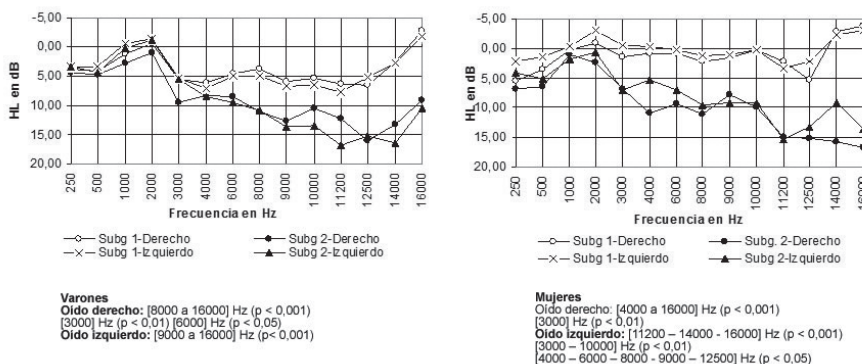
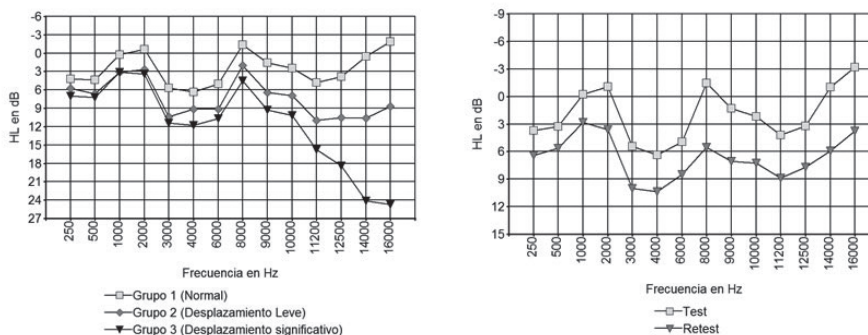


Figura 1. Comparación de los umbrales auditivos promedio de ambos oídos de los Subgrupos 1 y 2 de los varones y las mujeres en el cuarto año del estudio

Los UA promedio del Subgrupo 2, de ambos sexos, muestran un desplazamiento significativo con respecto a los del Subgrupo 1.

En la Figura 2 se presenta un caso típico del Subgrupo 2, un adolescente con alta participación en actividades recreativas caracterizadas por altos niveles sonoros y sin actividad laboral. Se compara el UA, por oído, entre el primer y último año del estudio.

Figura 2. Umbral auditivo de un adolescente con alta participación en actividades recreativas musicales



Los adolescentes del Subgrupo 2 no presentaban ningún trastorno fisiológico en su aparato auditivo, ni antecedentes laborales que justificaran los desplazamientos del UA encontrados; sólo tenían alta participación en actividades recreativas musicales, especialmente a partir del tercer año de estudio. Los adolescentes del Subgrupo 1 mostraron tendencia a incrementar los niveles del UA en el transcurso del estudio, aunque permanecieron por debajo de los 20 dB en todas las frecuencias. Un porcentaje de esos adolescentes tenían también alta participación en actividades recreativas musicales.

Segunda Etapa. Se implementó un Programa de Conservación y Promoción de la Audición en el que participaron adolescentes de un grupo de Escuelas Técnicas de donde proviene un alto porcentaje de aspirantes a puestos de trabajo en establecimientos fabriles, por egresar con un título que los habilita para incorporarse al mundo laboral como Técnicos Especialistas en la rama de formación elegida. El Programa, con abordaje holístico, consistió en la realización de una primera evaluación de los adolescentes (test) a los 14/15 años de edad y una segunda evaluación (retest) a los 17/18 años, a la vez que se iniciaron actividades de concientización dirigidas a prevenir la pérdida auditiva y promover la salud auditiva (Serra et al., 2007; Serra et al., 2014; Biassoni et al., 2014).

Al participar varios centros educativos fue necesario contar con un laboratorio móvil para la realización del estudio audiológico que permitiera su desplazamiento entre las escuelas participantes, a la vez que mantener los procedimientos de calidad establecidos por las Normas ya citadas. El laboratorio se diseñó y construyó sobre la base de un vehículo utilitario, subdividido en dos ambientes: cabina audiométrica y sector para el audiólogo con el equipamiento correspondiente.

Se llevaron a cabo los Estudios Audiológico, Psicosocial y Acústico. Para el Estudio Audiológico se agregó, a las pruebas usadas en la etapa anterior, la aplicación de: (1) timpanometría, para conocer el estado del oído medio (su buen estado era una de las condiciones exigidas para integrar la muestra de estudio); (2) otoemisiones acústicas (OEA), para evaluar el estado mecánico de la cóclea; (3) supresión contralateral, a partir de las OEAs, para evaluar el funcionamiento del sistema eferente medial (SEM). Para los Estudios Psicosocial y Acústico se usaron las mismas pruebas y procedimientos que en la Primera Etapa.

Resultados. Se comentan algunos de los resultados más significativos obtenidos en una de las escuelas, donde participaron en el test 172 adolescentes, aunque este número se redujo a 59 adolescentes en el retest debido a la movilidad escolar producida en los años intermedios por cambios de escuela y deserción escolar. Los 172 adolescentes que participaron en el test, con 14/15 años de edad, fueron clasificados en tres grupos de acuerdo al desplazamiento de sus UAs en ese momento. Dado que los perfiles audiométricos no mostraron diferencia significativa entre oídos ($p>0,05$), se procesaron estadísticamente ambos oídos juntos. Los grupos quedaron conformados como sigue: **Grupo 1:** UA normal (hasta 18 dB) en todas las frecuencias (Test: $n=112$, Retest: $n=49$). **Grupo 2:** UA con desplazamiento leve (hasta 24 dB) en al menos una

frecuencia (Test: n=21, Retest: n=4). **Grupo 3:** UA con desplazamiento significativo (superior a 24 dB) en al menos una frecuencia (Test: n=39, Retest: n=6). Se encontraron diferencias significativas entre los perfiles audiométricos de los tres Grupos: (a) Grupos 1 y 2 ($p<0,01$) en todas las frecuencias; (b) Grupos 2 y 3 ($p<0,05$) en el rango extendido de alta frecuencia (10000 a 16000) Hz; (c) Grupos 1 y 3 ($p<0,01$) en todas las frecuencias. La Figura 3 muestra los perfiles audiométricos de los tres grupos de adolescentes en el test.

En el retest, debido al número bajo de participantes, sólo los datos correspondientes al Grupo 1 (49 adolescentes) fueron procesados estadísticamente y comparados con los resultados obtenidos en el test por los mismos adolescentes. La Figura 4 muestra la comparación entre los perfiles audiométricos del Grupo 1 en test y retest.

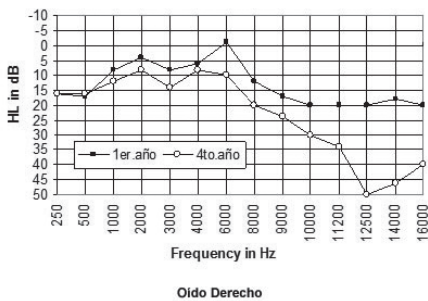


Figura 3. Comparación de los perfiles audiométricos correspondientes a los grupos de adolescentes

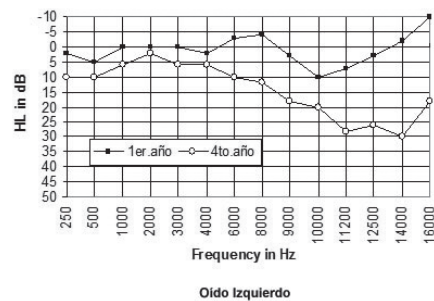


Figura 4. Comparación de los perfiles audiométricos del Grupo 1 en test y tres retest

Los resultados de las otoemisiones acústicas transitorias (OEAT) mostraron en el test disminución de la amplitud ($p<0,05$) en concordancia con el aumento del UA encontrado en los perfiles de los tres grupos en que se clasificaron los adolescentes. En el retest, donde se procesaron estadísticamente sólo los datos correspondientes a los 49 adolescentes del Grupo 1 y se los comparó con los resultados que obtuvieron en el test, se observó también disminución de la amplitud ($p<0,001$) en concordancia con el aumento del UA en la segunda toma de las pruebas.

Los resultados de la supresión contralateral para evaluar el funcionamiento del SEM, obtenidos en esta etapa, serán comentados al describir la Tercera Etapa donde se profundiza el estudio de este sistema.

El estudio psicosocial mostró que en el test un grupo de adolescentes ya tenía alta participación en actividades recreativas con música, mientras que en el retest la mayoría de los adolescentes habían incrementado significativamente su participación en tales actividades. A su vez, los niveles sonoros medidos en los lugares de diversión, preferidos por esta nueva muestra de adolescentes, excedían en todos los casos los 100 dBA de nivel sonoro continuo equivalente, al igual que en la primera etapa.

Tercera Etapa. Esta nueva etapa, actualmente en desarrollo, tiene por finalidad: (a) Continuar con la investigación en temas puntuales, surgidos de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, que puedan contribuir a la conservación de la audición, y a los efectos de integrar un Screening Auditivo-Psicoacústico; (b) Incrementar las actividades de concientización, iniciadas en la segunda etapa, sobre los efectos del ruido en la salud y bienestar de las personas mediante diversas estrategias de intervención.

Avances en estudios sobre temas puntuales para la conservación de la audición

Aspecto auditivo. En la Segunda Etapa, se incorporó el estudio de la supresión contralateral para evaluar el SEM, mostrando que el conocimiento sobre el estado de este sistema podría ser un indicador temprano de la vulnerabilidad auditiva. Se entiende por “vulnerabilidad auditiva” a la predisposición al daño de la audición producida por la exposición a ruido, lo cual da origen a la clasificación de los oídos en: “oídos sensibles o lábiles” más vulnerables al ruido, y “oídos duros” más tolerantes al impacto acústico excesivo sin daño auditivo evidente. Dado que el mecanismo subyacente de este fenómeno no se conoce en su totalidad, resulta de gran importancia el estudio del SEM y su función protectora en la exposición excesiva a ruido (Maison y Liberman, 2000) o también denominada función refleja intrínseca coclear (Werner, 2001). El SEM se encuentra conformado por un conjunto de fibras que desciende desde el tronco cerebral hacia la cóclea y modula la actividad del oído interno, más precisamente a las células ciliadas externas (Rasmussen, 1946; Warr y Guinan, 1979). En la Segunda Etapa, se trabajó longitudinalmente aplicando tres metodologías distintas en la supresión contralateral de las OMS, comprobando que sólo una de ellas resultó más sensible a la detección de cambios en el estado del SEM (Hinalaf et al., 2011a; Hinalaf et al., 2011b; Hinalaf et al., 2011c; Hinalaf, 2013; Maggi et al., 2016).

En la etapa actual, se implementó un Protocolo Inicial de evaluación del estado del SEM para ser explorado en jóvenes, destacando la utilidad de esta prueba como una herramienta predictora que permitiría indicar la mayor o menor vulnerabilidad al deterioro temporal o permanente de la audición. Además de considerar la vulnerabilidad auditiva, se avanza sobre el estudio de las siguientes manifestaciones subjetivas de la audición: existencia de dificultades en entender el habla en situación de ruido, aumento de la sensibilidad a los sonidos (hiperacusia) y presencia de acúfenos, que también estarían relacionadas con el funcionamiento del SEM. Estas señales indicativas de posibles trastornos auditivos pueden pasar desapercibidas, dado que no son detectadas por los métodos tradicionales de medición. Esta situación se denomina en la literatura reciente como “pérdida auditiva oculta”, ya que la persona que la padece aparenta tener “una audición normal” (Plack et al., 2014; Liberman et al., 2016). Así pues, en esta Tercera Etapa se estudian otras funciones importantes que se le atribuyen al SEM con implicaciones subjetivas en la audición, como la asociación de la ausencia o disminución de la actividad del SEM y anomalías en las respuestas de la supresión contralateral de las OMS con la presencia de acúfenos (Grill et al., 2016;

Hinalaf et al., 2016, Hinalaf et al., 2017); por otro lado, se realizan investigaciones referidas a las dificultades en la discriminación de habla en presencia de ruido de fondo y el SEM; además del estudio de las respuestas de la supresión contralateral antes y después de distintas exposiciones a ruido recreativo.

Actualmente, tanto la metodología de la supresión contralateral de las OEA como las utilidades y aplicaciones clínicas continúan siendo investigadas y aún carecen de un consenso de criterio para lograr validar esta prueba a nivel internacional. Por ello la importancia de avanzar con investigaciones que permitan detectar y prevenir de manera temprana, alteraciones que puedan afectar de forma permanente las funciones auditivas en las etapas adolescente y juvenil.

Aspecto psicosocial.

El sostenido incremento en la participación de adolescentes y jóvenes en actividades que suponen “comportamientos de riesgo” para su salud hace que deba orientarse la investigación a la búsqueda de las variables psicológicas y sociales que subyacen a tales comportamientos (Boyer y Byrnes, 2009). En la actualidad, la exposición a altos niveles sonoros de música en distintas actividades constituye un comportamiento de riesgo para la salud auditiva y dentro de esas actividades se halla el uso inadecuado de reproductores personales de música (RPM) (Abraham et al., 2011). Dado el auge que estos dispositivos han tenido en los últimos años en términos de difusión y tecnología, se profundizó el estudio de las variables psicológicas intervinientes en este comportamiento específico, tomando como marco de referencia el enfoque de la Toma de Riesgo (Abraham, 2017).

Se probó un modelo explicativo del comportamiento “uso de RPM” que contempló (a) variables cognitivas: “percepción de riesgos” y “percepción de beneficios”; (b) variables emocionales: “búsqueda de sensaciones”, “impulsividad” y “regulación emocional”. Se construyó y validó un instrumento para medir las variables cognitivas “percepción de riesgos y beneficios”. Para la medición de las variables emocionales se usaron pruebas ya existentes. A través de la técnica de Modelo de Ecuaciones Estructurales, se puso a prueba el modelo propuesto. Los resultados mostraron que las variables cognitivas “percepción de riesgos” y “percepción de beneficios” tienen un alto valor predictivo del comportamiento de los adolescentes de usar RPM y, en consecuencia, son las variables con mayor relevancia en la explicación de ese comportamiento. Ello significa que los adolescentes que más usan RPM perciben más beneficios y menos riesgos, percibiendo sus gratificaciones inmediatas e ignorando las consecuencias futuras de tal comportamiento, al mismo tiempo que estos adolescentes se caracterizan por mayor tendencia a buscar sensaciones y mayor nivel de impulsividad. Así, el uso de RPM, considerado como un comportamiento de riesgo, quedó explicado por las variables cognitivas analizadas y algunas de las variables emocionales en forma similar a todos los comportamientos de riesgo más estudiados en la literatura actual, brindando orientación para el diseño de programas de promoción de la salud en adolescentes.

Aspecto acústico.

En la actualidad los altos niveles sonoros de música ya no están circunscriptos sólo a discotecas y lugares bailables sino que se han hecho extensivos a todos los ambientes en que se desarrollan las distintas actividades recreativas. Por ello, en esta etapa, se llevan a cabo mediciones de niveles sonoros en otros lugares cerrados de esparcimiento como restaurantes, pubs, gimnasios, además de continuar con las mediciones de RPM.

Actividades de concientización sobre los efectos nocivos del ruido

Las costumbres y hábitos que caracterizan a los adolescentes en la actualidad contribuyen al detrimento temprano de su salud auditiva y por ende a su calidad de vida futura. La corta edad de esta franja etaria hace que desconozcan el “daño probable”, siendo misión de los adultos responsables de su formación ayudarlos en la toma de conciencia sobre la necesidad de preservar su audición y su salud en general. En el marco del Programa implementado en la Segunda Etapa se iniciaron las actividades de concientización las que se incrementaron en la etapa presente mediante la aplicación de diversas estrategias de intervención. Se entiende por “estrategia” la planificación de una guía de acción orientada, en este caso, a la “toma de conciencia” sobre los efectos del ruido en detrimento de la salud y bienestar del individuo.

En la primera de las actividades llevadas a cabo en un grupo de escuelas, la estrategia de intervención seleccionada priorizó el involucramiento activo de los adolescentes mediante la capacitación de *Adolescentes Promotores de Salud Auditiva*, a través de talleres dinámicos, a cargo de profesionales de diferentes disciplinas, que les aportaban los conocimientos necesarios y promovían experiencias auténticas de aprendizaje. Posteriormente, y basándose en la técnica denominada “Educación entre Pares”, estos adolescentes eran los encargados de transmitir lo aprehendido al resto de la escuela. Esta técnica posibilita una buena receptividad por parte de los compañeros debido a la utilización de lenguaje y códigos compartidos, propios de la edad, y a la gran cercanía cultural que mantienen entre sí.

El trabajo con los adolescentes mostró la necesidad y conveniencia de iniciar las acciones de promoción de salud en edades tempranas para crear “conciencia de riesgo” y “motivar” cambios de los comportamientos a partir de la escuela primaria, etapa en la que el niño es más propenso a internalizar los conocimientos impartidos por el docente. Al mismo tiempo, la niñez es la etapa óptima para transferir al medio familiar lo aprehendido en la escuela. En esta oportunidad, la estrategia de intervención estuvo dirigida a la “Formación de Formadores”, siendo los destinatarios directos los docentes de escuelas municipales de la ciudad de Córdoba, de todas las áreas del conocimiento, y los destinatarios indirectos los niños que concurren a esos establecimientos educativos. Se capacitó a los docentes en el diseño de estrategias de intervención para la promoción de la salud auditiva y se los acompañó en el desarrollo de un plan de acción concreto para llevarlo a cabo en sus propias instituciones educativas.

Un nuevo aporte realizado a fin de promocionar la salud auditiva lo constituye la elaboración del “*Manual de Buenas Prácticas*”, de reciente aparición, como resultado de la experiencia de tantos años de trabajo en el tema (Serra et al., 2015). El Manual, destinado a la comunidad educativa y a la comunidad en general, tiene por finalidad informar y formar sobre el ruido y sus consecuencias adversas, con la inclusión de conductas y acciones convenientes a adoptar para el cuidado de la salud auditiva. La aplicación de esta estrategia resulta de gran utilidad a los fines de una mayor difusión de la problemática conjuntamente con medidas de remediación, dado que posibilita ser ampliamente distribuido y a su vez perdurar en el tiempo.

En forma paralela, también se llevan a cabo otras acciones de transferencia, dirigidas a distintos estamentos de la comunidad, consistentes en charlas, conferencias, entrevistas periodísticas para diarios, televisión y radio. Tienen como finalidad despertar conciencia en los ciudadanos sobre los riesgos de la sobreexposición a altos niveles sonoros de ruido, y en las autoridades sobre la necesidad de asumir la problemática e implementar las medidas necesarias para su mitigación.

Conclusiones y discusión

La sobreexposición a altos niveles sonoros de música, característica de los adolescentes y jóvenes de nuestros días, se ha constituido en un verdadero problema social dada la alta probabilidad de ser causa del deterioro temprano de la audición, lo que conlleva a dificultar el ingreso laboral en algunos casos y/o al detrimento de la salud y el bienestar general (OMS 1999, 2015, 2017; Serra et al., 2005, 2014; Blassoni et al., 2005, 2014; SCNIHR, 2008). Esta afición cada vez más acentuada, sumada a los avances tecnológicos de los dispositivos para transmisión de música, ha sido calificada como “comportamiento de riesgo” por las consecuencias negativas sobre la salud auditiva, exigiendo un abordaje holístico para evaluar las distintas variables intervinientes (OMS 1999, 2015, 2017; Bohlin y Erlandsson, 2007; EC-SCNIHR, 2008; Blassoni et al., 2011; Serra et al., 2014).

Los estudios aquí descriptos mostraron que los niveles sonoros a que se exponían los adolescentes participantes, de manera frecuente (4 y hasta 6 veces al mes) y durante tiempos prolongados (de 3 a 5 horas), especialmente en discotecas, excedían los 100 dBA de nivel sonoro continuo equivalente, constituyéndose en “exposiciones peligrosas” para la salud auditiva, si se tiene en cuenta lo reglamentado con respecto al ruido ocupacional. Siguiendo la relación Nivel Sonoro y Tiempo de Exposición expuesta en la Tabla 1, los adolescentes podrían permanecer en esos locales menos de 15 minutos. A ello hay que agregar el resto de exposiciones en diversas situaciones de la vida cotidiana y/o usando RPM. A su vez, los estudios audiológicos mostraron un porcentaje alto de los adolescentes, que se exponían a altos niveles sonoros de música, con desplazamientos significativos del umbral auditivo, especialmente en el rango extendido de alta frecuencia y extendiéndose hacia el rango convencional en algunos casos. Estos resultados estarían indicando la validez de la audiometría en el rango extendido de alta frecuencia (8000-16000) Hz como **predictor temprano de hipoacusia**

inducida por ruido, permitiendo prevenir sobre un posible daño futuro en el rango convencional, correspondiente a la audición social útil, si no se toman las medidas necesarias para cuidar la audición. Sin embargo, no todos los adolescentes con sobreexposición a música presentaron deterioro auditivo, lo cual estaría corroborando la existencia de una *sensibilidad auditiva individual*, es decir que hay personas más vulnerables que otras ante la exposición a ruido (Maison y Liberman, 2000; Hinalaf 2011).

Las hipoacusias inducidas por ruido se sustentan sobre la base de un triángulo cuyos vértices están constituidos por: (a) el nivel de presión sonora; (b) el tiempo de exposición; (c) las características personales de cada individuo. Este tercer vértice se refiere a la sensibilidad auditiva individual. Su conocimiento anticipado permitiría actuar preventivamente en situaciones riesgosas para la salud auditiva. De allí la importancia de continuar con los estudios sobre el SEM, que se desarrollan en la Tercera Etapa, dado que el conocimiento sobre el estado y actividad de este sistema estaría aportando información de gran utilidad tanto sobre la vulnerabilidad auditiva personal como en lo relativo a lo denominado por la reciente literatura como “pérdida auditiva oculta” manifestada a través de dificultades para entender el habla en situación de ruido, aumento de la sensibilidad a los sonidos y presencia de acúfenos.

Por otra parte, el abordaje holístico de la problemática ha permitido profundizar en el conocimiento de las variables psicológicas que subyacen en una de las principales actividades de los adolescentes -el uso de RPM- calificado como comportamiento de riesgo, lo cual brinda orientación para el diseño de programas de promoción de la salud auditiva, a la vez que sirve de modelo para aplicar en otras conductas actualmente riesgosas para la audición.

El que hacer científico que llevamos a cabo de manera sistemática desde hace dos décadas y la experiencia acumulada a lo largo del mismo nos lleva a señalar la importancia y la necesidad de implementar tres acciones conjuntas en pos de la Conservación y Promoción de la Audición, a saber:

- Concientizar sobre el ruido y sus efectos negativos sobre la salud, bienestar y calidad de vida de las personas, desde los primeros niveles del ciclo primario de enseñanza para que el niño asuma patrones de conducta saludables desde pequeño y a su vez transmita lo aprendido en la escuela a su medio familiar.
- Reglamentar sobre los ambientes sonoros adecuados para las distintas actividades que realiza el individuo: trabajo, estudio, diversión, deporte, etc. y exigir su cumplimiento. Esta acción se facilitará si existe una buena conciencia sobre los daños que puede producir el ruido.
- Evaluar periódicamente la función auditiva mediante una batería de pruebas que permitan la realización de un Screening Auditivo-Psicoacústico para obtener un diagnóstico exhaustivo que considere su estado actual y las proyecciones futuras de su evolución.

Referencias Bibliográficas

- Abraham, M.; Hinalaf, M.; Pavlik, M.; Biassoni, E. C.; Serra, M. R.; Joekes, S.; Righetti, A.; Yacci, M. R. y Pérez Villalobo, J. (2011). Deterioro Auditivo por Exposición a Música en Adolescentes Argentinos. *TECNIACÚSTICA*. Edit. Sociedad Española de Acústica.
- Abraham, M. (2017) Aproximación a un modelo explicativo de la exposición a altos niveles sonoros de música en la adolescencia. Tesis Doctoral defendida y aprobada el 02/06/2017. Facultad de Psicología. Universidad Nacional de Córdoba
- Biassoni, E.C., Serra, M.R., Richter, U., Joekes, S., Yacci, M.R., Carignani, J.A., Abraham, S., Minoldo, G. y Franco, G. (2005). Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: Development of hearing disorders. *International Journal of Audiology*, 44, 74-85.
- Biassoni, E.C.; Serra, M. R.; Pavlik, M.; Hinalaf, M.; Curet, C.; Pérez Villalobo, J.; Abraham, M.; Gauchat, S.; Joekes, S. y Righetti, A. (2011) Programa de Conservación y Promoción de la Audición en la Etapa Adolescente: Primeros Resultados. *Psicología y otras Ciencias del Comportamiento*. Editor: Universidad Adventista del Plata, Libertador San Martín, Entre Ríos.
- Biassoni, E., Serra, M.R., Hinalaf, M., Abraham, M., Pavlik, M., Pérez, J., Curet, C., Joekes, S., Yacci, M. y Righetti, A. (2014). Hearing and loud music exposure in a group of adolescents at the ages of 14-15 and retested at 17-18. *Noise y Health*, 16(72), 331-341.
- Bohlin, M. y Erlandsson, S. (2007). Risk behavior and noise exposure among adolescent. *Noise y Health*, 9, 55-63.
- Boyer, T. W. y Byrnes, J. (2009). Adolescent risk taking: integrating personal, cognitive and social aspect of judgment. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30, 23-33.
- Cardozo, G. (2005) *Adolescencia. Promoción de salud y Resiliencia*. Córdoba. Argentina: Brujas.
- European Commission, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2008). *Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function: Preliminary Report*. Brussels, Belgium. Available at: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihp/docs/scenihp_o_017.pdf. Recuperado el 17 de noviembre de 2010.
- Folmer, R. L.; Griest, S. E.; Martin, W. H. (2002) Hearing conservation education programs for children: a review. *J Sch Health* 72,51-57.
- Grill K., Ordoñez C. y Hinalaf M. (2016). *Acúfenos y vía eferente medial en adolescentes*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de Fonoaudiología. Córdoba.
- Hinalaf, M. (2013). *Supresión contralateral de otoemisiones acústicas y pruebas audiológicas subjetivas en la detección temprana de hipoacusias no ocupacionales en la adolescencia*. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hinalaf M., Biassoni E. C., Serra M. R., Pavlik M. L., Curet C., Abraham M., Perez Villalobo J., Joekes S., Righetti A. y Yacci M. R. (2011a). La vía eferente medial como mecanismo protector de la audición. *Revista Mecánica Computacional*, 30, 3157-3166.
- Hinalaf M., Maggi A. L., Biassoni E., Hüg M., Perez Villalobo J., Grill K, Ordoñez C. y Righetti A. (2016). Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in adolescents with and without Tinnitus. *In the 22nd International Congress on Acoustics*. Buenos Aires, Argentina.
- Hinalaf, M., Maggi, A. L., Hüg, M. X., Kogan, P., Villalobo, J. P., y Biassoni, E. C. (2017). Tinnitus, Medial Olivocochlear System, and Music Exposure in Adolescents. *Noise y Health*, 19(87), 95.
- Hinalaf M., Pavlik M. L., Biassoni E.C., Serra M. R., Curet C., Abraham M., Joekes S., Yacci MR. y Righetti A. (2011b). Estudio sobre la supresión contralateral de las otoemisiones acústicas transitorias, umbrales auditivos y hábitos recreativos en adolescentes. *Revista Areté Fonoaudiología*, 11(1), 55-69.
- Hinalaf, M.; Pavlik M.; Serra M.; Curet, C.; Joekes S. y Yacci, M. R. (2011). Hábitos recreativos y sensibilidad auditiva en adolescentes. *Psicología y otras Ciencias de Comportamiento*. Vol-

- umen II*. Capítulo 26. pp 505-523. Editor: Universidad Adventista del Plata, Libertador San Martín, Entre Ríos.
- Liberman M. C., Epstein M. J., Cleveland S. S., Wang H. y Maison S. F. (2016). Toward a Differential Diagnosis of Hidden Hearing Loss in Humans. *PLoS ONE* 11(9): e0162726.
- Maggi, A. L., Guignard, L. e Hinalaf, M. (2016). Supresión contralateral de otoemisiones acústicas producto de distorsión y transitorias. (Tesis). Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de Fonoaudiología.
- Maison, S. F. y Liberman, M. C. (2000). Predicting vulnerability to acoustic injury with a noninvasive assay of olivocochlear reflex strength. *J. Neurosci.*, 20, 4701–4707.
- Müller, J., Dietrich, S. y Janssen, T. (2010). Impact of three hours of discotheque music on pure-tone thresholds and distortion product otoacoustic emissions. *Journal Acoustical Society of America*. 128(4), 1853-1869.
- National Institutes of Health (2000) Healthy people 2010: focus area 28. Vision and hearing. Rockville, MD: Office of Disease Prevention and Health Promotion, U.S. Department of Health and Human Services.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (1999). Guías para el ruido urbano. Londres, Reino Unido.
- Organización Mundial de la Salud (2015). *Escuchar sin riesgos!* Recuperado de <http://www.who.int/topics/deafness/safe-listening/es/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017). Determination of risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: Review. Documento presentado en la reunión WHO-ITU Consultation on the Make Listening Safe Initiative, celebrada en Ginebra, Suiza el 6-7 de marzo de 2017.
- Plack C. J., Barker D. y Prendergast G. (2014). Perceptual Consequences of “Hidden” Hearing Loss. *Trends in Hearing*, 18, 2331216514550621.
- Rasmussen G. L. (1946). The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex. *Journal of Comparative Neurology*, 84:141-220.
- Serra, M. R.; Biassoni, E. C.; Richter, U. Development of hearing disorders in adolescents. A founded Argentine-German project in the field of hearing conservation. (2003) PTB Bericht MA-73 -Physikalisch-Technische Bundesanstalt – ISSN 0179-0595, ISBN 3-86509-026-3, Germany.
- Serra, M.R., Biassoni, E.C., Richter, U., Minoldo, G., Franco, G., Abraham, S., Carignani, J.A., Joekes, S., Yacci, M.R. (2005). Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: An interdisciplinary long-term study. *International Journal of Audiology*, 44, 65-73.
- Serra, M.R., Biassoni, E.C., Ortiz Skarp, A.H., Serra, M. y Joekes, S. (2007). Sound immission during leisure activities and auditory behaviour. *Applied Acoustics* 68(4), 403-420.
- Serra, M., Biassoni, E., Hinalaf, M., Pavlik, M., Pérez, J., Curet, C., Minoldo, G., Abraham, S., Moreno, J., Reynoso, R., Barteik, M., Joekes, S. y Yacci, M. (2007). Program for the conservation and promotion of hearing among adolescents. *American Journal of Audiology*, 16, 158-164.
- Serra, M., Biassoni, E., Hinalaf, M., Abraham, M., Pavlik, M., Pérez, J., Curet, C., Joekes, S., Yacci, M. y Righetti, A. (2014). Hearing and loud music exposure in 14-15 years old adolescents. *Noise y Health*, 16(72), 320-330.
- Serra, M. R., Hinalaf, M., Cortellini, M., Biassoni, E. C., Abraham, M., y Gilberto, G. Manual de Buenas Prácticas para la Salud Auditiva. Julio de 2015. Editorial Córdoba; Tinta Libre.
- Warr W. B. y Guinan J. J. (1979). Efferent innervation of the organ of Corti, two separate systems. *Brain Research*, 173(1), 152-155.
- Werner, A. F. (2001). Los mecanismos protectores de la cóclea ante el ruido. *Fonoaudiológica*, 47(3):42-49

Beneficios para la Salud del Paisaje Sonoro en Áreas Verdes Urbanas

Pablo Kogan

El contenido de este Capítulo está adaptado de la Tesis Doctoral “Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro: Investigación exploratoria en áreas verdes y otros espacios urbanos”, presentada ante la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (Kogan, 2017).

Resumen

El *Paradigma del Paisaje Sonoro* concibe al sonido ambiental como un recurso, cuya gestión puede generar beneficios ambientales, en salud pública, urbanísticos, culturales y/o sociales. Los sonidos o paisajes sonoros positivos para una comunidad son denominados activos sonoros. Esta concepción representa un cambio paradigmático en la Acústica Ambiental, la que clásicamente considera al sonido en la ciudad como un contaminante físico (*pasivo sonoro*). Este paradigma aborda el estudio del *Paisaje Sonoro (PS)* como un *Sistema Complejo* en el que interactúan múltiples variables de diferente naturaleza y el cual debe ser tratado de modo interdisciplinario. Según la reciente Norma ISO 12913-1:2014, el Paisaje Sonoro se define como *el ambiente acústico tal como es percibido, experimentado y/o entendido por las personas en contexto*. De este modo, el ser humano (denominado *interactor del PS* en esta Tesis) tiene un lugar central en el PPS.

En este Capítulo se revisan los efectos positivos del Paisaje Sonoro en el bienestar y la salud de la población. Se define el término Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS) y se brindan lineamientos para la gestión de los mismos.

Sonidos Naturales y Tranquilidad

Es sabido que los paisajes sonoros naturales son favorables para el bienestar de las personas. Por ejemplo, aquellos ambientes en los que dominan los sonidos de aves, agua y hojas movidas por el viento pueden favorecer la relajación y brindar otros beneficios cognitivos y emocionales (Andringa y Lanser, 2013; Jeon et al., 2010; Payne, 2011; Tse et al., 2012; van Kamp et al., 2016).

Nilsson et al. (2007) señalan que el grado en que los sonidos naturales y los sonidos tecnológicos son escuchados representa un buen predictor de la calidad del Paisaje Sonoro y de la molestia por ruido, explicando así una parte importante de la varianza de los indicadores acústicos.

Pheasant et al. (2010) manifiestan que a medida que la sonoridad percibida del

ruido mecánico o humano aumenta, la tranquilidad disminuye, así como ésta aumenta al incrementarse la sonoridad percibida de los sonidos naturales. De acuerdo al experimento audiovisual realizado por los autores la proporción de sonidos naturales presentes en un ambiente y los niveles sonoros máximos alcanzados son aspectos clave en la percepción de la tranquilidad de los ambientes. En el modelo de índice de tranquilidad desarrollado por estos investigadores, la sonoridad de los sonidos de origen mecánico tiene un peso negativo, mientras que la sonoridad de los sonidos de origen biológico tiene un peso positivo. Los sonidos naturales que más aportaron al índice de tranquilidad fueron aquellos provenientes del agua (principalmente escenas en el mar) y de jardines.

Un grupo de investigadores de la Universidad Politécnica de Hong Kong conducidos por Man Sze Tse, estudiaron la percepción del Paisaje Sonoro en 4 parques urbanos por parte de 732 ciudadanos y hallaron que el sonido ambiental que más contribuyó al incremento del confort acústico fue la brisa del viento (Tse et al., 2012).

Posteriormente, Pheasant y Watts (2015) observaron en sujetos experimentales bajo condiciones controladas, para obtener estimaciones confiables de los sonidos ambientales percibidos, en donde sentía lejanía y tranquilidad. La investigación se extiende más allá de la literatura y demuestra que, a diferencia de la tranquilidad, los sonidos de la naturaleza parece ser más intelectual o construcción cognitiva. Sin embargo, se relaciona bien con la lejanía y la percepción del ambiente natural, que es reducido por la presencia de ruido mecánico, mediante el uso del enfoque empleado se desarrolló una herramienta de predicción para evaluar la tranquilidad (Tranquility Rating Prediction Tool TRAPT), hallaron que el término “wildness” es un mejor descriptor que “tranquility”, ya que representa un constructo cognitivo que se relaciona simultáneamente con lo natural, lo remoto y con la ausencia de sonidos de origen mecánico.

Según una encuesta realizada en Amsterdam en 2016, algunos aspectos propios de los ambientes que son considerados como tranquilos por la población son: la presencia de verde y agua, el adecuado mantenimiento, los colores, los olores y la espaciosidad (Booi y van den Berg, 2012; van Kamp, Klæboe, et al., 2016). Por otro lado, la presencia de sonidos naturales puede reducir la sonoridad percibida del ruido de tráfico e incrementar el agrado del Paisaje Sonoro. De Coensel y su equipo (2011) encontraron que el sonido de agua puede ser más eficiente en la reducción de la sonoridad del tráfico, mientras que el canto de aves puede incrementar el agrado.

El Agua en el Paisaje Sonoro

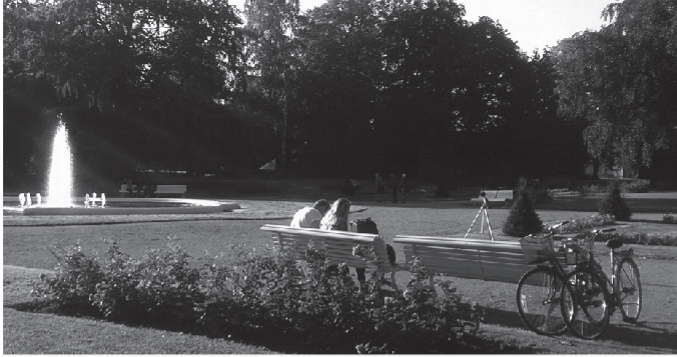
El agua, en tanto elemento vital, originario de la vida y compositivo de la misma, también ofrece grandes beneficios en términos de Paisaje Sonoro. Los sonidos provenientes del movimiento del agua pueden tener efectos favorables para la salud psíquica, el bienestar y la concentración (Jeon et al., 2012; Tedja y Tsaih, 2015; Watts et al., 2009). Estos efectos favorables son complementados con los producidos

por otras percepciones sensoriales simultáneas a la audición, como la información visual, olfativa y térmica proveniente del agua (Galbrun y Calarco, 2014; Jeon et al., 2011; Tedja y Tsaih, 2015)

De este modo, la cercanía a cuerpos y cursos de agua como la costa del mar, lagos, ríos y arroyos, así como la proximidad a caídas de agua como cascadas, lluvia y fuentes de agua, pueden ayudar a generar estados psicológicos favorables. En una encuesta realizada en Sheffield, Reino Unido, los sonidos del agua fueron considerados los preferidos dentro del Paisaje Sonoro (Kang, 2012).

Yong Jeon y sus colegas han estado estudiando las preferencias sonoras de los habitantes de Seúl, tanto en terreno como por medio de experiencias psicoacústicas en laboratorio, enfocándose en el enmascaramiento que produce el sonido de fuentes, arroyos y caídas de agua respecto de los ruidos de la construcción y del transporte urbano. Estos investigadores mencionan que el sonido del agua favorece la percepción del ambiente acústico cuando los niveles sonoros del agua son similares o levemente inferiores a los generados por las demás fuentes urbanas (Jeon et al., 2010, 2012).

De este modo, los sonidos del agua pueden modificar tanto el ambiente acústico físico como el ambiente experimentado por las personas en la ciudad. En el entorno a una fuente de agua se pueden incrementar los niveles sonoros debido a la misma, generando así enmascaramiento sobre el ruido de fondo indeseado (especialmente el proveniente del tráfico) y obteniendo mejores valoraciones del Paisaje Sonoro.



City Park Fountain 1 (FP)



City Park Fountain 2 (FL)



Lundagard Square (FU)

Figura 1: Áreas verdes con fuentes de agua en Lund, Suecia (Kogan, 2017). Andringa et al. (2013).

Rol del Paisaje Sonoro en la Formación de Hábitos

Los hábitos saludables están orientados principalmente a satisfacer las necesidades de cada persona. El individuo que puede desarrollar libremente sus hábitos saludables tiene mayor dominio de sí mismo. En oposición, los hábitos negativos (aquellos que conducen a consecuencias desfavorables para la persona) le restan dominio de sí mismo y lo someten a dependencias respecto del ambiente (Andringa et al., 2013).

El sonido ambiental puede favorecer u obstaculizar el desarrollo de hábitos, lo cual depende tanto de los estímulos ambientales recibidos como de las necesidades que tiene el individuo. Si el ambiente acústico ayuda a que los hábitos positivos sean desarrollados de modo natural, se favorece que las necesidades personales sean satisfechas y que las personas estén en dominio de sí mismas. La proactividad en la satisfacción de las necesidades produce estados placenteros. Por el contrario, si los estímulos sonoros ambientales dificultan la satisfacción de las necesidades personales, éstas se vuelven un factor de presión y se hacen prominentes en la conciencia. En este caso, el individuo es inducido por el ruido a satisfacer “cuanto antes” su necesidad y no se encuentra plenamente en dominio de sí mismo. (Andringa et al., 2013).

Estos procesos de satisfacción continua de necesidades son esquematizados en la Figura 2. En el caso de un Paisaje Sonoro desfavorable (lado izquierdo de la Figura 2), se observa que el individuo no está en dominio de sí mismo y es forzado a actuar para satisfacer sus necesidades. Lo hace en forma reactiva y esto lo lleva a un estado de alerta, por lo que continúa sin dominio de sí mismo. Si el Paisaje Sonoro es favorable éste permite el normal desarrollo de los hábitos saludables requeridos para la satisfacción de las necesidades (lado derecho de Figura 2). En este caso, la persona que se encuentre en pleno dominio de sí misma, actúe y piense con libertad, sea proactiva en función de sus necesidades y se sienta relajada. Este estado le brinda la posibilidad de proyectarse mentalmente hacia el futuro (Andringa y Lanser, 2013).

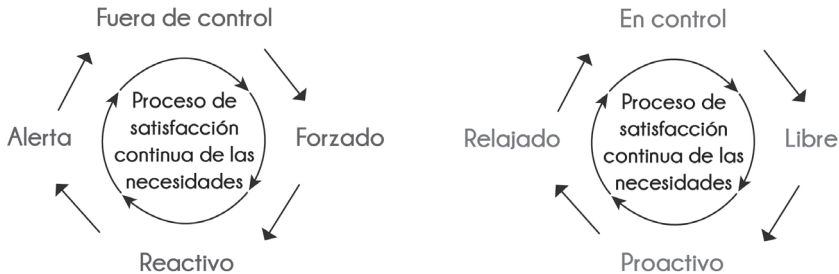


Figura 2: Esquema asociado a la frustración de las necesidades individuales debido a ambientes acústicos desfavorables (izquierda) y a la satisfacción de las necesidades individuales ayudada por ambientes acústicos favorables (derecha). Adaptado de Andringa y Lanser (2013) Andringa et al. (2013).

En síntesis, un adecuado Paisaje Sonoro favorece estados cognitivos que permiten la libre asociación y proyección de ideas, tranquilidad y calidad de vida. Por el contrario, algunos paisajes sonoros van en desmedro de estos procesos cognitivos, frustrando la consecución de necesidades. Esto provoca que el individuo sólo pueda ocuparse en forma apresurada de los asuntos concretos a resolver en el momento, privándolo así de la posibilidad de estados mentales reflexivos y proyectivos (Andringa et al., 2013; Andringa y Lanser, 2013).

Beneficios psico-fisiológicos

El Paisaje Sonoro podría favorecer la comunicación entre las personas, brindando un ambiente acústico que posibilite el diálogo distendido sin la presencia de ruidos enmascarantes (Kryter, 1994).

Medvedev et al. (2015) registraron una menor conductividad eléctrica de la piel y observaron efectos beneficiosos sobre el sueño ante la presencia de sonidos placenteros.

En condiciones acústicas y visuales tranquilas existe evidencia de mayor conectividad efectiva entre la corteza auditiva y la corteza prefrontal medial. La corteza prefrontal medial está asociada a comportamientos complejos cognitivamente, como la planificación; la estrategia; la toma de decisiones; la adecuada selección de conductas y su organización; la coordinación de pensamientos y acciones en función de metas personales, la supervisión de conductas en función de estados emocionales; y la flexibilidad cognitiva en el seguimiento de las estrategias (Pheasant et al., 2010).

Por medio de la medición de indicadores fisiológicos, Ulrich et al. (1991) sugirieron que durante la inmersión en un ambiente con sonidos naturales se eleva la concentración y se producen estados emocionales más positivos.

Mediante la medición de la frecuencia cardíaca, la conductancia de la piel y el tiempo de tránsito del pulso, se infirió la aparición de una componente en el sistema nervioso parasimpático en ambientes naturales que no tiene lugar en ambientes urbanos. De este modo, las personas expuestas a situaciones de estrés obtienen más rápidas y completas recuperaciones luego de percibir sonidos de un ambiente natural respecto de las personas que estuvieron expuestas sólo a ambientes acústicos antrópicos (Ulrich et al., 1991). Estos resultados fueron confirmados por Annerstedt et al. (2013), monitoreando la actividad cardiovascular y el cortisol en saliva, mediante lo cual se halló que los sonidos de ambientes naturales activan el sistema parasimpático, funcionando así como reparadores del estrés. Medvedev et al. (2015) también hallaron que los paisajes sonoros con menos eventos reducen la frecuencia cardíaca ayudando a la recuperación del estrés.

En caso que el Paisaje Sonoro no permita que la renovación psicológica pueda tener lugar (por ejemplo impidiendo el descanso y la relajación en forma sostenida), los niveles de estrés aumentarán y las personas podrían adquirir el síndrome “burnout”. Lo cual, si es masivo, deriva en consecuencias sustanciales negativas sobre la salud de la población e implica altísimos costos económicos para el sistema de salud (European Union, 1996; Grahn y Stigsdotter, 2003).

Las Áreas Verdes Urbanas y el Paisaje Sonoro

Las áreas verdes urbanas con dominancia de sonidos naturales, cumplen un rol de gran importancia en la percepción del espacio urbano y en la salud de la población.

Según Hiss (1990), en un área considerada tranquila existe un balance armónico entre la percepción de los distintos sentidos (Booi y van den Berg, 2012). Pheasant et al. (2010), señalan que para lograr un alto nivel de tranquilidad, el porcentaje de elementos naturales presentes en el ambiente debe ser cercano al 100 %.

La Directiva Europea de Ruido indica que en las áreas tranquilas (“quiet areas”) que están protegidas fuera de la ciudad no debe haber ruido de tráfico, industrial o recreativo que perturbe la tranquilidad. En cuanto a las áreas tranquilas en la ciudad, esta directiva no especifica qué fuentes sonoras son permitidas, pero señala que cada estado miembro debe fijar los niveles sonoros máximos en la mismas (European Parliament and the Council, 2002).

Según el Consejo Holandés de Salud, para evaluar los ambientes verdes u otras áreas recreativas urbanas, se debe distinguir entre los sonidos agradables y los indeseados, señalando que los sonidos “deseables” son los de origen natural y aquellos que son pertinentes al ambiente. Para el caso de los sonidos pertinentes al ambiente este organismo no fija límite de tiempo ni de niveles sonoros. En caso que los sonidos pertinentes al ambiente generen niveles sonoros elevados, el área ya no será “tranquila”, sin embargo aún así su calidad acústica podría ser alta. Se especifica que tanto en las áreas verdes urbanas como en las plazas los sonidos indeseados no deben ser dominantes. Este Consejo manifiesta que en el caso que los sonidos indeseados (ruidos) en el ambiente no sean continuos (e.g. el paso de una moto), el tiempo de permanencia de estos ruidos puede constituir un factor que vulnere aún más la tranquilidad experimentada que los propios niveles sonoros generados. Por el contrario, cuando estos ruidos son relativamente constantes (como por ejemplo una carretera distante), el nivel sonoro que generan tiene mayor efecto quebrantador de la tranquilidad que el tiempo de permanencia (Health Council of the Netherlands, 2006).

Los diferentes países europeos fijan límites en los niveles sonoros equivalentes para las “quiet áreas” en la ciudad que fluctúan entre 40 dBA y 55 dBA (integrados a lo largo de diferentes períodos, según cada normativa específica). Por ejemplo, en Dinamarca se sugiere un Leq de 45 dBA; Italia tiene un límite de 50 dBA para el período diurno y 40 dBA para el nocturno; Dinamarca un límite de 45 dBA; Noruega uno de 50 dBA día-tarde-noche; y Finlandia fija un límite 55 dBA medido durante una hora (Booi y van den Berg, 2012; Morgan et al., 2007).

Por otra parte, como se mencionó previamente, la OMS sugiere un nivel equivalente para la vida al aire libre inferior a 55 dBA (Berglund et al., 1999). El gobierno sueco indica que los niveles sonoros equivalentes en áreas verdes y espacios culturales debe ser de entre 10 dB y 20 dB inferiores a los niveles equivalentes de las calles de alrededor (Working Group of Authorities Concerned with Noise, 2002).

Pheasant et al. (2010) señalan que para lograr un alto nivel de tranquilidad, las fuentes de ruido producidas por el hombre no deberían superar el nivel sonoro equi-

valente de 42 dBA, o bien el nivel instantáneo de 55 dBA (L_{\max}). Estos autores también señalan que el aumento de la sonoridad del ruido de origen mecánico va en detrimento de la tranquilidad percibida, mientras que el aumento de la sonoridad de sonidos biológicos aumenta tranquilidad percibida.

Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud (AARS)

El Paisaje Sonoro natural tiene potencial para la *renovación de la salud* cognitiva y emocional, lo que en Inglés se conoce como “restoration” (también encontrado en la literatura como “human restoration”, “health restoration”, “psychological restoration”, “emocional restoration”, “cognitive restoration”, “stress restoration” o “restorative effects”) (Andringa y Lanser, 2013; Kaplan, 1995; Medvedev et al., 2015; Payne, 2011; van Kamp et al., 2016)

Se define *Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS)* a *aquel entorno sonoro que favorece los procesos fisiológicos y psicológicos saludables*. Los AARS están constituidos fundamentalmente por áreas naturales o espacios con predominancia de sonidos provenientes de fuentes sonoras naturales (Murel, 2013; Payne, 2011; Yang y Kang, 2013b).

En la Tesis Doctoral que origina este Capítulo se desarrolla un criterio para identificar AARS y clasificarlos según su calidad (Kogan, 2017). Este criterio comprende tanto aspectos acústicos, como perceptivos y paisajísticos y se aplicó en ambientes de 4 ciudades (Córdoba y Rosario de Argentina, Valdivia de Chile y Lund de Suecia). La identificación de los AARS se basó en la aplicación de una metodología para la adquisición sincronizada de datos multidimensionales del Paisaje Sonoro en cada ambiente, la que se denomina *Metodología Zamba*, fue desarrollada como parte de la misma investigación doctoral pero publicada separadamente (Kogan et al, 2017).

Van Kamp y sus colegas (2016) distinguen entre la renovación de la salud producida en forma directa por la inmersión en un área natural que funciona como AARS y los beneficios para la salud que provee el hecho de saber que existe un área natural disponible en las inmediaciones de la vivienda. Los beneficios derivados de la accesibilidad a un AARS son fundamentalmente psicológicos y estriban en que las personas saben que cuentan con la posibilidad accesible de renovación de su salud en caso de requerirlo.

De no contar con un AARS, las personas estarían constreñidas a padecer los efectos adversos del ruido. El ruido opera en forma invasiva y prepotente sobre las personas, las que usualmente no tienen más defensa que retirarse del ambiente ruidoso (Miyara, 2007; van Kamp, Klæboe, et al., 2016). En este sentido, los AARS son especialmente necesarias para la población que vive en áreas con gran presencia de ruido vehicular (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007) La falta de acceso de esta población a un AARS va en detrimento de la salud psíquica y puede redundar en estrés crónico (van Kamp et al., 2016; von Lindern et al., 2016)

De acuerdo con los resultados del Proyecto Europeo Phenotype, la percepción individual de la renovación de la salud se correlaciona positivamente con la valoración del Paisaje Sonoro en el ambiente que las personas frecuentan para el descanso y la recreación. Las variables que más explicaron la renovación de la salud fueron el número

total de visitas al ambiente, su calidad percibida y la importancia personal otorgada a los espacios verdes (van Kamp, van Kempen, et al., 2016).

El acceso a un AARS es clave cuando las personas se encuentran fatigadas por haber estado concentradas en una tarea y ya no están siendo eficientes en la misma (Booi y van den Berg, 2012). La propiedad potencial de renovación psicológica del Paisaje Sonoro, podría estar relacionado con el hecho de que las personas que pasan un tiempo en la naturaleza luego obtienen mayor concentración en sus tareas (van Kamp et al., 2016; Kaplan y Kaplan, 1989; van den Berg et al., 2003).

Además de los efectos inmediatos renovadores de la salud, existen beneficios a largo plazo derivados del acceso a ambientes naturales en el entorno cercano a la vivienda (ten Brink et al., 2016). Según la revisión bibliográfica realizada por Murel (2013), el mayor aporte de los espacios verdes urbanos al bienestar de la población es en materia de salud mental. Según van Kamp et al. (2016), hay cuatro mecanismos por los cuales el acceso a los espacios verdes promueve la salud: a) la realización de actividad física, b) la interacción social, c) la relajación, y d) la reducción de los niveles de contaminación acústica y del aire. En forma complementaria a estos mecanismos, Murel destaca la importancia del contacto con la naturaleza, la valoración positiva del área y el confort térmico brindado por los espacios verdes (Murel, 2013).

Los beneficios generados por los AARS dependen de la facilidad de acceso a los mismos por parte de la población. En este sentido, es clave que las personas dispongan de al menos un AARS en las cercanías de su vivienda (van Kamp et al., 2016). Esta disponibilidad se torna especialmente vital en zonas donde predomina el ruido vehicular (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007) La falta de acceso a un AARS por parte de la población que vive en este tipo de zonas puede atentar contra su salud psíquica y redundar en estrés crónico (von Lindern et al., 2016). En contraste, la frecuencia de visita a un AARS y su calidad percibida influyen en los beneficios generados (van Kamp et al., 2016).



Parque detras del Teatrino (AT)



Laguna de los Patos (PT)

Figura 3: Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud (AARS) en Córdoba (Argentina).

El acceso a un AARS es especialmente necesario cuando las personas se encuentran fatigadas debido al esfuerzo por concentrarse (Booi y van den Berg, 2012). En este sentido, Kaplan (1995) señala que luego de que las personas pasan tiempo en un ambiente natural logran mayor grado de concentración.

Debido a la dependencia de factores individuales y sociales (como la cultura, nivel educativo, ocupación, edad, estado de ánimo, sensibilidad auditiva, entre otros) que tiene la percepción del Paisaje Sonoro (Steffens et al., 2017; Yu y Kang, 2010) podría pensarse que los efectos beneficiosos de los AARS también dependen de este tipo de factores. Siguiendo este razonamiento, podría esperarse que las características de un AARS y tiempo de permanencia que requiere cada persona para alcanzar el estado renovador de su salud también dependa de esta clase de factores individuales.

Gestión de AARS

¿Un Ambiente Acústico Renovador de la Salud perdura en el tiempo? Un ambiente puede ser considerado AARS en un momento del día o de la semana y no serlo en otro momento. Esto podría suceder, por ejemplo, debido a la introducción de nuevas fuentes sonoras en el ambiente y/o del incremento de los niveles sonoros producidos por las fuentes existentes.

Si en un ambiente considerado AARS, o en sus alrededores, tienen lugar actividades que modifican sustancialmente el ambiente acústico, éste puede dejar de ser temporalmente un AARS. Si las emisiones acústicas generadas por estas nuevas actividades se vuelven habituales, el ambiente perderá su condición de AARS. Algunas de las actividades que pueden amenazar a un AARS son el tráfico vehicular (ya sea terrestre o aéreo), bocinas, alarmas, el ingreso de automóviles al ambiente, construcciones y reparaciones en las inmediaciones, pirotecnia, presencia de comerciantes ruidosos, música reproducida por teléfonos celulares o desde automóviles, espectáculos amplificados, entre otros. De esta manera, un ambiente que es considerado AARS en un momento no tiene por qué serlo a lo largo del tiempo.

Un AARS que no es protegido como tal queda dejado al azar y al devenir del tiempo, el tráfico, el desarrollo tecnológico, la obra pública, la industria inmobiliaria, el comercio y la juerga. En tanto espacio público, es receptivo cualquier otra forma de uso, ya que podría ser generadora de ruido. Estos factores modificadores del Ambiente Acústico y amenazantes de un AARS, de ser librados al azar, seguramente acabarán por terminar con el AARS. Para que un AARS lo siga siendo, es imprescindible aplicar prácticas de gestión que garanticen su preservación. El primer paso en la gestión de un AARS está dado por su identificación, el segundo paso es preservarlo.

¿Cómo preservar un AARS? Para preservar un AARS es necesario gestionar las actividades que generen emisiones acústicas en el ambiente y su entorno, así como los días y horarios en que las mismas tienen lugar. Esto incluye limitar y regular espectáculos, actividades comerciales, música amplificada y toda otra actividad que amenace al AARS, en especial aquellos ruidos impulsivos o que alcancen altos niveles sonoros instantáneos (Health Council of the Netherlands, 2006).

En el caso de la música acústica ejecutada espontáneamente por los mismos interactores, dependiendo del caso, ésta podría constituir una actividad social inherente al ambiente y no repercutir negativamente en el AARS.

Lo mismo podría decirse de otros sonidos generados por las personas, si éstos son pertinentes a la interacción social propia del ambiente y cumplen con las expectativas acústicas por parte de los interactores, podrían ser admisibles (van Kamp et al., 2016). Sin embargo, hay límites que hacen al sentido común (por ejemplo, si las conversaciones entre visitantes se transforman en vociferaciones, discusiones o gritos, éstas deberán limitarse) (Guastavino, 2006; Traunmüller y Eriksson, 2000).

Existen otros tipos de sonidos que, aunque se encuentren vinculados a la actividad social propia de un parque, podrían ser receptados de modo desfavorable por parte de algunos visitantes, como es el caso de las bicicletas (Tse et al., 2012) y posiblemente

los juegos de pelota. La causa de esto podría ser el estado de alerta (por posibles impactos) que estos sonidos generan sobre los visitantes que se encuentran en estado de relajación (Fields, 1993). Del mismo modo, es necesario evaluar toda fuente sonora indeseada por los visitantes, ya que podría llegar a representar un estresor que requiera de “atención inmediata” (Andringa y Lanser, 2013).

Para preservar un AARS, no sólo se deben limitar los ruidos en el interior del ambiente, sino que también se debe gestionar que la dinámica urbana, tráfico y actividades realizadas en torno a éste no lo afecten de tan manera que pierda su condición de AARS.

En cuanto al ambiente y la percepción multisensorial del mismo, se debe realizar un adecuado mantenimiento, preservando la vegetación, el estado del césped, limpieza, iluminación y seguridad. Se debe procurar que las tareas de mantenimiento del ambiente generen el menor impacto acústico y visual posible (por ejemplo, ejecutándose en días, horarios y/o climas de baja afluencia de visitantes).

La gestión de Paisaje Sonoro urbano debe comprender un plan de acción a futuro y estrategias enmarcadas en políticas de salud pública ambiental y desarrollo urbano. En este sentido, se debe velar por la exposición de cada vez menos porcentaje de la población a niveles sonoros que superen los valores recomendados por organismos de salud pública (Ambiente, 1995; Berglund et al., 1999; Health Council of the Netherlands, 2006; von Lindern et al., 2016).

Por otro lado, estas políticas debieran abogar por la cercanía de áreas verdes a las viviendas de cada vez más porcentaje de la población, así como por la gestión de estas áreas de modo que éstas constituyan AARS sostenibles (Andringa et al., 2013; Booi y van den Berg, 2012; Kaplan, 1995; Murel, 2013; Pheasant y Watts, 2015; van Kamp, et al., 2016)

Un estudio realizado en la ciudad de Santiago de Chile mostró que el 62 % de la población está expuesta a niveles sonoros aceptables en el entorno de sus viviendas, el 30 % a niveles inaceptables y el 8 % a niveles peligrosos, de acuerdo al Criterio OCDE (Lobos et al., 2014).

En este sentido, la gestión de AARS no sólo comprende la identificación de AARS existentes y su preservación, sino que debiera contemplar la planificación para la creación de nuevos AARS. La generación de nuevos AARS debiera estar guiada por metas de salud pública. Esta labor podría considerar la identificación de ambientes que dejaron de ser AARS y puedan volver a serlo, potenciales ambientes que pueden ser gestionados para transformarse en AARS y diseño de nuevos AARS.

Referencias

- Ambiente, E. M. de O. P., Transportes y Medio. (1995). *Reducción del ruido en el entorno de las carreteras*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Dirección General de Carreteras.
- Andringa, T. C., y Lanser, J. J. L. (2013). How pleasant sounds promote and annoying sounds impede health: a cognitive approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(4), 1439-1461. <https://doi.org/10.3390/ijerph10041439>
- Andringa, T. C., Weber, M., Payne, S. R., Krijnders, J. D. (Dirkjan), Dixon, M. N., Linden, R. v d, ... Lanser, J. J. L. (2013). Positioning soundscape research and management. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(4), 2739-2747. <https://doi.org/10.1121/1.4819248>
- Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., ... Währborg, P. (2013). Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest — Results from a pilot study. *Physiology y Behavior*, 118, 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.023>
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., y Team, W. H. O. O. and E. H. (1999). *Guidelines for community noise*. OMS. Recuperado a partir de <http://www.who.int/iris/handle/10665/66217>
- Booi, H., y van den Berg, F. (2012). Quiet Areas and the Need for Quietness in Amsterdam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(4), 1030-1050. <https://doi.org/10.3390/ijerph9041030>
- De Coensel, B., Vanwetswinkel, S., y Botteldooren, D. (2011). Effects of natural sounds on the perception of road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), EL148-EL153. <https://doi.org/10.1121/1.3567073>
- European Parliament and the Council. Directive 2002/49/EC Assessment and management of environmental noise, L189/12-L189/25 Official Journal of the European Communities § (2002).
- European Union. Future noise policy – European Commission Green Paper., COM (96)540 § (1996).
- Fields, J. M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 93(5), 2753-2763. <https://doi.org/10.1121/1.405851>
- Galbrun, L., y Calarco, F. M. A. (2014). Audio-visual interaction and perceptual assessment of water features used over road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(5), 2609-2620. <https://doi.org/10.1121/1.4897313>
- Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E., y Ögren, M. (2007). Noise annoyance and restoration in different courtyard settings: Laboratory experiments on audio-visual interactions. En *Proc. 36th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Istanbul.
- Grahn, P., y Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry y Urban Greening*, 2(1), 1-18. <https://doi.org/10.1078/1618-8667-00019>
- Guastavino, C. (2006). The Ideal Urban Soundscape: Investigating the Sound Quality of French Cities. *Acta Acustica united with Acustica*, 92(6), 945-951.
- Health Council of the Netherlands. (2006). *Quiet areas and health | Health Council of the Netherlands*. The Hague. Recuperado a partir de [/en/task-and-procedure/areas-of-activity/environmental-health/quiet-areas-and-health](http://en/task-and-procedure/areas-of-activity/environmental-health/quiet-areas-and-health)
- Hiss, T. (1990). *The Experience of Place*. Knopf.
- Jeon, J. Y., Lee, P. J., Hong, J. Y., y Cabrera, D. (2011). Non-auditory factors affecting urban soundscape evaluation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(6), 3761-3770. <https://doi.org/10.1121/1.3652902>
- Jeon, J. Y., Lee, P. J., You, J., y Kang, J. (2010). Perceptual assessment of quality of urban soundscapes with combined noise sources and water sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1357-1366. <https://doi.org/10.1121/1.3298437>

- Jeon, J. Y., Lee, P. J., You, J., y Kang, J. (2012). Acoustical characteristics of water sounds for soundscape enhancement in urban open spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(3), 2101-2109. <https://doi.org/10.1121/1.3681938>
- Kang, J. (2012). On the diversity of urban waterscape. En *Acoustics 2012 Nantes*. Recuperado a partir de <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00811058>
- Kaplan, R., y Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective* (1St Edition edition). Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kogan, P. (2017). *Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro: Investigación exploratoria en áreas verdes y otros espacios urbanos* (Doctoral). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., y Hinalaf, M. (2017). A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. *Science of The Total Environment*, 580, 1068-1077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.061>
- Kryter, K. D. (1994). *The Handbook of Hearing and the Effects of Noise: Physiology, Psychology, and Public Health* (1 edition). San Diego: Emerald Group Publishing Limited.
- Lobos, V., Quezada, R., y Vergara, S. (2014). Análisis Geoespacial del Mapa de Ruido del Gran Santiago Mediante Sistema de información Geográfico. Presentado en FIA 2014, Valdivia, Chile. Recuperado a partir de https://www.google.com.ar/search?q=Sistemas+de+Informaci%C3%B3n+Geogr%C3%A1fica+en+la+Gesti%C3%B3n+integral+del+Ruidoyie=utf-8yoe=utf-8yclient=firefox-bygfe_rd=crvei=RLleV4jWJKLX8gfquq_oCw#q=%22An%C3%A1lisis+Geoespacial+del+Mapa+de+Ruido+del+Gran+Santiago+Mediante+Sistema+de+informaci%C3%B3n+Geogr%C3%A1fico%22
- Medvedev, O., Shepherd, D., y Hautus, M. J. (2015). The restorative potential of soundscapes: A physiological investigation. *Applied Acoustics*, 96, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.03.004>
- Miyara, F. (2007). Ruido, juventud y derechos humanos. Presentado en Congreso Argentino - Latinoamericano de Derechos Humanos: Una Mirada desde la Universidad", Rosario, Argentina.
- Morgan, P. A., Abbott, P. G., y Watts, G. R. (2007). *Research into Quiet Areas: recommendations for identification* (TRL Limited). London, UK: Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Recuperado a partir de <https://trl.co.uk/reports/PPR158>
- Murel, M. (2013). *Green spaces in urban areas and human health: Exploring the connections* (Master Thesis). Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- Nilsson, M. E., Botteldooren, D., y De Coensel, B. (2007). Acoustic indicators of soundscape quality and noise annoyance in outdoor urban areas (invited paper). En *Proceedings of the 19th International Congress on Acoustics*. <https://doi.org/10.1854/10363>
- Payne, S. R. (2011). Soundscapes within urban parks : their restorative value. En M. Bonaiuto, M. Bonnes, y A. M. Nenci (Eds.), *Urban Diversities - Environmental and Social Issues* (pp. 147-158). Hogrefe Publishing. Recuperado a partir de <http://wrap.warwick.ac.uk/57963/>
- Pheasant, R. J., Fisher, M. N., Watts, G. R., Whitaker, D. J., y Horoshenkov, K. V. (2010). The importance of auditory-visual interaction in the construction of 'tranquil space'. *Journal of Environmental Psychology*, 30(4), 501-509. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.006>
- Pheasant, R. J., y Watts, G. R. (2015). Towards predicting wildness in the United Kingdom. *Land-scape and Urban Planning*, 133, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.009>
- Steffens, J., Steele, D., y Guastavino, C. (2017). Situational and person-related factors influencing momentary and retrospective soundscape evaluations in day-to-day life. *The Journal of the Acoustical Society of America*. <https://doi.org/10.1121/1.4976627>
- Tedja, Y. W., y Tsaih, L. (2015). Water soundscape and listening impression. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3), 1750-1750. <https://doi.org/10.1121/1.4933525>
- ten Brink, P., Mutafoglu, K., Schweitzer, J. P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., ... Ojala,

- A. (2016). *The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection* (Final Report No. ENV.B.3/ETU/2014/0039). London/Brussels: Publications Office.
- Traumüller, H., y Eriksson, A. (2000). Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(6), 3438-3451. <https://doi.org/10.1121/1.429414>
- Tse, M. S., Chau, C. K., Choy, Y. S., Tsui, W. K., Chan, C. N., y Tang, S. K. (2012). Perception of urban park soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 2762-2771. <https://doi.org/10.1121/1.3693644>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., y Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- Van den Berg, A. E., Koole, S. L., y van der Wulp, N. Y. (2003). Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 135-146. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00111-1)
- Van Kamp, I., Van Kempen, E., Ameling, C., Swart, W., y Kruize, H. (2016). Perceived soundscapes, human restoration and related health in green urban areas. En *Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics*. Buenos Aires.
- Van Kamp, I. Van, Klæboe, R., Brown, A., y Lercher, P. (2016). Soundscapes, Human Restoration, and Quality of Life. En *Proceedings of the 45th Inter-Noise*. Hamburg. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/299641627_Soundscapes_Human_Restoration_and_Quality_of_Life
- Von Lindern, E., Hartig, T., y Lercher, P. (2016). Traffic-related exposures, constrained restoration, and health in the residential context. *Health y Place*, 39, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.12.003>
- Watts, G. R., Pheasant, R. J., Horoshenkov, K. V., y Ragonesi, L. (2009). Measurement and Subjective Assessment of Water Generated Sounds. *Acta Acustica united with Acustica*, 95(6), 1032-1039. <https://doi.org/10.3813/AAA.918235>
- Working Group of Authorities Concerned with Noise. (2002). *Acoustic Quality in Natural and Cultural Environments—Proposal for Metrics, Indicators and Auditing Methods* (text). Stockholm. Recuperado a partir de <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/5700/91-620-5708-1/>
- Yang, M., y Kang, J. (2013). Psychoacoustical evaluation of natural and urban sounds in soundscapes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 840-851. <https://doi.org/10.1121/1.4807800>
- Yu, L., y Kang, J. (2010). Factors influencing the sound preference in urban open spaces. *Applied Acoustics*, 71(7), 622-633. <https://doi.org/doi:10.1016/j.apacoust.2010.02.005>

Comparación de Hábitos de Vida de Personas Expuestas a Ruido Urbano Crónico con Personas Expuestas a Bajos Niveles de Ruido Urbano

Claudia Vega-Michel
Everardo Camacho Gutiérrez
Sugei Montserrat González Rincón
Karla Fabiola Bañuelos Miranda
Juan Carlos Conrique Valencia

Resumen

En un estudio anterior aplicado a 15 participantes expuestos a ruido urbano crónico (de 80 o más dB), se encontraron diferencias significativas en niveles de cortisol salival comparado con una muestra de un grupo control, de 15 participantes expuestos a niveles de ruido bajos (65 o menos dB). El cortisol es un parámetro endócrino confiable de la respuesta de estrés identificada por Selye (1956). En aquel estudio, al comparar los hábitos de vida de los participantes, los expuestos a zonas ruidosas reportaron dormir una hora más en promedio que el grupo control, así como también consumir más cervezas semanalmente. Con base en una muestra tan reducida, se decidió aplicar el cuestionario de vida a una muestra de 100 participantes que habitan o trabajan en zonas ruidosas cuando menos desde hace 6 años y se comparó con una muestra de 100 participantes que habitan o trabajan en zonas ruidosas, bajo los criterios del estudio anterior. Los resultados confirman algunos de los hallazgos previos con una muestra amplia, además de otros factores identificados. Se analizan las implicaciones teóricas y prácticas de dichos hallazgos en términos de la planeación urbana de las grandes ciudades y su impacto en la salud de sus habitantes.

Introducción

Como parte del proceso de urbanización en el mundo, en los últimos años, las grandes ciudades han concentrado cada vez más, una mayor densidad de población lo cual ha generado un incremento en la generación de ruido provocado por los vehículos automotores principalmente, pero también por fábricas y talleres que al tener situado el lugar de producción en el mismo espacio de consumo, abate costos de desplazamiento físico de los productos y servicios.

De la misma manera, aunado a estas fuentes de ruido urbano, se agregan los ruidos generados por los aviones que llegan a la ciudad, así como los centros de esparcimien-

to y ocio, como son los bares y restaurantes, y que perturban a las personas que viven y descansan cerca de estos lugares (Babisch, 2011).

La Organización Mundial de la Salud señala que el principal factor ambiental que afecta la calidad de vida en el mundo, es el ruido (WHO, 2004). Dicha presencia impacta en la salud de las personas, entendida esta, como la definió la misma OMS hace algunos años: “*la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*” (WHO, 1946).

El ruido en términos físicos es una mezcla de diferentes frecuencias de sonido, que a diferencia de la música no tienen relación armónica entre ellas y se distribuye su longitud de onda, frecuencia y amplitud de forma desordenada unas sobre otras. Otro atributo del sonido es su magnitud o intensidad, el cual se mide en decibeles. En términos subjetivos el ruido es un sonido no deseado. La exposición aguda (un ruido intenso pero corto en el tiempo) y la exposición crónica (un ruido no tan intenso, pero de exposición prolongada en el tiempo) generan efectos diferentes en la salud de las personas.

Es de nuestro interés particular el efecto en la salud del ruido crónico, pues es este tipo de ruido al que se ven sometidos una gran cantidad de personas que habitan en las zonas urbanas durante su período de vida.

En países extranjeros la investigación aplicada en este campo se ha desarrollado desde hace varios años. Se sabe que la exposición prolongada a intensidades altas genera daño en el aparato auditivo provocando disminución en la sensibilidad para escuchar los sonidos.

Seidman y Stranding (2010), y Stansfeld y Matheson (2003), mencionan que genera disturbios en el sueño, ejecución cognoscitiva deficiente, reacciones de estrés, las personas reportan molestia (por ejemplo, las que viven cerca de los aeropuertos, pues las turbinas alcanzan valores de 130 dB), y desórdenes cardiovasculares como hipertensión, enfermedad isquémica, angina de pecho, arteroesclerosis coronaria e infarto al miocardio. Los disturbios del sueño generados por ruido también generan disregulación cardíaca (Babisch, 2011). Estrada y Méndez (2010), hicieron un estudio en una primaria aledaña al periférico en la ciudad de México y encontraron que había dificultades de comprensión lectora y dificultad para escuchar y comunicarse, lo que impacta el desarrollo del lenguaje de los niños. En escenarios laborales Jiménez y Maestre (1993), encontraron mayor fatiga laboral en personas que no usaban protectores de los oídos en fábricas ruidosas.

El aumento de cortisol documentado en nuestra región en el estudio inicialmente citado (Camacho, Vega-Michel, y Batiz, 2016) ha mostrado en otros contextos que la sobre-activación del eje HPA de manera crónica genera resistencia a la insulina lo que puede derivar en potencial diabetes, osteoporosis y problemas intestinales como úlceras (Spreng, 2000).

De manera que, es claro como el ruido intenso y crónico como el que vivimos en la Zona Metropolitana de Guadalajara afecta la salud, por lo que la implicación inmediata es desarrollar estrategias de tipo preventivo para evitar que una cantidad de personas que habita en las grandes ciudades enferme y pierda calidad en su vida como efecto de la exposición al ruido crónico de la ciudad.

En lo que se desarrollan estas estrategias, las personas sometidas a estrés desarrollan algunos recursos de afrontamiento (Lazarus, 1991), que no son más que estrategias adaptativas, para acomodarse de la mejor forma posible, ante un medio ambiente agresivo sobre el que no se tiene control para modificarlo. Es de nuestro particular interés en el presente trabajo entonces el poder describir dentro de los hábitos de vida de las personas sometidas a ruido crónico e intenso como afrontan dicha condición y que potenciales efectos tiene el ruido como impacto sobre su salud.

Método

Participantes:

Se seleccionaron como parte del grupo experimental 100 participantes de ambos géneros entre 16 y 65 años de edad que habitaban, trabajan o se trasladan por la zona ruidosa en los últimos 6 años anteriores y hasta el momento.

La zona ruidosa comprendió el corredor de ingreso a la ciudad que existe entre la Avenida López Mateos y Periférico hasta el poblado de Santa Anita por la misma vía.

Se seleccionaron como parte del grupo control 100 participantes de ambos géneros entre 16 y 65 años de edad que habitaban, trabajan o se trasladan en zonas no ruidosas en cuando menos los últimos 6 años anteriores y hasta el momento. Se entrevistaron entre otros empleados de bibliotecas.

Instrumentos:

Se aplicó el instrumento de hábitos de vida diseñado para evaluar prácticas vinculadas al estrés en estudios previos (Camacho y Vega-Michel, 2012; Camacho et al., 2011; Vega-Michel y Camacho, 2012) y que se muestra en el Anexo I.

Para la medición de los niveles de ruido se utilizó un decibelímetro marca Steren Modelo HER-400.

Diseño:

El estudio es un estudio descriptivo de comparación entre grupos donde la variable de contraste es el ruido crónico de intensidad alta o baja.

Procedimiento:

Se hicieron mediciones de niveles de ruido en la zona seleccionada como ruidosa en 4 lugares diferentes en una extensión de 12 kilómetros desde las 7 de la mañana hasta las 8 de la noche, tanto en días de la semana como en fin de semana. El criterio de medición de la zona ruidosa es que tuviera 80 o más decibeles durante el día.

De la misma forma se hicieron muestreos más extendidos en tiempo en las zonas identificadas como no ruidosas. El criterio para identificar una zona no ruidosa es que tuviera menos de 65 dB en los diferentes muestreos realizados.

A los participantes se les solicitó firmaran una carta de consentimiento informado; posteriormente se les aplicó el cuestionario de hábitos de vida.

Análisis de datos:

Se graficaron de manera descriptiva comparativa los diferentes atributos de estilo de vida que mostraron diferencias entre los grupos y se aplicó la prueba paramétrica T de Student para evaluar la significancia de las diferencias reportadas.

Resultados

A manera de ilustración en las Figuras 1 y 2 se muestran los niveles de dB en uno de los puntos evaluados de la zona ruidosa, en un día entre semana.

Como se puede observar en la Figura 1, en la hora de 8 a 9 de la mañana y de 3 a 4 son las únicas horas en que los niveles de presión sonora están debajo de 80 dB. El promedio es de 81.87 dB.

La Figura 2 muestra cómo sólo a las 9 de la mañana se tiene un valor inferior a 80 dB. El promedio durante el fin de semana es de 82.85 dB.

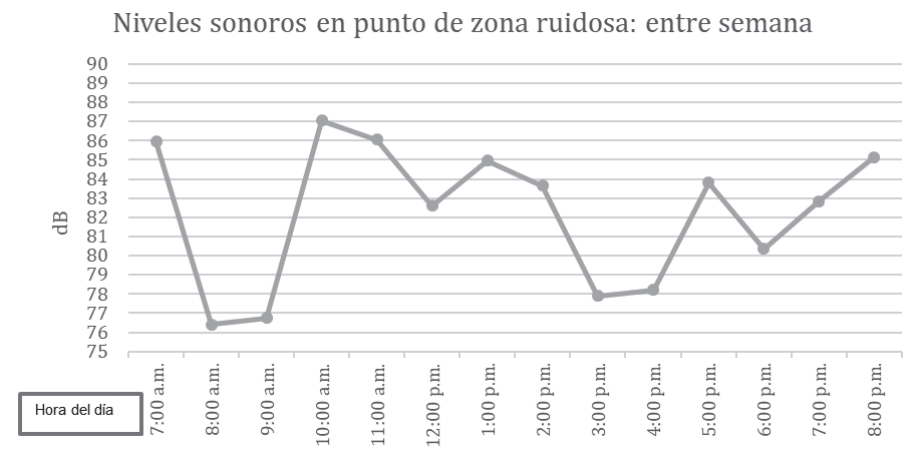


Figura 1. Niveles de presión sonora en dB en diferentes horas del día en uno de los puntos de la zona ruidosa, en día entre semana.

Niveles sonoros en punto de zona ruidosa: fin de semana

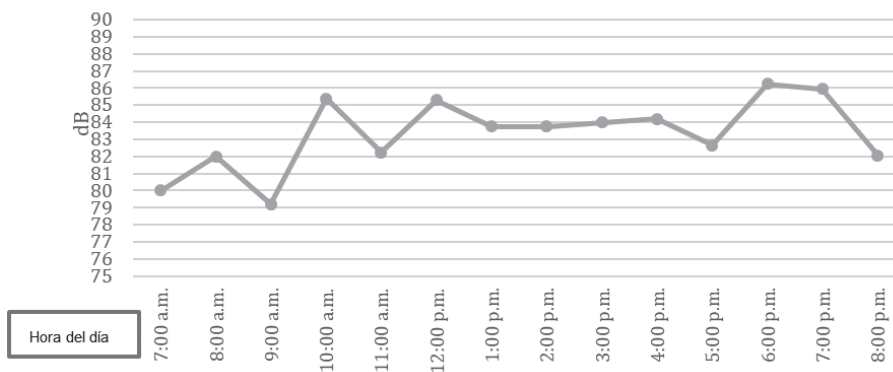


Figura 2. Nivel de presión sonora en dB en diferentes horas del día en uno de los puntos de la zona ruidosa en fin de semana.

A continuación, se mencionan los resultados donde se obtuvo diferencias importantes en los hábitos de vida entre los dos grupos.

En la Figura 3 se ilustra la diferencia en consumo promedio diario de alcohol entre lo reportado para los dos grupos:

Como se puede observar en la Figura, el grupo expuesto a ruido crónico reporta un consumo mayor al triple de lo reportado por el promedio diario de consumo del grupo control. La T de Student arroja una $p < 0.005$, lo que muestra una diferencia significativa en este rubro entre los dos grupos.

Consumo de alcohol en cervezas

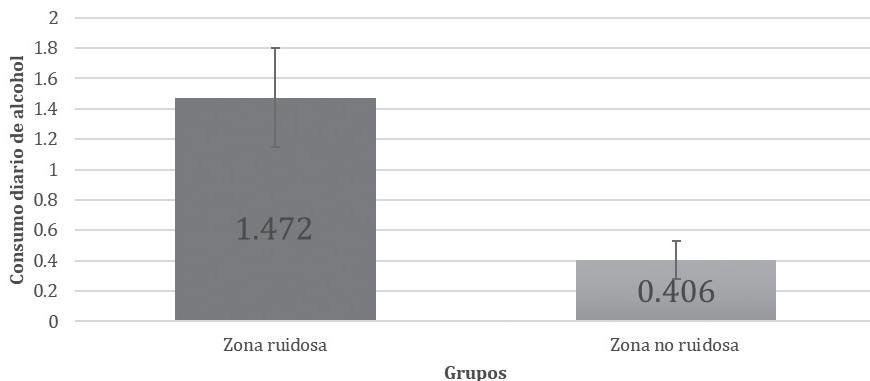


Figura 3. Promedio de consumo de cervezas diario por parte de los dos grupos analizados.

En la Figura 4, se muestran los datos de las personas que reportaron realizar actividad física para ambos grupos:

Como se observa, existe una mayor cantidad de actividad física que reportan en el grupo control con respecto a la cantidad de actividad física reportada por el grupo experimental. La diferencia es significativa entre los grupos.

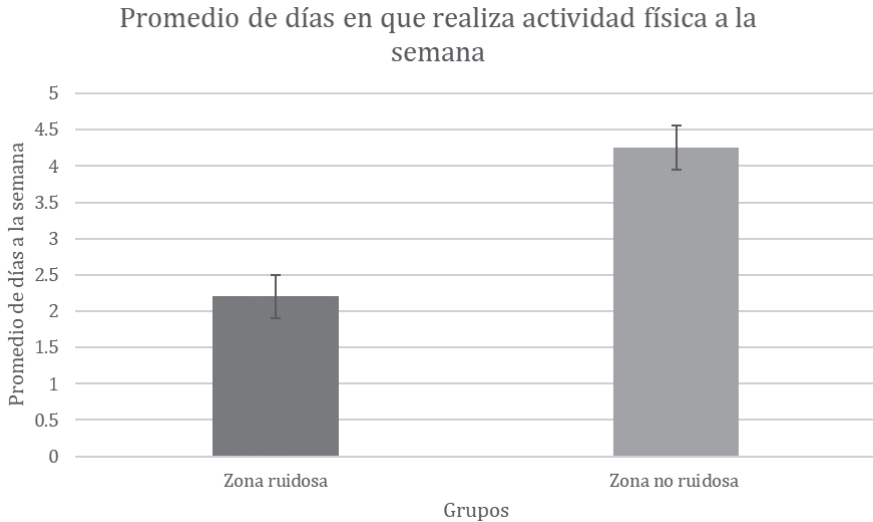


Figura 4. Cantidad de actividad física promedio reportada por ambos grupos.

En la Figura 5 se muestra el promedio de consumo diario de tazas de café consumidos por ambos grupos.

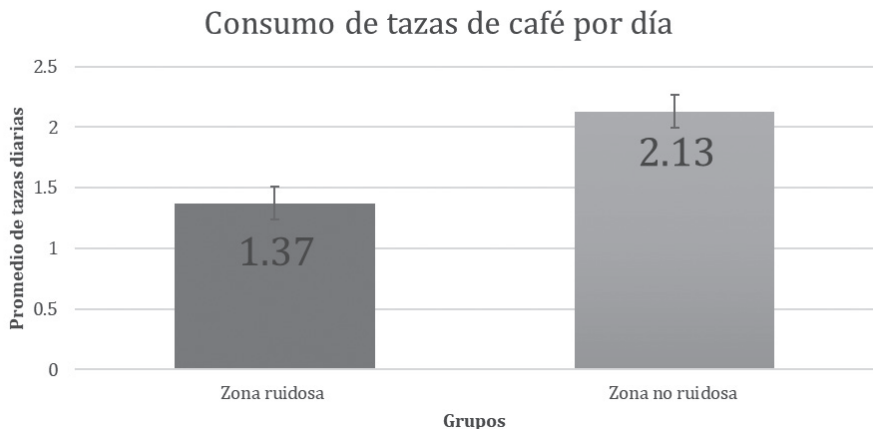


Figura 5. Promedio de consumo diario de tazas de café reportado por ambos grupos.

Como muestran los datos, existe una diferencia con un mayor consumo por parte del grupo control respecto del grupo experimental.

La prueba estadística arroja una $p < 0.0001$ con lo que la diferencia es significativa.

Finalmente, en la Figura 6 se reportan aquellas molestias o enfermedades vinculadas al estrés como lo son el dolor de cabeza, problemas gastrointestinales, ansiedad, y molestias en el oído.

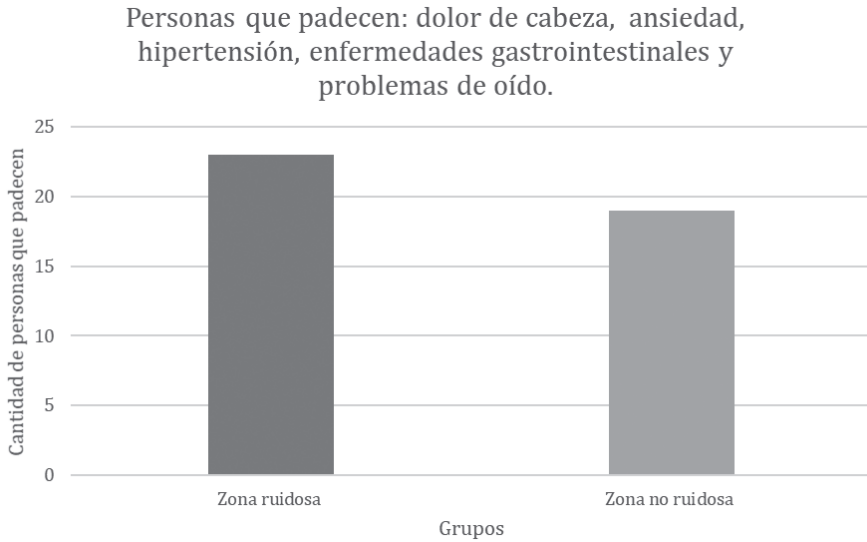


Figura 6. Cantidad de personas de ambos grupos que reportan molestias o enfermedades vinculadas al estrés.

Como se observa en la Figura 6, existen más personas que reportan molestias vinculadas al estrés por parte del grupo experimental con respecto al grupo control. Sin embargo, la diferencia observada no es relevante y no alcanza niveles de significancia estadística.

Conclusiones

Los datos de consumo de alcohol replican lo encontrado en el estudio de Camacho et al. (2016), con una muestra de 15 participantes para cada grupo. El grupo sometido a ruido crónico, consume mayor cantidad de cerveza y la inferencia es que el alcohol tiene funciones relajantes y qué, por lo tanto, dicho consumo es una estrategia de afrontamiento al estrés crónico, generado por el ruido al que han sido sometidos los participantes de este grupo. Dicho recurso es accesible para la mayoría de las personas y por lo tanto usado.

Por otra parte, la diferencia en actividad física a favor del grupo control, pudiera deberse a que el ruido crónico genera estrés y por lo tanto mayor fatiga, por lo que estar activo físicamente, es más difícil para este grupo que ya tiene mucho más desgaste.

En el mismo sentido, la diferencia en el consumo de café a favor del grupo control, pudiera deberse a que este grupo no tiene tanto estrés, requiere del estimulante de la cafeína con mayores dosis para generar activación durante el día. Sabemos que una de las propiedades del café es la estimulación del sistema nervioso. Caso contrario del grupo experimental, que ya tiene un sistema nervioso sobre-activado por la estimulación sonora, no requiere de dicho agente en las dosis consumidas por el grupo control.

Con respecto a lo encontrado en el estudio anterior respecto a una mayor cantidad de horas de sueño del grupo experimental, aspecto que no se reporta aquí, porque no hubo diferencias entre los grupos, poder evaluar más objetivamente el dato de cantidad y calidad de sueño a través de los aditamentos electrónicos que registran movimiento, se vuelve un recurso más preciso y con mayor control que nos permitirá en futuros estudios, obtener conclusiones más válidas al respecto.

El presente estudio muestra datos con una N suficiente, que permite inferir que la población urbana de la zona estudiada, no difiere mucho de los datos encontrados que se reportan aquí. Las autoridades sanitarias y de planeación urbana de la ciudad, tendrán que tomar medidas respecto al tema, para generar políticas públicas que contemplen el rediseño de los espacios públicos, que posibiliten abatir los niveles de ruido al que estamos sometidos, los que transitan por estas zonas ruidosas de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Referencias

- Babisch, W. (2011). Cardiovascular effects of noise. *Noise and Health*, 13(52), 201-204. Obtenido de <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2011/13/52/201/80148>
- Camacho, E., y Vega-Michel, C. (2012). El ruido como estresor, la respuesta psicológica y sus efectos potenciales en la salud: Consideraciones teóricas y potenciales aplicaciones. En S. Galán, y E. Camacho, *Estrés y Salud: Investigación básica y aplicada* (págs. 45-58). México: Manual Moderno.
- Camacho, E., Vega-Michel, C., y Batiz, P. (2016). Escenarios urbanos ruidosos y no ruidosos: efectos en cortisol, depresión, sueño y consumo de alcohol. *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual*, 6(2), 88-95.
- Camacho, E., Vega-Michel, C., y Orejudo, S. (2011). Niveles de cortisol y estilo de vida en estudiantes universitarios sanos de México y España. *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual*, 1(2), 29-40.
- Estrada, C., y Méndez, I. (2010). Impacto del ruido ambiental en estudiantes de educación primaria de la Ciudad de México. *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual*, 1(1), 57-68.
- Jiménez, M., y Maestre, S. (1993). Influencia del ruido sobre la fatiga y la productividad. Tesis de licenciatura en psicología. Guadalajara, Jal, México: ITESO.
- Lazarus, R. (1991). *Estrés y procesos cognitivos*. Barcelona, España: Roca.
- Selye, H. (1956/1984). *The stress of life*. New York: McGraw Hill.
- Seidman, M., y Strandring, R. (2010). Noise and Quality of Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 3730-3738.
- Spreng, M. (2000). Possible health effects of noise induced cortisol increase. *Noise y Health*, 2(7), 59-63.
- Stansfeld, S., y Matheson, M. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, 68, 243-257.
- Vega-Michel, C., y Camacho, E. (2012). Variables sociodemográficas, hábitos de vida y niveles de cortisol en adultos en México. *Pensamiento psicológico*, 10(2), 9-21.
- WHO. (22 de julio de 1946). Conferencia Sanitaria Internacional. Nueva York.
- WHO. (2004). World Health Organization. Recuperado el 14 de abril de 2011, de <http://www.euro.who.int/noise/>

Anexo I

Cuestionario de hábitos

A continuación, te pedimos llenar los siguientes datos, los cuales son confidenciales, sólo serán utilizados para el control de la investigación.

Nombre: _____

Edad: _____ Ocupación: _____

Cantidad de horas que duermes, en promedio por día: _____

Hora habitual en la que sueles despertarte diariamente: _____

Padeces alguna enfermedad: _____ ¿Cuál? _____

¿Tomas algún medicamento? _____ ¿Cuales? _____

Cantidad de cigarrros fumados por día, en promedio: _____

Cantidad, en promedio, de alcohol ingerido por semana: _____

¿Con qué frecuencia? _____

¿Tipo de alimentación? _____

¿Realizas algún tipo de actividad física cotidianamente? _____

¿Cuál? _____ ¿Con qué frecuencia? _____

¿Consumes café? _____ ¿Cuántas tazas al día? _____

¿Consumo de alguna droga? _____

¿Cuánto tiempo tiene trabajando, circulando o viviendo por aquí? _____

¿Cómo se transporta? _____

¿Cuánto tiempo le toma llegar y regresar del trabajo? _____

¿Su jornada es diurna, nocturna o mixta? _____

Trauma Acústico Inducido por Explosión Accidental

Alhelí Delgado Hernández
Emilio Arch Tirado
Ana Luisa Lino González
Antonio Verduzco Mendoza

Resumen

El daño auditivo inducido por ruido es un tema que ha despertado en los últimos años el interés de organizaciones e instituciones del área de la salud. Es un hecho que la discapacidad auditiva tiene una alta prevalencia a nivel mundial y que independientemente de la disminución de la audición por cuestiones hereditarias, congénitas o atribuibles a la edad como la presbiacusia, los casos se han incrementado abarcando a la población de niños, adolescentes y adultos jóvenes que ven mermada su audición por circunstancias relacionadas con la exposición a ruido, en este caso particular, como un efecto secundario a trauma acústico inducido por explosión accidental.

Antecedentes Históricos

Datos históricos aportan información relacionada con el ruido en distintas culturas y cómo es que desde entonces se ha considerado un importante elemento contaminante. Existen referencias en la literatura que hacen alusión a este fenómeno físico, por ejemplo, se menciona que desde el siglo IV a.C. se concibieron normas encaminadas a reducir los niveles de ruido generados por artesanos y canteros. Posteriormente, en el siglo I d.C. Plinio el viejo en su obra “Historia natural”, refiere que la gente que vivía cerca de las cataratas del Nilo quedaba sorda (Leñero-Jiménez y Solís-Coiffier, s. f.); asimismo, a finales del siglo XIX, con la aparición de la máquina de vapor y el inicio de la Revolución Industrial empezó a considerarse al ruido como un importante problema de salud. Previamente, para el año 1731 en Inglaterra Nils Skagge reporta la presencia de sordera como una condición observada en los trabajadores del cobre, denominada hasta entonces como enfermedad de los caldereros. De esta manera, Fosbroke en 1831 hace referencia a la sordera de los herreros, McKelvie y Leggé en 1927 a la sordera de los algodóneros, Lars en 1939 a la sordera de los trabajadores de los astilleros y en 1946 Krisstensen a la sordera de los aviadores y de los tripulantes de submarinos (Hernández Sánchez, y Gutiérrez-Carrera, 2006). En 1907 Wittmarck describió por primera vez el efecto histológico del ruido en el oído (Hernández Sánchez, y Gutiérrez-Carrera, 2006) y en 1929 Fowler y Dickson hacen referencia a una

caída en el umbral auditivo a 4000 Hz y lo describen como el primer signo de pérdida auditiva producida por exposición a ruido laboral (Leñero-Jiménez, y Solís-Coiffier, s. f.). Recientemente se ha reportado que la exposición a eventos explosivos por personal militar involucrado en conflictos bélicos, genera una lesión auditiva inducida por trauma acústico, en donde los hallazgos clínicos más comunes descritos son el desplazamiento prolongado del umbral auditivo, hipoacusia neurosensorial, trauma acústico, acúfeno y perforación de la membrana timpánica, así como posible presencia de colesteatoma, discontinuidad de la cadena osicular, lesión coclear o del sistema auditivo central y vestibular (Hernández Sánchez, 2013).

Epidemiología

La Organización Mundial de la Salud refiere que más del 5 % de la población mundial padece de pérdida de la audición a un grado discapacitante, 328 millones de adultos y 32 millones de niños; subraya el hecho de que el 60 % de los casos se hubieran podido prevenir y que uno de los factores prevenibles que contribuyen a las estadísticas mundiales de prevalencia de discapacidad auditiva es la exposición a ruido (Organización Mundial de la Salud, 2017).

La Organización Panamericana de la Salud reporta una prevalencia de hipoacusia en América Latina del 17 % en trabajadores con jornadas laborales de 8 horas, por 5 días a la semana y un tiempo de exposición de 10 a 15 años. Asimismo, en Estados Unidos se considera que la pérdida auditiva por exposición a ruido industrial es una de las enfermedades ocupacionales más frecuentes y en Europa se sugiere que aproximadamente 35 millones de personas están expuestas a niveles de ruido perjudicial (Hernández Sánchez y Gutiérrez-Carrera, 2006).

Chongkolwatana et al. (2009) reportaron que en Tailandia la incidencia de las lesiones del oído se incrementó debido a la gran cantidad de ataques de bombas en las provincias del sur. Por otra parte, Plontke et al., (2002) refirieron un incremento en los casos de lesión en estructuras del oído medio e interno como resultado del uso de petardos y cohetes durante celebraciones de año nuevo, como es el caso de Alemania, donde se registró un aproximado de 8000 personas afectadas; por otra parte, la casuística de este tipo de daño auditivo en diversos países reporta una mayor frecuencia en adolescentes del género masculino.

La patología de oído medio posterior a una explosión presenta una alta prevalencia: el 60 % de los sujetos expuestos a este tipo de accidentes presenta lesiones en la cadena osicular y suele manifestar signos como acúfeno e hipoacusia (Caveet et al., 2007).

3. Trauma Acústico

Se considera trauma acústico agudo al acontecimiento sonoro de alta intensidad (explosión), que puede resultar en daño inmediato y permanente a la cóclea y el oído medio (He et al., 2017; Katz et al., 2014); la energía sonora que ingresa al oído es tan intensa que sobrepasa los límites fisiológicos dañando estructuras internas de la cóclea incluyendo a las células ciliadas externas (Chen et al., 2016; Keppler et al., 2015; Sulaiman et al., 2013) e internas, membrana basilar, estría vascular, estructuras de soporte vascular y neuronas ganglionares aferentes (Portnuff, 2016; Kujawa y Liberman, 2009; Harrison, 2012; Plack et al., 2014) generando hipoacusia neurosensorial (De Palma et al., 2005; Cripps et al., 1999). Asimismo, es muy posible que a nivel de oído medio sean evidentes lesiones en la membrana timpánica y la cadena osicular (Loera-González et al., 2006). Hipoacusia por trauma acústico se define como la disminución de la capacidad auditiva temporal, permanente, parcial o total producida por la exposición a un ruido o impacto sonoro de alta intensidad (mayor a 120 dB); se considera temporal cuando la disminución del umbral auditivo se recupera horas o días siguientes al trauma y permanente cuando la disminución de la audición es irreversible (Balanay y Kearney, 2015).

4. Clasificación de Trauma Acústico

Para determinar de manera objetiva los efectos del trauma acústico, debe evaluarse la función audiovestibular mediante la exploración con otoscopio, realizar audiometría de altas y bajas frecuencias, emisiones otoacústicas y pruebas neurológicas (van de Weyer, 2011).

Desde el punto de vista audiométrico se clasifica en tres grados, 1) daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de primer grado, se caracteriza por desplazamiento del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hz, sin que necesariamente rebase los límites de audición normal, 2) daño auditivo inducido por ruido de segundo grado, además del desplazamiento en la frecuencia de 4000 Hz, se observa afectada la respuesta en otra frecuencia, generalmente en 8000 Hz, 3) daño auditivo inducido por ruido de tercer grado, cuando se afectan las frecuencias 4000 Hz, 8000 Hz y 2000 Hz; ocasionalmente afecta a más de tres frecuencias. La curva audiométrica obtenida en sujetos expuestos a una explosión se caracteriza por hipoacusia de frecuencias altas. En la clínica, la presentación inicial es una hipoacusia mixta (conductiva y sensorial) por la lesión en las estructuras del oído medio e interno (Méndez-Ramírez y Gutiérrez-Farfán, 2004). Por otra parte, estudios de imagen realizados a pacientes víctimas de una explosión, han permitido identificar lesiones vasculares focales y difusas en el parénquima cerebral (Povlishock y Katz, 2005), se sugiere también la posibilidad de daño en los núcleos de la vía auditiva, ubicados en tallo, tálamo y corteza cerebral. El inadecuado funcionamiento neural a nivel sináptico da como resultado distorsión o pérdida del procesamiento de la información (Okie, 2005; Peru et al., 2003).

5. Teorías Sobre la Disminución de la Audición por Trauma Acústico

Teoría del microtrauma. Considera que los picos del nivel de presión sonora de un ruido constante conducen a una pérdida progresiva de células del órgano de Corti provocando una disminución de la audición.

Teoría bioquímica. Establece que alteraciones bioquímicas desencadenadas por el ruido conducen a una lisis celular definitiva, que generan disminución de la presión de O_2 en el conducto coclear, disminución de los ácidos nucleicos de las células, disminución de glucógeno y ATP, aumento de elementos oxígeno reactivos como los superóxidos, peróxidos y radicales hidroxilo los cuales favorecen el estrés oxidativo, disminución de niveles de enzimas que participan en el intercambio iónico activo (Na^{+}), K^{+})-ATPasa y Ca^{2+})-ATPasa).

Teoría de conducción de calcio intracelular. Refiere que el ruido provoca una despolarización de las neuronas y que se generan alteraciones o distorsiones en la onda de propagación del calcio intracelular de la neurona por cambios en los canales de calcio.

Teoría del mecanismo mediado por macrotrauma. Sugiere que la onda expansiva producida por un ruido discontinuo intenso es transmitida a través del aire generando una fuerza capaz de destruir estructuras como la membrana timpánica y la cadena osicular (Hernández Sánchez y Gutiérrez-Carrera, 2006).

6. Trauma Acústico por Explosión

Una explosión es un evento físico químico que resulta de la liberación súbita y violenta de energía al detonar una mezcla explosiva (Uribe, s. f.); provoca una expansión instantánea de gas que origina una onda de choque que viaja a través del epicentro de la detonación a la velocidad supersónica de 3,000 a 8,000 m/s, perdiendo presión y velocidad al alejarse del sitio de detonación (Chongkolwatana et al., 2009; Guy et al., 1998; Cullis, 2001). Se generan tres fenómenos como efecto de la descomposición extrema de moléculas por el cambio de energía; el primero es una onda estática que se propaga de forma radial y centrífuga, denominado onda de choque; el segundo una onda de presión dinámica llamada viento y el tercero, desprendimiento de calor (Pats et al., 2000). El origen más común son ataques terroristas, incendios, accidentes, estallidos de tanques de gas y oleoductos (Cohen et al., 2002), acciones bélicas, bombardeos (Chongkolwatana et al., 2009) y accidentes laborales en fábricas e industrias pirotécnicas (Nguyễn et al., 2014; van de Weyer et al., 2011).

Los órganos que generalmente sufren lesiones en el trauma por explosión son los oídos, pulmones, colon y órganos huecos donde la lesión se origina en la interfaz de aire-tejido, las lesiones más frecuentes son daño tisular grave generalizado, perforación de la membrana timpánica, desarticulación de la cadena osicular, hemorragia y/o estallido alveolar, embolia cerebral, embolia coronaria, hemorragia retiniana, neumo-

tórax o neumoperitoneo, hemorragia del tracto digestivo, hemorragia subaracnoidea e intraparenquimatosa (Just et al., 2000; Guy et al., 2000; Cripps, 1999; Oppenheim, 1998; Irwin et al., 1997; Garner y Brett, 2007).

Las lesiones auditivas provocadas por explosión se generan por el paso de la onda expansiva a través de las estructuras del oído. Debido a que es una estructura neumatizada lo convierte en un órgano sensible, susceptible y frecuentemente dañado por las ondas de choque expansivas (Esteban, G. s. f.). La membrana timpánica es una estructura que forma parte del sistema tímpano-oscicular, se encarga de captar, amplificar y transmitir los sonidos, puede verse afectada por diversas causas tales como barotrauma o exposición a ruido prolongado e intenso o estallidos.

En el barotrauma la membrana timpánica puede romperse a una presión de 35 kilopascales (kPa), es decir, 5 libras por pulgada cuadrada. Una disminución de presión puede provocar hemorragia en la membrana y romperla, en cambio, una elevación de la presión puede perforarla y presentar desarticulación de la cadena oscicular. Las lesiones de oído medio por explosión y onda expansiva se ubican en la parte inferior de la membrana timpánica, la perforación es común, puede haber sangrado y discontinuidad de los huesecillos del oído ya sea por dislocación o desarticulación total, produciéndose hipoacusia conductiva (Cripps et al. 1999). En el caso de las explosiones, algunos autores mencionan que la presión generada se ubica de 414 a 552 kPa y destacan el hecho de que con una presión de 104 kPa existe un 50% de riesgo de perforación timpánica (Helfer et al., 2005).

7. Explosiones Accidentales en México

El uso de fuegos artificiales o pirotécnicos es una tradición en infinidad de celebraciones a lo largo y ancho de la República Mexicana; es difícil imaginar una celebración del Grito de Independencia en Zócalos o Plazas de Armas que no culmine con explosiones, luces y lluvia de colores que decoran el cielo en medio de la oscuridad, y qué decir de la celebración de la Virgen de Guadalupe, el Año Nuevo, la Navidad y las fiestas patronales. Es un hecho que cohetes y cohetones la menor de las veces son manipulados por manos expertas, días previos a festividades y celebraciones el acceso a este material explosivo se encuentra a la mano de cualquier niño, adolescente o adulto, se pueden encontrar una gran variedad y es difícil decidir entre buscapiés, cañones, bengalas, bombas, palomas, varas, cometas y más. Es importante destacar, que su uso en muchas ocasiones provoca accidentes que generan lesiones visibles que requieren de atención médica de urgencia, así como, lesiones no visibles en el oído que generan una disminución del umbral auditivo. Continuando con el tema de los fuegos artificiales, no es difícil darse una idea de la magnitud de las explosiones originadas por fuegos artificiales, de las que en México se han registrado varios eventos trágicos, como el de Tultepec Estado de México, municipio reconocido nacional e internacionalmente por la producción artesanal de pirotecnia y la venta de estos productos, quienes desde 1998 hasta la fecha han vivido 39 accidentes relacionados con la explosión masiva de su producción generando importantes daños materiales,

pérdidas humanas y lesiones de diversos grados (Redacción, 2017). Pero no solamente las explosiones por fuegos artificiales son causantes de este tipo de accidentes, encontramos en la historia diferentes acontecimientos trágicos que han dejado numerosas víctimas en localidades mexicanas, esta vez relacionadas con productos inflamables y explosivos como los derivados del petróleo; en 1984, se registró una de las mayores explosiones de la historia, una planta de gas ubicada en San Juan Ixhuatepec en el Municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México generada por la sobrepresión de un tanque cilíndrico en una instalación de recepción, almacenamiento y distribución de gas LP, provocó una explosión de tal intensidad que se presentaron fenómenos de radiación térmica, ondas de presión y lanzamiento de proyectiles (Aparicio, 2014). En 1992 en la Ciudad de Guadalajara se registró una fuerte explosión como consecuencia de un derrame de sustancias inflamables en un colector de aguas del sector reforma (Macías, 1993). En 2015 en la Delegación Cuajimalpa de la Ciudad de México, en el Hospital Materno Infantil la fuga de gas en una pipa desencadenó una gran explosión generando graves daños.

Considerando lo descrito previamente en este capítulo, se puede inferir que, dadas las características de estos accidentes, independientemente de los daños materiales y la pérdida de vidas humanas, muchas de las víctimas además de las quemaduras y heridas presentaron daño en estructuras del oído medio e interno que les provocaron una pérdida de audición temporal o permanente.

En el presente estudio se reportan los hallazgos auditivos de un grupo de pacientes que ingresaron al Centro Nacional de Investigación y Atención al Quemado del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” en el 2013; los pacientes fueron víctimas de una explosión en cadena de gran intensidad provocada por fuegos artificiales durante una fiesta religiosa en el Municipio de Nativitas en el Estado de Tlaxcala. Al realizar la valoración audiológica, el 62.5 % de los pacientes refirió presencia de acúfeno, disminución de la audición y sensación de plenitud ótica, por otra parte, los estudios audiométricos mostraron datos de hipoacusia desde superficial hasta severa y una considerable caída a partir de la frecuencia de 4000 Hz (compatible con trauma acústico de tercer grado) en el 100 % de los pacientes evaluados.

8. Reflexiones Finales

Destacamos el hecho de que el ruido generado por una explosión alcanza en promedio los 170 dB de manera radial, por lo tanto, el riesgo de adquirir una hipoacusia súbita es alto. Al presenciar detonaciones programadas, es recomendable permanecer a una distancia mínima de 8 metros del epicentro de la explosión para disminuir el riesgo de trauma acústico, usando tapones protectores en ambos oídos. En México se ha experimentado una serie de eventos relacionados con explosiones de pólvora o tanques de gas en mal estado y es probable que situaciones similares puedan presentarse en el futuro, por lo que independientemente de la estabilización inmediata y los cuidados terapéuticos necesarios en estos sujetos, es indispensable realizar evaluación audiológica post estabilización, ya que se sabe que el daño auditivo tiene repercusiones en

el lenguaje y por ende en la socialización, que impactan directamente en actividades académicas, laborales y sociales; a la par o independientemente, la presencia de acúfeno es el efecto más común referido en el daño auditivo el cual puede ser temporal o permanente.

9. Conclusiones

Es importante diseñar guías clínicas referentes a la evaluación de la fisiología auditiva e implementarlas en todos aquellos sujetos expuestos de manera involuntaria y accidental a una fuente sonora de alta intensidad.

La detección tardía de hipoacusia puede tener efectos negativos en el neurodesarrollo y en el desarrollo del lenguaje en pacientes menores de 6 años, así como problemas académicos y de socialización en pacientes menores de 22 años, problemas sociales y laborales en sujetos adultos y resultar una comorbilidad en pacientes mayores de 50 años, ya que independientemente de los efectos de la concentración de ruido a alta intensidad, se potencializa con la presencia de la presbiacusia natural del envejecimiento.

Debido a la importancia médica, psicológica y económica que se presenta en los pacientes con hipoacusia neurosensorial, es responsabilidad de los servicios de salud proponer la prevención del daño auditivo como consecuencia de trauma acústico. En el caso de las explosiones por fuegos artificiales se debe concientizar sobre el riesgo que estos artefactos producen y acudir con el médico especialista en audiología para realizarse una valoración audiológica completa, además de que en caso de haber sido víctima de una explosión, aun cuando pasado el tiempo no se presente acúfeno, es recomendable hacer una valoración que ayude a determinar de manera objetiva la presencia o ausencia de hipoacusia.

Preguntas

¿A qué nivel considera que el ruido limita la salud comunitaria en la localidad a la que refiere el estudio?

El ruido generado por las explosiones de los fuegos artificiales llega a niveles de alta intensidad, pero dada la ideología de las creencias principalmente religiosas en México, existe una aceptación por este tipo de actividades y costumbres, y aunque estas explosiones en ocasiones ocurren de improviso y asustan a algunas personas, no suelen pasar de un breve momento. El mayor problema para una comunidad sería si ocurriera una explosión de forma masiva en donde se verían afectados varios miembros de las comunidades que estuvieran cercanos al posible accidente. Definitivamente los responsables del manejo de los fuegos artificiales son personas que tiene un mayor riesgo de padecer algún tipo de lesión auditiva o incluso lesiones por quemaduras o explosión de diverso grado.

El ruido con relación a otros contaminantes ambientales, ¿en qué medida ha sido atendido por las autoridades ambientales y sanitarias de tu entidad?

Existe un Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, pero como en toda zona urbana de un país en desarrollo no existe ni la cultura, ni la educación, ni el interés por respetar este tipo de lineamientos, existen prioridades que atender, así como intereses propios.

¿Cuáles son los efectos colaterales más significativos que considera que tiene el ruido en zonas habitacionales o en espacios laborales o recreativos?

En las zonas habitacionales el ruido puede generar incomodidad, perturbación del ambiente, invasión acústica del espacio, trastornos del sueño, irritabilidad, confusión, altera la privacidad, puede interrumpir actividades que requieran de concentración, aquellos enfermos que se encuentren en cama les produciría malestar.

En los espacios laborales, el ruido tendría un efecto de perturbador, de alterar los espacios, pérdida de la concentración, problemas de la comunicación, afectar la productividad, alterar la eficiencia y la eficacia.

¿Cuáles considera que son las principales limitantes que existen para diagnosticar los efectos del ruido?

- 1.- Que el ruido no se considera un contaminante importante y de relevancia para la salud.
- 2.- Los sujetos en general están expuestos al ruido desde edades tempranas, además es común en la actualidad el uso de tecnología (celulares, audífonos, equipos de sonido, etc.) aunado al ruido ambiental.
- 3.- Que la gente le resta importancia a su audición y no acude al médico hasta que los síntomas son más evidentes.
- 4.- El costo de los servicios médicos.
- 5.- Desconocimiento del problema.

¿Qué acciones directas, indirectas, integrales e interinstitucionales se deben de tomar para atender los problemas a la salud por exposición a ruido?

Directas.-Uso de motores híbridos, multas para aquellos que no respeten los reglamentos para evitar la contaminación por ruido al pie de la letra, clausura y multas a locales comerciantes que excedan los niveles permitidos de ruido, limitar el uso de fuegos artificiales.

Indirectas.-Identificar las fuentes generadoras de ruido y modificar los procesos para que lo disminuyan.

Integrales.- Crear programas informativos de prevención de la sordera por trauma acústico; difusión en medios masivos para dar a conocer la problemática de la contaminación por ruido y sus efectos.

Interinstitucionales.- descentralizar zonas industriales, reglamentación que proteja de la exposición laboral al ruido.

Referencias

- Aparicio, J. A. (2014) Recordando la catástrofe de San Juanico. Instituto Español para la Reducción de los Desastres. Recuperado de <http://ierd.es/wp-content/uploads/2014/07/Recordando-la-cat%C3%A1strofe-de-San-Juanico.pdf>
- Arch-Tirado, E., Garnica-Escamilla, M. A., Delgado-Hernández, A., Campos-Muñoz, T., Rodríguez-Rodríguez, L., Verduzco-Mendoza, A. (2014). Trauma acústico generado por exposición a explosión de pólvora. *Cirugía y cirujanos*, 82, 528-536.
- Balanay, J. A. y Kearney, G. D. (2015). Attitudes toward noise, perceived hearing symptoms, and reported use of hearing protection among college students: influence of youth culture. *Noise y Health*, 17(79), 394-405.
- Cave, K. M., Cornish, E. M. y Chandler, D. W. (2007). Blast injury of the ear: clinical update from the global war on terror. *Military medicine*, 172(7), 726-730.
- Chen, G. D., Sheppard, A., Salvi, R. (2016). Noise trauma induced plastic changes in brain regions outside the classical auditory pathway. *Neuroscience*, 315,228-245.
- Chongkolwatana, C., Atipas, S. y Methetrairut, M. (2009). Blast injury of the ears. *Siriraj Medical Journal*, 61:228-229.
- Cripps, N. P., Glover, M. A. y Guy, R. J. (1999). The pathophysiology of primary blast injury and its implications for treatment. Part II: The auditory structures and abdomen. *Journal of the Royal Naval Medical Service*, 85(1), 13-24.
- Cohen, J. T., Ziv, G., Bloom, J., Zikk, D., Rapoport, Y. y Himmelfarb, M. Z. (2002). Blast injury of the ear in a confined space explosion: auditory and vestibular evaluation. *The Israel Medical Association Journal*, 4(7), 559-562.
- Cullis, I. G. (2001). Blast waves and how they interact with structures. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 147(1), 16-26.
- DePalma, R. G., Burris, D. G., Champion, H. R. y Hodgson, M. J. (2005). Blast injuries. *New England Journal of Medicine*,352(13), 1335-1342.
- Esteban G. (s. f.). Síndrome por explosión (Blast Injury). Recuperado de <http://www.sanitarios-bomberos.es/docjornadas/zaragoza%202008/18%20-%20BLAST%20INJURY.pdf>
- Garner, M. J. y Brett, S. J. (2007). Mechanisms of injury by explosive devices. *Anesthesiology clinics*, 25(1), 147-160.
- Guy, R. J., Glover, M. A. y Cripps, N. P. (1998). The pathophysiology of primary blast injury and its implications for treatment. Part I: the thorax. *Journal of the Royal Naval Medical Service*, 84(2), 79-86.
- Guy, R. J., Glover, M. A. y Cripps, N. P. (2000). Primary blast injury: pathophysiology and implications for treatment. Part III: Injury to the central nervous system and the limbs. *Journal of the Royal Naval Medical Service*, 86(1), 27-31.
- Harrison, R. V. (2012). The prevention of noise induced hearing loss in children. *International Journal of Pediatrics*, 2012:473541. doi: 10.1155/2012/473541.
- He, J., Zhu, Y., Aa, J., Smith, P. F., De Ridder, D., Wang, G. y Zheng, Y. (2017). Brain metabolic changes in rats following acoustic trauma. *Frontiers in Neuroscience*, 11,148. doi: 10.3389/fnins.2017.00148
- Helfer, T. M., Jordan, N. N. y Lee, R. B. (2005). Postdeployment hearing loss in US Army soldiers seen at audiology clinics from April 1, 2003, through March 31, 2004. *American journal of audiology*, 14(2), 161-168.
- Hernández Sánchez, H. y Gutiérrez Carrera, M. (2006). Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(4).
- Hernández Sánchez, H. (2013). Medio militar y trastornos auditivos inducidos por ruido. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 42(3), 396-402.

- Irwin, R. J., Lerner, M. R., Bealer, J. F., Brackett, D. J. y Tuggle, D. W. (1997). Cardiopulmonary physiology of primary blast injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 43(4), 650-655.
- Just, T., Pau, H. W., Kaduk W. y Hingst, V. (2000). Danger from exploding fireworks and blank firearms. *HNO*, 48(12), 943-948.
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J. y Tillery, K. L. (2014). *Handbook of clinical audiology*. Philadelphia, Wolters Kluwer Health.
- Keppler, H., Ingeborg, D., Sofie, D. y Bart, V. (2015). The effects of a hearing education program on recreational noise exposure, attitudes and beliefs toward noise, hearing loss, and hearing protector devices in young adults. *Noise y Health*, 17(78):253-262.
- Kujawa, S. G. y Liberman, M. C. (2009). Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *Journal of Neuroscience*, 29(45):14077-14085.
- Leñero Jiménez, M. M. y Solís-Coiffier, G. H. (s. f.). Daños a la salud causados por ruido. Recuperado de http://alonso.serret.mx/wp/wp-content/uploads/2015/08/DA%C3%91OSALASALUD_POR_RUIDO.pdf
- Loera-González, M.A., S. Salinas-Tovar, G. Aguilar-Madrid y V.H. Borja-Aburto. (2006). Hipoacusia por trauma acústico crónico en trabajadores afiliados al IMSS, 1992-2002. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2006; 44 (6): 497-504, México, 2006.
- Macías, J. M. (1993). Lecciones de un desastre. *Desastres y sociedad*, 1,39-44.
- Méndez-Ramírez, M. R. y Gutiérrez-Farfán I. S. (2004). Detección de la pérdida auditiva inducida por ruido en trabajadores del Centro Nacional de Rehabilitación durante su construcción. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*, 49(1), 14-21.
- Nguyen, N., Hunt, J. P., Lindfors, D. y Tyack, P. L. (2014). Aerial fireworks can turn deadly underwater: Magnified blast causes severe pulmonary contusion. *Injury Extra*, 45(4), 32-34.
- Okie, S. (2005). Traumatic brain injury in the war zone. *New England Journal of Medicine*, 352(20), 2043-2047.
- Oppenheim, A., Pizov, R., Pikarsky, A., Weiss, Y. G., Zamir, G., Sprung, C. L. y Rivkind, A. (1998). Tension pneumoperitoneum after blast injury: dramatic improvement in ventilatory and hemodynamic parameters after surgical decompression. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 44(5), 915-917.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Sordera y pérdida de la audición. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>
- Pats, B., Lenoir, B., Ausset, S. y Benois, A. (2000). Lesiones por onda expansiva «blast» y heridas por explosión. *EMC-Anestesia-Reanimación*, 26(4), 1-12.
- Peru, A., Beltramello, A., Moro, V., Sattibaldi, L. y Berlucchi, G. (2003). Temporary and permanent signs of interhemispheric disconnection after traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 41(5), 634-643.
- Plack, C. J, Barker, D. y Prendergast, G. (2014). Perceptual consequences of “hidden” hearing loss. *Trends in Hearing*, 18. doi: 10.1177/2331216514550621.
- Plontke, S. K. R., Dietz, K., Pfeffer, C. y Zenner, H. P. (2002). The incidence of acoustic trauma due to New Year’s firecrackers. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 259(5), 247-252.
- Portnuff, C. D. (2016). Reducing the risk of music-induced hearing loss from overuse of portable listening devices: understanding the problems and establishing strategies for improving awareness in adolescents. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*, 7:27-35.
- Povlishock, J. T. y Katz, D. I. (2005). Update of neuropathology and neurological recovery after traumatic brain injury. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 20(1), 76-94.
- Redacción. (5 de marzo de 2017). Van 83 muertos en 39 explosiones en Tultepec. *Excelsior*. Recuperado de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/03/05/1150220>

- Sulaiman, A. H., Seluakumaran, K. y Husain, R. (2013). Hearing risk associated with the usage of personal listening devices among urban high school students in Malaysia. *Public Health*, 127(8):710-715.
- Uribe, R. (s. f). Trauma por explosiones y bombas. Recuperado de http://acceso.siweb.es/content/980129/Trauma_por_explosiones_y_bombas.pdf
- van de Weyer, P. S., Praetorius, M. y Tisch, M. (2011). Update: blast and explosion trauma. *HNO*, 59(8), 811-818.

A mí me gusta el ruido y me produce bienestar... a veces.

Fernando J. Elizondo Garza

1. Introducción

El ruido ha sido ampliamente reconocido como causa de molestia y daño a la audición, y, debido a la naturaleza humana, continuará siéndolo.

Después de más de 40 años trabajando sobre el tema del ruido y su control queda claro que la generación del ruido se trata de un asunto del vivir de los humanos y por lo tanto no es eliminable.

El sonido como fenómeno físico no es ni bueno ni malo, pero al ser escuchado por las personas es entonces juzgado en un esquema primeramente personal, subjetivo, y luego por influencia, en un esquema social, estadístico.

Por lo anterior el empleo del ruido puede generar efectos positivos y negativos sobre el bienestar de las personas, por lo que el ruido puede funcionar en forma dual, produciendo desde placer hasta molestia o incluso daño en las personas.

2. Desde la definición de ruido empiezan los problemas

La palabra ruido es definida o interpretada de diferentes maneras, unas más técnicas otras más subjetivas. Esto ha llevado a usos y visiones diferentes, que si no se acota adecuadamente pueden llevar a que al estar usando la palabra ruido se esté hablando de cosas diferentes (Elizondo-Garza, 2017).

Por lo anterior, antes de explicar las diferentes visiones que las personas pueden tener sobre el ruido, se mencionarán las principales acepciones utilizada en el español. Empecemos con las definiciones de la Real Academia Española (RAE, 2017) en su Diccionario de la lengua española que asigna a ruido 6 acepciones de las cuales sólo una es de nuestro interés para este trabajo:

Ruido. Del lat. Tardío rugītus ‘rugido’, ‘estruendo’.

1. m. Sonido inarticulado, por lo general desagradable.

Como resulta obvio, esta definición no nos es útil, requerimos otras definiciones de carácter más técnico y/o unas de enfoque subjetivo pero acotadas. De nuestro interés podemos mencionar como ejemplos: Harris (1991), Brüel y Kjaer (2000), Beranek (1971).

Acepciones técnicas.

- Sonido o señal desordenada de tipo aleatoria.
- Parte no de nuestro interés de una señal.
- Interferencia a una comunicación.
- Sonido muy intenso.
- Sonido dañino.

Acepciones subjetivas.

- Sonidos, generalmente no deseados.
- Sonido molesto.

El ruido es concebido en primera instancia como un fenómeno desordenado, aleatorio, representable sólo en términos de probabilidad y estadística. Bajo esta definición científica fría, parece que la gran mayoría de las personas no quedan contentas, pues las cosas sólo existen si las podemos percibir, y por lo tanto, si las podemos juzgar para aceptarlas o rechazarlas. El juzgar es inevitable, pues está relacionado con uno de los programas cerebrales básicos de sobrevivencia, pero para científicos e ingenieros representa un esquema problemático (Baron, 1980; Giménez de Paz et al., 1998).

A partir de lo anterior debemos reconocer al menos 3 niveles de análisis del ruido:

- a.- Evaluación científica.
- b.- Juicio individual / juicio grupal.
- c.- Juicio legal.

Cada nivel implica acciones y criterios diferentes y por lo tanto el manejo de una problemática de ruido será diferente.

Los gobiernos buscando proteger o dar calidad de vida a la mayoría de las personas, basan los reglamentos en criterios estadísticos. Esto implica que siempre un porcentaje pequeño de personas no queda considerado (protegido) por la ley (Elizondo-Garza, 2004).

Desde el punto de vista subjetivo, un ruido puede molestar a una persona y a otro no. También debemos tener claro que el caso de “un individuo” existe, las personas no somos estadística.

Hay que reconocer que ni los humanos son todos idénticos, ni buscan lo mismo, y que cambian sus esquemas bajo circunstancias específicas temporalmente y que sufren cambios bioquímicos a lo largo de la vida. Como ejemplos: los jóvenes adolescentes, los días de ritos públicos o cuando están en una fiesta (Reboloso y Elizondo-Garza, 2010).

Evitar totalmente la generación de ruido es imposible y el querer resolver todo en base a la prohibición, además de que no es funcional, es implícitamente un atentado a la libertad. Por otro lado dejar a las personas hacer ruido sin control es irracional y salvaje.

La sociedad, es un ente inexistente que se caracteriza por ser evocado por las personas a conveniencia, y en el mejor de los casos se describe por medio de estadísticas, a los políticos (incluyendo activistas y ONG's) les agrada utilizar datos estadísticos en sus discursos diciéndose su representante. Realmente la sociedad es un universo de personas con actitud cambiante, con moral múltiple y con actividades rituales, tem-

porales y/o excepcionales, que no están dispuestos a dejar. Las personas son a la vez un generador de ruido, receptores involuntarios de él, pero también un consumidor de ruido (Elizondo-Garza, 2004).

Al margen de sus aspectos negativos, el ruido puede ser un elemento que produce bienestar en las personas, de hecho hay personas que lo buscan, y por lo tanto puede ser útil en el diseño acústico, siempre que se eviten sus efectos negativos.

3. El sonido no es ni bueno ni malo

Antes de entrar a la caracterización (Elizondo-Garza, 2017) de las diferentes visiones utilizadas al abordar los problemas generados por el ruido, se debe comprender dos aspectos intrínsecos a los humanos: el juzgar y el transferir responsabilidad.

Un sonido es un fenómeno físico que al llegar a los humanos es oído y percibido como escuchado y luego juzgado. El ruido puede ser interpretado subjetivamente como bueno o malo, lo cual, si bien es inevitable, es problemático para hacer ingeniería que busque evitarlo o generarlo según el caso.

Por otro lado, los humanos tienden a transferir la responsabilidad humana a las cosas. Esto es, en lugar de aceptar que el problema es el asesino, lo cual implica aceptar que los humanos son perversos, volvemos mala a la pistola. Lo mismo pasa con el ruido.

Es fundamental para el diseñador abordar el sonido y el ruido al margen de la moral. Hay que conocer las casuísticas en cuanto a si es o no problema legal o si es o no deseable el ruido para un grupo de personas (Elizondo-Garza, 2013).

Desde el punto de vista legal, un ruido puede y no ser problema al mismo tiempo, por ejemplo una máquina en el límite de un predio puede ser evaluado por dos leyes diferentes una de enfoque ambiental y otra de salud, pudiéndose cumplir con un reglamento y violándose otro, esto es dentro de la fábrica se cumple la ley y fuera no; en ambos casos la fuente no es mala, es sólo una fuente de ruido y será el humano que la compró, instaló y operó el que podría ser malo y aún habría que discutir la intencionalidad.

4. Diseñando espacios sonoros con ruido

El diseño clásico para el control de ruido enseñado en las universidades se basa en el esquema: Fuente → Medio → Receptor. (Elizondo-Garza, 2005, Elizondo-Garza, 2014a, Elizondo-Garza, 2014b, Elizondo-Garza et al., 2015), donde el objetivo sería que no haya receptores que excedan la dosis legalmente establecida por los reglamentos de salud en cuanto a ruido, o que a los predios vecinos no llegue un ruido ambiental mayor al permitido según el horario.

Esto implica que el problema existe sólo si se excede el límite reglamentario. Por lo que en la mayoría de los casos *“No se trata de quitar el ruido sino de cumplir la ley”*.

La visión de cumplir la norma es cómoda. Desde el punto de vista del consultor acústico el regirse por las normas vuelve el servicio finito en el tiempo y rápido de cobrar.

Actualmente bajo el concepto de diseño de paisajes sonoros se busca la creación de espacios / entornos acústicos “contextualizados”, ya sean reales o virtuales. Esto puede requerir más estímulos que sólo el acústico, más interacciones personales y ambientales, y por lo tanto un alto control de sincronización entre los estímulos acústicos y los no acústicos. Su importancia reside en su utilidad para expandir las experiencias de las personas y producir cultura.

De las diferencias entre el modelo clásico de diseño y la aproximación a través del diseño de paisaje sonoro (Elizondo-Garza, 2014a) se destacan los siguientes aspectos: ofrecer opciones para el oyente; el establecimiento de las fronteras; la interrelación/complementación entre espacio natural y artificial; la verosimilitud de los paisajes sonoros; normas acústicas vs percepción individual; restricciones históricas y estéticas; el tipo de uso del suelo y el sonido; tendencias y modas globales; las implicaciones en *show-business*; etc.

Es importante considerar la vista panorámica de las dimensiones acústicas humanas. No solo el lado bello. En un sentido amplio, un paisaje sonoro puede (en lo subjetivo) incluir de todo:

Bello	↔	Feo
Bueno	↔	Malo
Natural	↔	Artificial
Histórico	↔	Prospectivo
Personal	↔	Social
Gratuito	↔	Comercial
Correcto	↔	Políticamente incorrecto
Sano	↔	Peligroso
Placentero	↔	Molesto
Real	↔	Virtual

Sí, es todo el rango de las posibilidades auditivas, y un paisaje sonoro será percibido y juzgado por una persona en base a las características biológicas y al nivel cultural en un tiempo dado.

Uno de los problemas en el diseño de paisajes sonoros es que hay muchos factores involucrados en la percepción del sonido por las personas, y en un momento específico, al estar en un paisaje sonoro las personas pueden decidir: que les gusta, buscarlo en el futuro, estar de acuerdo en pagar por él, evitarlo en el futuro, protestar en contra de ese paisaje sonoro, etc. Pero la opinión puede cambiar con la edad, hora del día, lugar, contexto de trabajo o vacaciones, educación, stress, condición de salud, etc.

El diseño de paisajes sonoros incluye un rango muy amplio de casos en interior y exterior: paisajes sonoros naturales, paisajes sonoros típicos, paisajes sonoros antiguos, paisajes sonoros sociales, paisajes sonoros virtuales, paisajes sonoros teatrales, etc. Hay que tener presente que el paisaje sonoro debe ser reconocido en dos niveles: Como experiencia sonora en sí misma y como parte de un evento cultural multisensorial. Es obvio que en el diseño habrá que involucrar a diferentes tipos de profesionales trabajando en equipo.

Un punto importante es que debido a que los paisajes sonoros pueden incluir diferentes tipos de condiciones sonoras, no son diseñados para todas las personas en todas las condiciones, sino como un campo acústico que será “bueno” para la mayoría pero “malo” para algunos.

En virtud de lo anterior al diseñar un paisaje sonoro se requiere: establecer claramente para quien fue diseñado; hacer obvia la intención del paisaje sonoro; la toma de decisiones por compromiso; el control de efectos laterales; la generación de opciones para el escucha; la creación de un ambiente “total”; el tener fronteras claramente establecidas; evitar afectar otros paisajes sonoros; tener una opción de salida fácil; el paisaje sonoro debe ser explicado antes o por sí mismo; debe ser seguro; etc.

En el aspecto de generar opciones para el escucha, el ruido puede jugar un papel importante en algunos casos como se discutirá a continuación.

5. Los humanos buscan, y pagan por, algunos ruidos

Para muchas personas, en varias circunstancias, el ruido es algo deseado, por el que se está dispuesto a pagar, e incluso hay personas que afirman que les produce bienestar (Elizondo-Garza, 2018). Esta sensación puede ser directamente inducida por el ruido, o como en muchos casos por generar una percepción de vivir con amplitud las opciones humanas ¿Por qué no ser sorprendido por un sonido? ¿Por qué escuchar siempre lo mismo? ¿Por qué reprimir la necesidad de divertirse escuchando?

Los usos del ruido más frecuentemente empleados en el contexto de diseño de paisajes sonoros, no virtuales, son:

Caso 1.- Ruido para separar acústicamente paisajes sonoros.

En muchos parques de diversiones, se busca atender a los diferentes estratos de asistentes subdividiéndose en regiones temáticas, y es común utilizar ruidos para la separación acústica entre las secciones, esto como una manera de evitar que se interfieran los mensajes sonoros y lograr la separación perceptiva entre ellas. En este caso el ruido funcionará como un medio de enmascaramiento o como un medio de transición como lo hacen los *disc jockey* (DJ) para separar las canciones sin detener la música. Esto se puede realizar con música ambiental, o ruido aleatorio, como el de una cascada.

Caso 2.- Ruido para inducir relajación o condiciones para meditación.

Ruidos de amplio espectro pueden ser utilizados en paisajes sonoros para propiciar la relajación o la meditación, es común el uso de fuentes de ruido aleatorio como sonidos de mar, viento, lluvia, etc. Dicho ruido ayuda a las personas a aislarse del entorno y concentrarse. Generalmente el ruido usado en estos casos no es de alto volumen sino de amplio espectro.

Caso 3.- Ruido para evitar distracciones.

Igual que el caso anterior un ruido aleatorio constante o con fluctuaciones lentas y periódicas (mar, viento, musak) puede ser utilizado para enmascarar mensajes o fuentes distractoras. En el caso de jóvenes, el uso de sonido intenso es usado incluso para estudiar.

Caso 4.- Ruido para romper monotonía.

Un paisaje sonoro monótono, puede fácilmente llevar al aburrimiento. Mucha gente espera hasta en un bosque la presencia acústica de algo más que silencio (En una selva el silencio puede representar que un depredador anda cerca). Para esto hay que producir cambios de preferencia no periódicos de las diferentes dimensiones sonoras: frecuencia, amplitud, timbre; esto es utilizar los rangos de frecuencia y amplitud, el activar y desactivar fuentes sonoras, como pajaritos o ladridos de perros, o zonas de música y zonas con sonidos naturales, etc.

Caso 5.- Ruido para molestar, crispar los nervios.

Hay sonidos que crisan los nervios, los que son especialmente molestos para algunas personas, estos generalmente relacionados con tonos puros o sonidos relacionados con daño o peligro, como gritos y lamentos, los cuales pueden ser utilizados para general percepciones, que, si se contrastan después con condiciones seguras, producen las sonrisas de nervios comunes en juegos mecánicos o que nos recuerdan las otras regiones de la vida humana que tanto deseamos evitar, enfoque de gran utilidad en instalaciones en arte contemporáneo.

Caso 6.- Música ruidosa para estimular.

La música ruidosa que llena de jóvenes las discotecas (lugares públicos donde sirven bebidas y se baila al son de música grabada). En estas, como en muchos ritos (fiestas), el ruido en forma de música a alto volumen viene a ser un estimulador del sistema nervioso que junto con otros estímulos y estimulantes genera alegría. Los sonidos con ritmo bien marcado provocan el baile que en conjunto genera la sensación de convivencia y algunos autores consideran que es el escuchar música a alto volumen es adictivo a cierta edad.

Caso 7.- Ruido para asustar.

El asustar sonoramente implica cambios bruscos de volumen y si se agrega una composición espectral que crispe los nervios, será más eficiente. En un paisaje sonoro para una “Casa del Horror” el factor sorpresa en la aparición de un ruido puede ayudar a generar la sensación de susto, tan buscada por un amplio sector de personas, los aficionados a las películas de terror.

Actualmente estos conceptos se llevan al diseño de paisajes sonoros, sobre todo en los relacionados con espacios de entretenimiento comercial, donde se desea llevar a los asistentes de un paisaje sonoro a otro como parte de una estrategia que asegure que permanezcan por más tiempo y por añadidura consuman más.

6. Uso de ruido y el control de indeseables efectos secundarios.

Como ya se mencionó, la principal problemática de usar el ruido como elemento de un diseño de paisaje sonoro es el de evitar los aspectos negativos intrínsecos por definición al ruido: el dañar o molestar.

El uso de ruido en el diseño acústico es un asunto de ética. Esto es, lograr que el ruido no sea ni dañino ni molesto a las personas. Siendo por supuesto, el evitar que el ruido dañe a las personas, el aspecto primordial.

6.1. Evitar que el ruido dañe a las personas.

Para evitar que el ruido produzca daño en las personas debe cuidarse que la dosis de ruido recibido esté por debajo de la establecida por las normas en vigor.

Para esto:

- Habrá que generar condiciones de tiempo–nivel de exposición que, considerando el tiempo total que las personas estarán en el espacio acústico, no se exceda la dosis de ruido máxima permitida por ley.
- Agregar otros estímulos no acústicos para acrecentar el efecto del ruido sin necesidad de exagerar el nivel sonoro.
- Modificar el espectro del sonido para lograr el efecto psicológico deseado sin incrementar el nivel sonoro en todo el espectro.
- Planear recorridos por espacios de bajo y alto nivel sonoros para reducir dosis.
- Evitar acceso a lugares cercanos a las fuentes de ruido para evitar sobreexposiciones intencionales o no.
- Recordar que en algunos casos hay que controlar a personas sobreestimuladas que pueden buscar sobreexponerse al ruido

Actualmente está regulado principalmente el evitar el daño auditivo, pero con el tiempo otros efectos podrán ser incluidos. También hay que tener claro que al momento se revisan dichas normas que ya tienen bastantes años de establecidas y que, además de tener sesgos, no consideran conocimientos actuales.

6.2. Evitar que el ruido moleste a las personas.

La molestia del ruido es subjetiva, y como se comentó: un sonido puede al mismo tiempo ser ruido y no, dependiendo de quién lo escuche y en qué contexto.

En el diseño de espacios sonoros, al usarse ruidos debe cuidarse el evitar que generen molestia. El manejo ético de esta problemática se basa en:

- Asegurarse que la persona fue avisada de que estaría expuesta a ruidos posiblemente molestos (*disclaimer*). Hay que ser más claros en los casos donde el ruido se use para asustar o sobre excitar el sistema nervioso.
- Asegurarse que la persona entra por su voluntad al paisaje sonoro.
- Asegurarse que haya salidas bien marcadas para que la persona pueda salir el espacio sonoro si así lo desea.

- La experiencia colectiva con ruido puede ser menos problemática que la individual. El manejo de grupos en algunos casos es preferible.
- Para lograr muchos efectos con el ruido, más que un ruido muy alto, lo que produce buenos resultados es un cambio brusco de nivel y control espectral adecuado.
- El tener un guion sonoro es de gran importancia y en él el ruido debe ser sólo uno de los elementos. Debe evitarse usar el ruido todo el tiempo.

En el aspecto virtual, tema que no se aborda en este trabajo, el uso de ruidos puede también ser implementado, siendo quizás el problema principal el asegurar el ajuste de los niveles en los auriculares o sistema de bocinas, lo cual queda generalmente fuera del control del diseñador.

7. Comentarios finales

El visualizar el ruido como un elemento más de diseño en lugar de un problema ecológico, ha abierto las posibilidades de ofrecer espacios sonoros para un rango más amplio de circunstancias y personas.

El uso del ruido en el diseño acústico debe hacerse con un sentido ético. No debe considerarse ni emplearse a la ligera e implica necesariamente el prevenir que dañe o moleste a las personas.

El ruido no debe llegar a las personas sin aviso previo, de tal manera que quienes se expongan al ruido será por decisión propia y no sufrirá daño en su persona.

Referencias

- Baron, Robert Alex (1980). La Tiranía del ruido. Fondo de Cultura Económica. ISBN: 9681604962, 978-9681604967.
- Beranek comp. (1971), Noise and vibration control, McGraw-Hill Book Company, pp. 650, ISBN: 07-004841-X.
- Brüel y Kjaer. (2000). Ruido Ambiental, Brüel y Kjaer.
- Elizondo Garza, F. J. (2004). Editorial: Reglamentos de ruido vs. naturaleza humana. Revista Ingenierías, Octubre-Diciembre 2004, Vol. VII, No. 25.
- Elizondo Garza, F. J. (2017). Ruido: Otras visiones. Memoria del II Simposio Nacional de Ruido. Puebla, Puebla, México, 28 y 29 de Septiembre de 2017.
- Elizondo Garza, F. J. (2018). Usos no salvajes del ruido en el diseño de paisajes sonoros. Memoria de XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18. Cádiz, España. 24 al 26 de octubre 2018.
- Elizondo Garza, F. J. (2013). Educating for soundscape design. 166th Meeting of the Acoustical Society of America, Paper 2aNS8, San Francisco, California, USA.
- Elizondo-Garza, F. J., García-Mederez, A., Ledezma-Ramírez, D. (2015). Verisimilitude in soundscape design. Proceedings of Inter-Noise, San Francisco, California, USA, August 2015.
- Elizondo-Garza, F.J. (2005). Cómo volverse diseñador acústico, 12º. Congreso Internacional Mexicano de Acústica, Santa Cruz, Tlaxcala, México, 26-28 Oct. 2005.
- Elizondo-Garza, F.J. (2014a). Aspectos a considerar en el diseño de paisajes sonoros. 20º. Congreso Internacional Mexicano de Acústica, Taxco, Guerrero, México, 30 de septiembre a 3 de octubre de 2014.
- Elizondo-Garza, F.J. (2014b) Educando diseño acústico en base a los conceptos de paisaje sonoro. IX Congreso Iberoamericano de Acústica. FIA 2014, paper ID 1608. Valdivia, Chile. 1 a 3 de diciembre de 2014.
- Giménez de Paz, J. C. et al. (1998). Ruido y vibraciones. Control y efectos. Enfoque técnico, médico y jurídico. Editorial Carpetas de derecho. ISBN: 9509792217, 9789509792210.
- Harris, C. (1991). Handbook of acoustical measurements and noise control. McGraw-Hill. ISBN: 0070268681, 9780070268685.
- Real Academia Española. Diccionario de la lengua española, Edición del Tricentenario (actualización 2017). Ruido. <http://dle.rae.es/?id=WoW1aWq>. Consultado agosto de 2017.
- Reboloso, R. y Elizondo-Garza, F. (2010). Ritual y Ruido en la Sociedad Contemporánea. Acoustical Society of America. Lay Language Papers, 2nd Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics. Paper 4aNSb1, Cancun, Mexico. November 2010.

Expectativas y Retos en la Gestión del Ruido Urbano en el Área Metropolitana de Guadalajara

Martha Georgina Orozco Medina

1. Introducción

Diferentes investigaciones acerca del ruido en ciudades de México y del mundo constatan que, la obra pública, establecimientos comerciales y recreativos, el transporte público y privado, talleres, pequeñas y medianas industrias, por citar algunos giros o actividades, generan elevados niveles de presión sonora que repercuten directamente en la salud de las personas e inciden en su bienestar, productividad y calidad de vida (King y Davis, 2003, Orozco et al., 2012, Myncke, H. y Cops, A., 1977, Ortega, M. y Cardona, J., 2005).

Es muy frecuente que en las ciudades, los niveles sonoros, superen los máximos permisibles por la legislación y por las recomendaciones de instancias internacionales, como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo; en este sentido, en la mayoría de las ciudades latinoamericanas y mexicanas, la estructura organizacional de gestión pública orientada al control de ruido, carece de un verdadero sentido horizontal y de compromiso socioambiental que identifique al ruido como prioridad y que ofrezca mecanismos de atención para aspirar a entornos acústicos urbanos más saludables. (Wolfert, 2009, Suárez y Jiménez, 2005, Orozco y González, 2012)

En esta contribución se hace un análisis crítico y propositivo que parte de la necesidad de promover la gestión del ruido en un área metropolitana como Guadalajara, a través de una política pública que trascienda plazos administrativos o ámbitos de competencia, y que además sensibilice a los sectores social, público, empresarial, industrial y de servicios, de la importancia de contar con mecanismos y estrategias orientadas para la ciudadanía de espacios acústicos más confortables y saludables para el bienestar y calidad de vida de sus pobladores.

Para abordar este complejo tema se presenta este aporte que se organiza en 5 apartados, se inicia con la introducción y marco de referencia, en el que se consultan algunos autores de proyectos que, a nivel internacional y nacional, han abordado diferentes posturas científicas y tecnológicas, monitoreo, control, regulación, modelación y cartografía. En el siguiente apartado se expone una cuestión muy general de lo que es y ha sido el estudio de ruido en Guadalajara, después como eje central de esta propuesta se exponen las expectativas y tendencias en la gestión de ruido en Guadalajara, y por último, se presentan las reflexiones finales que, a manera de conclusiones, anali-

zan desde un punto de vista reflexivo, las limitaciones y perspectivas de lo que podría favorecer la implementación de un programa integral del ruido, con la posibilidad de debatir y cuestionar desde la postura del lector y especialista, tanto su factibilidad como su pertinencia.

2. Marco de Referencia

Como marco de referencia y a manera de aproximación a los estudios nacionales y mundiales del ruido en lo que se refiere a su caracterización y análisis, destacan los resultados de Kowalski et al. (2015), quienes proponen que más allá de la construcción de pantallas acústicas que dividan el espacio de la ciudad, es necesario regular los límites de velocidad de los vehículos, así como buscar mejoras en las características del pavimento, fluidez del tráfico, mejoras técnicas en las vías tanto de trenes como del transporte subterráneo o metro. Otras tantas propuestas se enmarcan alrededor de la propia dinámica urbana, las fuentes generadoras y diferentes enfoques que se utilizan para su atención y control, cada especialista aborda el tema desde su experiencia, conocimiento y la esencia urbana que observa, analiza y problematiza (Kwon et al. 2016, Leinster et al. 1994, Manvell et al. 1999 y Monterroza, 2007).

En el ámbito del aislamiento en espacios urbanos Castiñeira-Ibañez et al. (2015), exponen una nueva generación de barreras acústicas en el mercado del control del ruido, las cuales se basan en módulos de aislamiento y dispersión que reúnen tanto factores estéticos, como continuidad del paisaje urbano y diseños que se consideran tecnológicamente avanzados y acústicamente competitivos con respecto a los tradicionales que emplean materiales rígidos y continuos, y así apoyan el acondicionamiento acústico en puntos críticos de la ciudad.

Otros métodos que se han implementado desde mediados de los 90's, son los mapas de ruido, herramientas que de la mano de los avances tecnológicos han ido perfeccionando su calidad y precisión. Así, investigadores como el grupo de Wu y colaboradores (2015), señalan que el mapa de ruido es una tecnología emergente de la gestión de ruido que se ha desarrollado en diversas localidades del mundo, su primera aplicación fue en la Unión Europea y se fue expandiendo hacia otras entidades, en China se avanzó en ciudades como Hangzhou, con el apoyo del mapa de ruido urbano como medida de gestión, sobre la base de dos modelos de predicción en 2 y 3 D, además de una plataforma dinámica con monitores multifuncionales y con tecnología computarizada que incluye tanto análisis estadístico, como evaluación de resultados, su base principal está en los mapas de ruido, y en registrar las principales fuentes de ruido urbano, los datos de tráfico y de la construcción, los cuales pueden ser monitoreados, evaluados, comparados y plasmados en la plataforma, construyendo así un mapa científico y eficiente del ruido en Hangzhou con el apoyo de un nuevo desarrollo en software llamado "wisdom city", con la consecuente posibilidad de trasladarlo hacia otras localidades del mundo.

Otras experiencias como la que publican Huang et al. (2015), señalan que gracias a la ayuda de diversas tecnologías, como la tecnología virtual de inmersión y los

sistemas de información geográfica, han dado lugar a nuevos temas de investigación que ayudarán a calcular métodos para fijar umbrales de molestia en diferentes zonas donde se requiere un mayor control de ruido, la tecnología permite la detección de emociones faciales y adicionalmente se puede vincular el método de respuesta subjetiva con la emoción que expresan las personas, así la tecnología de punta apoya la valoración de respuesta de la población a partir de la exposición a ruido.

Una publicación que se presenta como referencia obligada para Latinoamérica es sin duda “Ruido en ciudades latinoamericanas, bases orientadas a su gestión” (Orozco M. y González, E. 2012), la cual integra el esfuerzo de especialistas de varias ciudades de Colombia, Uruguay, Argentina, Brasil y México para analizar desde sus diferentes ámbitos, como el ruido ha ido permeando en la actividad humana y le ha ido restando la posibilidad de disfrutar cada vez más de entornos acústicos que dan libertad para el descanso, recreo y trabajo sin el estrés y la distracción por la exposición al ruido. Cada líder, autor de capítulo imprimió en sus aportes riqueza de temas, análisis, debates teóricos y científicos, ante el reto que el estudio y abordaje del ruido supone desde sus propias posturas, roles y realidades geográficas.

Entre otros aportes de Latinoamérica, sobresalen algunas experiencias como la de Cartagena, en donde la lucha contra la contaminación acústica ha constituido en los últimos años uno de los pilares básicos de la política municipal de protección al medio ambiente del Ayuntamiento de Cartagena, entre las actuaciones que han desarrollado está la elaboración de un estudio diagnóstico de la situación acústica del municipio enmarcado en la agenda 21, en el que se registran niveles de ruido diurno, ruidos nocturnos y puntos críticos existentes, además se han enfocado al incremento de la dotación de medios instrumentales como equipos para medir ruido, aforadores automáticos y softwares, así como la capacitación de técnicos y policías locales, participación en eventos especializados, desarrollo de programas de educación, formación y sensibilización en espacios educativos y elaboración de materiales de divulgación, además de la puesta en marcha de instrumentos de participación ciudadana y consultas públicas (Martínez, 2015). Modelos como éste son ejemplos de programas integrales con resultados y beneficios directos y tangibles.

Fausto Rodríguez (2015), líder del grupo de investigación del primer mapa de ruido de la ciudad de México, menciona que, además de contar con un mapa acústico para la ciudad, normativa local y algunas estrategias de comunicación, todavía hace falta avanzar para crear conciencia en la población, con la implementación de instrumentos de regulación, generación de políticas públicas y acciones de protección y prevención.

El ruido en el campo de la ciencia, ha cobrado significativa importancia y renombre, la publicación de artículos de ruido ambiental y urbano, se expresan en revistas internacionales de gran prestigio, los foros y congresos internacionales que reúnen a los especialistas, expresan las novedades en éste ámbito y pocos son los gobiernos que se interesan de forma auténtica por enlazar éstos avances en sus planes de desarrollo, políticas públicas y su respectiva puesta en marcha, *“es ahí donde se considera que está el verdadero reto, la ciencia puesta al servicio de la sociedad y del gobierno, haciendo cambios que benefician a la población”*.

3. La dimensión del ruido en Guadalajara

Es un hecho que el ruido en ciudades mexicanas es un asunto pendiente por las autoridades, los empresarios, los ciudadanos y el esquema de salud. Aspectos culturales, regulatorios, normativos, de supervisión y diagnóstico limitan la adecuada atención del ruido y su problemática. Los niveles de ruido en la ciudad, están relacionados con la actividad productiva, las deficiencias de la red vial, la saturación del tráfico vehicular, la creciente actividad recreativa, comercial y de la construcción y con frecuencia los hábitos y actitudes personales (Orozco, 2012).

La zona metropolitana de Guadalajara, es la segunda ciudad más grande y poblada de México, en su territorio alberga una gran cantidad de actividades industriales, comerciales y de servicios, le caracterizan sectores como el comercial, turístico, tecnológico, cultural, educativo a nivel de formación universitaria, y en sus inmediaciones se expresa como líder en la fabricación de tequila y gran cantidad de productos agropecuarios, a la par de su desarrollo viene también una variedad de peligros y amenazas que inciden en el bienestar y salud de sus pobladores, presiones sobre la calidad y cantidad de agua, el crecimiento al margen de la planificación y del ordenamiento ecológico, la contaminación del aire y el ruido, se hacen presentes y por ende surge la necesidad de analizar, regular y proponer medidas de atención (Orozco, en Garibay et al. 2015).

Las contribuciones al estudio de ruido en Guadalajara, tienen una historia reciente si lo comparamos con localidades europeas; en el año de 1995, por iniciativa del Dr. Arturo Curiel Ballesteros, rector del naciente Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias se adquiere un sonómetro en el marco de un proyecto de investigación en el departamento de ciencias ambientales, es a partir de entonces que se empieza a desarrollar la línea de investigación de contaminación por ruido que a la fecha cuenta con numerosas contribuciones en congresos nacionales e internacionales, breves, reseñas y artículos científicos, tesis de licenciatura y posgrado, aportaciones en libros y capítulos de libros, participaciones en mesas de discusión, propuestas de reglamentos, entrevistas y diálogos con autoridades. Entre los aportes al estudio del ruido en la zona metropolitana de Guadalajara destacan diferentes proyectos que se agrupan en los siguientes bloques:

- Caracterización de ruido en espacios escolares,
- Ruido en espacios comerciales y recreativos,
- Ruido en espacios laborales,
- Efectos a la salud por exposición a ruido,
- Mapas de ruido en la zona centro y en puntos críticos por tráfico vehicular
- Ruido en la zona centro de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan y Tonalá
- Ruido en el anillo periférico
- Ruido asociado a la obra pública
- Molestias, síntomas y percepción por exposición a ruido
- Estudios integrales de condiciones ambientales como partículas suspendidas, gases como dióxido de carbono, óxidos de azufre, temperatura y ruido en puntos críticos de la ciudad.

De los distintos proyectos generados por cada bloque, vale la pena señalar que el ruido en Guadalajara, se sigue expresando como uno de los principales problemas ambientales a causa de:

- Elevado parque vehicular
- Deficiente marco legal, regulación y vigilancia en torno al ruido
- Deficiente estrategia vial en toda su dimensión
- Deficiente estrategia de transporte urbano y éste con serios problemas de funcionamiento y operación
- Escasez de espacios abiertos y áreas verdes
- Incompatibilidad en el uso de suelo
- Falta de compromiso político, privado y comunitario. (Orozco y González, 2012, y Orozco, 2012).

La contaminación y el ruido en la ciudad, se sigue incrementando con el intenso tráfico, la falta de áreas verdes, la carencia de espacios abiertos y el crecimiento desmedido de todo tipo de giros y actividades. Niveles de presión sonora, se registran entre los 80 y 86 dB (A) en puntos como periférico, en sus cruces con Avda. Vallarta, Avda. Alcalde, López Mateos, Mariano Otero. En algunas zonas disminuye temporalmente por los desvíos a causa de las adecuaciones de la línea tres del tren ligero y aumenta cuando la operación de maquinaria, trabaja en las respectivas tareas de excavación, perforación, instalación y maniobras. Coincide que los puntos críticos por tráfico vehicular son en la mayoría de las ocasiones los puntos críticos por ruido ambiental (Gurrola et al., 2013, Orozco et al., 2015).

No hay posibilidad cercana de que el ruido se incluya como parte de la Sistema de monitoreo ambiental. En torno a ello, hay que decir que la red ha crecido con dos estaciones más Las Pintas y Santa Fe, y se ha incluido el monitoreo de $PM_{2.5}$, (SI-MAJ, 2016), pero no se tienen proyectos concretos a corto o mediano plazo, ni por los Ayuntamientos o por el Gobierno del Estado, de incluir este monitoreo, incluso a pesar de las continuas denuncias que se reciben y de las evidencias de daños por exposición a ruido (Orozco et al., 2015).

4. Expectativas y tendencias de gestión de ruido en Guadalajara en el contexto de salud y bienestar

La sociedad en la actualidad está expuesta a una gran cantidad de contaminantes, entre éstos al ruido, los esfuerzos que se han orientado para su atención se consideran insuficientes, dado que no incluyen programas, diagnósticos, monitoreo y análisis integral.

Además de avanzar en regulaciones y normatividad, se requiere un cambio transversal y cultural de fondo, que cree conciencia en los tomadores de decisiones, en los empresarios, en los industriales, en los constructores y desde luego en la ciudadanía en general. Conocer la dimensión del problema y sus diferentes variables, es clave para implementar propuestas (Orozco y González, 2012).

En un documento que propone la Comisión para el Desarrollo de América Latina CEPAL (Quiroga, 2009) “*Guía de desarrollo sustentable*”, se hace mención de que los niveles de prestación de servicios determinan la calidad de vida de los habitantes, y responden a necesidades básicas de la sociedad, destacan aspectos tales como:

- Fortalecer la capacidad de los gobiernos locales para resolver los problemas del desarrollo territorial y de gestión urbana,
- Facilitar el acceso de municipios a métodos de gestión modernos y eficientes con énfasis en la elaboración y aplicación de herramientas y estrategias que permitan una acción pública local.
- Apoyar a los gobiernos locales en el diseño de políticas, programas y medidas para mejorar la calidad de vida en los asentamientos humanos del territorio.
- Capacitar a los funcionarios municipales en la elaboración y administración de sistemas de gestión urbanos eficientes.
- Formular e implementar un programa para la difusión de los resultados y logros para difundir las experiencias acumuladas en los proyectos.

Lo enunciado tiene potencial de implementarse en una *Estrategia de Gestión de Ruido Urbano*, dado que el desarrollo territorial y la participación social son elementos clave tanto en un programa metropolitano, como en un proyecto de sustentabilidad, debido a que el ruido es un factor que limita la calidad ambiental.

Enmarcar propuestas en el ámbito de distintas competencias y formas de organización, así como integrar aspectos clave en la dinámica urbana, son elementos indispensables para avanzar hacia la consolidación de un programa integral de gestión de ruido urbano. En términos generales se consideran esenciales los siguientes ámbitos:

- Estructura administrativa
- Compromiso social
- Aspectos normativos y de regulación
- Organización para la denuncia, atención, sanción y seguimiento
- Aspectos técnicos, capacitación y profesionalización
- Organización y estructura pública y privada
- Bases científicas, ambientales y de salud
- Monitoreo, tecnología y bases técnicas de operación
- Valoración, costos sanitarios, económicos y ambientales.
- Visión integral, metropolitana y a largo plazo.

A continuación, se presenta un diagrama (Figura 1), en el que se identifican las principales fases relacionadas con la gestión del ruido en las ciudades. Se destacan aspectos de la problemática desde su origen, los pasos previos para la implementación, y se presentan elementos esenciales para la consolidación de un programa integral de gestión del ruido urbano, se cierra la Figura con un enunciado en el que se hace énfasis de cómo el compromiso para atender la problemática radica en la población

a través de la sociedad organizada y de los diferentes sectores: empresas, industrias, escuelas universidades, centros de investigación, gobierno a través de sus tres niveles federal, estatal y municipal, así como el apoyo intergubernamental e interinstitucional, entre las distintas secretarías de estado, puesto, que el ruido es parte esencial de la actividad humana, se relaciona con los sectores productivos y de servicio.

En los distintos puntos del planeta los especialistas coinciden en la magnitud del problema de ruido a causa del tráfico, el efecto que tiene sobre las personas en sectores vulnerables como estudiantes o amas de casa, y se destacan también avances tecnológicos como para su control y el manejo del ruido ambiental asociado con el paisaje (Allen, 2009, Barceló, 2008, Barrigón et al. 1999, Bies et al. 1996, Boogard et al. 2009, Brown, 2010, Ducci, 1998, González et al. 2000, Jordan y Simioni, 2003).

El ruido se expresa como problema y tiene múltiples efectos:

- ✓ A la convivencia y comunicación interpersonal, vecinal, laboral y social en general.
- ✓ A procesos fisiológicos, psicosociales, socio-ambientales, emocionales y conductuales.
- ✓ Al rendimiento laboral, educativo, artístico, científico y tecnológico.
- ✓ A la plusvalía, pérdida de valor de zonas comerciales, turísticas, recreativas y habitacionales.
- ✓ A las actividades relacionadas con la recuperación de la salud en estancias hospitalarias, la recreación, el descanso, el sueño y el ocio.
- ✓ A procesos ecosistémicos, al bienestar y permanencia de especies de interés para la conservación biológica.

El reconocer la base teórica y retrospectiva del problema local, su comparación con otras experiencias de éxito y la forma en la que se articulen nuevas visiones y tendencias, es parte de avanzar a una gestión con mayor pertinencia y factibilidad.

LA GESTIÓN DEL RUIDO EN LAS CIUDADES	
LA PROBLEMÁTICA DESDE SU ORIGEN RADICA EN: Ausencia de criterios a favor de la calidad acústica en todos los niveles educativos, productivos, domésticos, recreativos y culturales.	
PASOS PREVIOS PARA IMPLEMENTAR	ELEMENTOS ESCENCIALES PARA CONSOLIDAR
<ul style="list-style-type: none"> • Sondeo y diagnóstico, • Fortalecimiento interinstitucional, • Capacitación, • Elaboración, • Vinculación y difusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura administrativa, • Compromiso social, • Normatividad, • Vínculos con organizaciones del sector social y gubernamental, • Organización y estructura pública, • Bases científicas y tecnológicas, • Visión metropolitana y largo plazo.
RETOS Y DESAFÍOS	
<p>El compromiso para atender la problemática radica en la población a través de la sociedad organizada y de los diferentes sectores.</p> <p>Empresas, industrias, escuelas, universidades, centros de investigación, gobierno federal, estatal, municipal, apoyo intergubernamental e institucional, entre secretarías como la de movilidad y transporte, educación, economía, turismo, trabajo, cultura, de salud, de desarrollo territorial y de medio ambiente principalmente.</p> <p>Búsqueda de confort acústico como una aspiración de los ciudadanos en sus diferentes contextos de vida ocupacional, personal, familiar, social, emocional.</p>	

Figura 1. Visión integral de la gestión del ruido en ciudades (Orozco M., 2016)

5. Conclusiones

A partir de la información mencionada, se destaca la necesidad de establecer un comité de evaluación y seguimiento. El apoyo de herramientas como los mapas sonoros, encuestas de percepción, análisis crítico y la identificación de limitaciones y perspectivas, son elementales para operar un programa integral de atención al ruido en la ciudad. En esta fórmula será interesante además:

- ✓ Crear un comité interinstitucional con la presencia de representantes de los medios de comunicación, gubernamentales, comunitarios, industriales, del ámbito científico y educativo.
- ✓ Elaborar un programa, a partir de un diagnóstico situacional, que integre estadísticas de denuncia y bitácoras de seguimiento y atención.
- ✓ Financiamiento garantizado como parte de una política pública en los planes de desarrollo de los tres niveles de gobierno.
- ✓ Apoyar el desarrollo científico y tecnológico para crear, innovar y desarrollar conocimientos y proyectos para el fortalecimiento de la base teórica de los mapas sonoros, la caracterización y control del ruido en la ciudad.
- ✓ Consultar con especialistas, organizar foros y preparar materiales que reúnan información científica y de divulgación como la presente publicación, que favorece las acciones de atención al ruido y en consecuencia impulsan el bienestar y calidad de vida de los habitantes en las ciudades.

Tener una visión de metrópoli, también se identifica como elemental, puesto que los problemas ambientales en general y los de ruido en particular, no distinguen fronteras y límites territoriales, las actividades que generan ruido se plasman en uno y otro municipio, por lo que carecer de visión integral de abordaje, debilita su aplicación.

A la luz de este debate se concluye que las expectativas y retos en la gestión de ruido en la ciudad son un compromiso transdisciplinar, inter e intrainstitucional sus alcances se aprecian en el paisaje sonoro y el beneficio colectivo se expresa aun más cuando pasa de ser una intención a una realidad que modifica hábitos, actitudes y posturas de la comunidad ante el sonido, sus múltiples facetas y dimensiones en la ciudad.

Referencias

- Allen, R. W., Davies, H., Cohen, M. A., Mallach, G., Kaufman, J. D. y Adar, S. D. (2009). The spatial relationship between traffic-generated air pollution and noise in 2 US cities. *Environmental research*, 109(3), 334-342.
- Barceló P. C. y Guzmán P. R. (2008). Potencial de efecto del ruido urbano en amas de casa de Ciudad de La Habana. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 46(2),
- Barrigón, J. M., Escobar, V. G., Gutiérrez, P. D., Alejandre, L., Casillas, M. y Ahmed, J. (1999). Estudio preliminar del ruido ambiental en la ciudad de Cáceres. *Revista de Acústica*, 30.
- Bies, D. H., Hansen, C. H. y Campbell, R. H. (1996). *Engineering noise control*. The Journal of the Acoustical Society of America, 100(3), 1279-1279.
- Boogaard, H., Borgman, F., Kamminga, J. y Hoek, G. (2009). Exposure to ultrafine and fine particles and noise during cycling and driving in 11 Dutch cities. *Atmospheric Environment*, 43(27), 4234-4242.
- Brown, A. L. (2010). Soundscapes and environmental noise management. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 493-500.
- Castiñeira-Ibañez, S., Rubio, C. y Sánchez-Pérez, J. V. (2015). Environmental noise control during its transmission phase to protect buildings. Design model for acoustic barriers based on arrays of isolated scatterers. *Building and Environment*, 93, 179-185.
- Ducci, M. E. (1998). Santiago, ¿una mancha de aceite sin fin? ¿Qué pasa con la población cuando la ciudad crece indiscriminadamente? *EURE (Santiago)*, 24(72), 85-94.
- Garibay, Ch. Curiel, B., Davydova B., Orozco M., Ramos, S., Regalado S. (2015) *Salud Ambiental en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Imaginando Futuros Diferentes*.
- González, A. E., Gaja, E., Jorysz, A. y Torres, G. (2000). Monitoreo de ruido urbano: determinación del tiempo mínimo de muestreo en la ciudad de Montevideo, Uruguay. *Acústica*, 6.
- Gurrola M., Orozco M., Murillo T., (2013) México, Contribution to the Analysis of Environmental Conditions, Health And Labor In Public Works In a Metropolis of Western México, Extranjero, Conference Of Isee, Ises And Isiaq.
- Jordán, R., y Simioni, D. (Eds.). (2003). *Guía de gestión urbana (Vol. 27)*. United Nations Publications.
- Huang, B., Pan, Z. y Zhang, B. (2015). A virtual perception method for urban noise: The calculation of noise annoyance threshold and facial emotion expression in the virtual noise scene. *Applied Acoustics*, 99, 125-134.
- King, R. P. y Davis, J. R. (2003). Community noise: health effects and management. *International journal of hygiene and environmental health*, 206(2), 123-131.
- Kowalski, K. J., Brzezinski, A. J., Król, J. B., Radziszewski, P. y Szymaski, Ł. (2015). Traffic Analysis and Pavement Technology as a Tool for Urban Noise Control. *Archives of Civil Engineering*, 61(4), 107-126.
- Kwon, N., Park, M., Lee, H. S., Ahn, J. y Shin, M. (2016). Construction Noise Management Using Active Noise Control Techniques. *Journal of Construction Engineering and Management*, 04016014.
- Leinster, P., Baum, J., Tong, D. y Whitehead, C. (1994). Management and motivational factors in the control of noise induced hearing loss (NIHL). *Annals of Occupational Hygiene*, 38(5), 649-662.
- Manvell, D., Winberg, L. y Henning, P. J. (1999, December). Managing urban noise in cities - An integrated approach to mapping, monitoring, evaluation and improvement. In *Inter-noise and Noise-con Congress and Conference Proceedings (Vol. 1999, No. 3, pp. 1037-1042)*. Institute of Noise Control Engineering.
- Martínez Moreno, C. A. (2015). Estudio primera fase del mapa de ruido de Cartagena.

- Monterroza, A. (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena. *EPA Cartagena*.
- Myneke, H. y Cops, A. (1977). Study of traffic noise in cities and the resulting annoyance for the population. *Ministry of Public Health and Family Affairs, Department of Environmental Pollution, Belgium*.
- Ortega, M. y Cardona, J. M. (2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista facultad nacional de salud pública*, 23(2), 70-77.
- Orozco, M., Moreno, F., García, J., Zumaya, R., Hernández, G., Rangel, R., Rosas, A., Casas, J., Figueroa, A., Garibay, G. (2012). Guía para el Diagnóstico de Condiciones Ambientales en Espacios Urbanos (CD). Universidad de Guadalajara.
- Orozco, M., Figueroa, M., Orozco A. (2015). Aportaciones al Análisis del Ruido y Salud en las Ciudades. *Ixaya*, (5), 33-50.
- Orozco M., González, A.E. (coords.) (2012). Ruido en Ciudades Latinoamericanas: Bases Orientadas a su Gestión. Universidad de Guadalajara. México.
- Quiroga Martínez, R. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. CEPAL.
- Rodríguez, M. (2015). Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México. *Razón y palabra*, (91), 19-22.
- SIMAJ, Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco, (2016). <http://siga.jalisco.gob.mx/aire/>
- Suárez, P. M. y Jiménez, A. M. (2005). El ruido ambiental urbano de Madrid: caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (40), 153-180.
- Wolfert, H. (2009). Noise in cities: general approach and European network solutions. *Proceedings of "European strategies for noise reduction and management"*.
- Wu, R., Zhang, B., Hu, W., Liu, L. y Yang, J. (2015). Application of Noise Mapping in Environmental Noise Management in Hangzhou, China.

Diálogo con Líderes en el estudio de ambiente, ciudades y ruido

**Martha Geórgina Orozco Medina
Arturo Figueroa Montaña
Javier García Velasco
Fausto Rodríguez Manzo
Cesar E. Muñoz Aceves
Valentina Davydova Belitskaya]
Gabirela Hernández Pérez
Fernando J. Elizondo Garza
Gabriel Pareyón Morales
Carlos Radillo Martínez**

La carencia de un esquema regulatorio específico en ciudades latinoamericanas en particular para el ruido ambiental y sus implicaciones de la población requiere del desarrollo de proyectos de investigación en los que se caracterice a mayor detalle la condición de ruido y se valore la influencia que está presentando en la salud y el bienestar de la población.

El ruido es uno de los contaminantes más molestos, difíciles de caracterizar, monitorear y atender. Sus efectos se hacen evidentes principalmente con relación a su intensidad o su volumen. Sin embargo, la molestia es una de las principales consecuencias que padece la población a causa de la exposición a ruido y su valoración resulta particularmente difícil de atender.

Los niveles de ruido son resultado de las deficiencias de la red vial, la concentración de vehículos automotores, las actividades recreativas, comerciales y de la construcción. La sociedad actual es crecientemente ruidosa; la presencia de mayor intensidad sonora en el ambiente va a la par de los pocos esfuerzos efectivos para resolver dicha problemática.

En el grupo de investigación de Contaminación por ruido en el Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas de la Universidad de Guadalajara, se cuenta con una base teórica en la que se ha estudiado el fenómeno del ruido desde 1995 a la fecha, por lo que también se pueden hacer estimaciones respecto a cómo el ruido se ha ido comportando en función del crecimiento de la ciudad y de las adecuaciones viales, la exposición de la población también ha tenido diversas repercusiones, puesto que aspectos como hábitos y costumbres en jóvenes están influyendo en la calidad acústica de los espacios urbanos particularmente ligados a la actividad recreativa nocturna, aunados a la trama vial y a la presencia de fuentes fijas y móviles.

El referirse a contaminación por ruido en Guadalajara significa atender una situación que se reviste de gran importancia y cuyos estudios formales empiezan a consolidarse a

partir de 1995, con el Estudio Preliminar de Ruido en la zona centro de la ciudad de Guadalajara, a partir de entonces se ha avanzado de una forma significativa en el monitoreo de ruido, contribuyendo a la caracterización de ruido ambiental en la ciudad, generando mapas en zonas críticas y proponiendo una serie de medidas de atención.

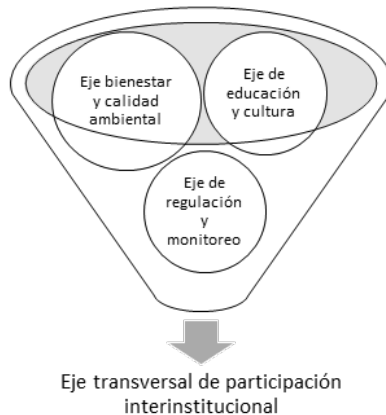
En la ciudad de Guadalajara Jalisco, en México, no existe un monitoreo continuo y una estrategia para la valoración de la molestia por exposición a ruido.

En este apartado se plasma un diálogo con líderes investigadores, en el área de la salud, en el área ambiental y en el estudio de las ciudades, con lo que se pretende incidir en la generación de medidas de atención, para que las autoridades realicen acciones específicas para el control y atención de ruido. La dinámica que se utilizó es incluir sus visiones a partir de sus comentarios, propuestas y respuestas a grandes interrogantes respecto a la problemática ambiental en general en la ciudad en particular a la relativa al ruido ambiental; de esta forma, a manera de redacción se integra y se presenta la información, organizada en dos apartados.

Fases clave para implementar la estrategia integral de atención al problema de ruido en las ciudades

El Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas de la Universidad de Guadalajara, ha avanzado en la caracterización de la problemática de ruido en la ciudad y se han realizado algunos proyectos tanto con entidades del gobierno estatal hoy Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable, como con los Ayuntamientos de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque por lo que se cuenta con líneas de colaboración para fortalecer la implementación de acciones orientadas a la atención de la problemática de ruido en la ciudad.

Dada la magnitud y la importancia económica, productiva, urbanística, turística, cultural, y estratégica del Área Metropolitana de Guadalajara, se considera de trascendental importancia contar con un mapa de ruido actualizado en el marco de una estrategia integral para su análisis, atención y control. Por lo tanto, se propone el siguiente esquema:



Fases clave

Contar con una estrategia de largo alcance que permita avanzar hacia la construcción de espacios urbanos con calidad acústica.

Eje de bienestar y calidad ambiental

- Repensar la forma en la que se vive la ciudad, crece y se desarrolla.
- Pensar en espacios de contacto con la naturaleza a partir de los espacios de desarrollo urbano.
- Identificar formas de movilidad que fomenten el bienestar en los grupos de población.
- Valorar la forma de movilidad no motorizada y corredores con áreas verdes.

Eje de educación y cultura

- Incluir los tópicos de salud ambiental, calidad ambiental y calidad acústica en la educación formal y no formal.
- Contar con una estrategia de corto mediano y largo plazo que incluya involucrar a todos los sectores de la población, públicos, privados, empresas, gobierno y escuelas para visualizar la calidad y salud ambiental como una forma de mejorar los espacios de convivencia con el eje de la educación y cultura en los espacios públicos.

Eje de regulación y monitoreo

Identificar acciones conjuntas transversales que involucren a todos los sectores gubernamentales y los sectores productivos y servicio para visualizar la calidad ambiental, contaminación y el ruido como, ejes sustanciales presentes en los planes parciales, en los planes de desarrollo de los municipios y estado con visión de metrópoli.

Eje transversal de participación interinstitucional

Con la articulación de todos los niveles de gobierno, establecer un proyecto para la realización del diagnóstico de calidad ambiental integral, que incluya análisis detallado de los recursos como el agua, aire, áreas verdes, vialidades, ordenamiento ecológico-territorial, clima, riesgos, ruido, espacios públicos, por destacar los más importantes.

- En el marco del desarrollo de políticas públicas y esquemas coordinados desde el gobierno con las distintas formas de organización social, empresarial, educativa.
- En el contexto de la salud ambiental, con metodologías integrales y con aspectos innovadores desde el uso de tecnologías, aplicaciones móviles, esquemas de monitoreo ágiles y a la vanguardia del estudio ambiental, con el apoyo de estrategias de regulación, inspección, vigilancia, con estándares de regulación locales, y con asesoría y participación de los institutos, centros de investigación y talentos locales.

En el diálogo con los especialistas se responde a los grandes retos del problema de ruido en las ciudades, en el marco de la salud y el bienestar en los siguientes términos, a través de la presente declaratoria:

El ruido es síntesis de degradación ambiental en las ciudades, ante la presencia de ruido hay deterioro de la salud, del bienestar, de las interacciones sociales y de la convivencia y recreación saludable.

En la actualidad el ruido, influye de forma determinante en la dinámica social, cultural y ambiental, también se considera que es una suma de factores, políticos, económicos, sociales, culturales, ambientales, urbanísticos. Al no existir información acerca del problema que representa el ruido ambiental.

Las medidas de atención deben orientarse fundamentalmente a la divulgación del problema y a la educación de la población, y de forma simultánea establecer acciones de tipo regulatorio o reglamentario.

La regulación del ruido no solo representa un compromiso por parte de los empresarios, industriales y organizaciones religiosas, sino también es un pacto ciudadano en el que se debe asumir la convivencia en el marco de una civilidad e interacción sana y respetuosa.

Al tratarse de un problema de carácter multidisciplinario es posible llevar a cabo el monitoreo del ruido desde varios enfoques, por lo que a cada disciplina involucrada le correspondería integrar a su currículo temas y cursos específicos al respecto. La capacitación y formación académica tanto formal como no formal debe ser de carácter generalizado también para empresarios, industriales, técnicos, profesionales, líderes religiosos y demás grupos de la sociedad.

A nivel mundial existe una importante investigación en la materia, los países avanzados la desarrollan y la correlacionan con aspectos de tipo social. En México y en Latinoamérica, el sector salud ni siquiera considera al problema como grave, al menos desde la parte técnica, operativa o de implementación de recursos para incentivar proyectos y programas. Con esas condiciones, los recursos enfocados a la investigación de este problema, no fluyen.

En México y en Latinoamérica, se necesita:

- Reconocer al ruido como un problema grave de salud pública y un complejo problema de salud ambiental.
- Brindar información objetiva, suficiente y pertinente a la población.

- Establecer medidas para proteger a la población, dentro de un ámbito integral de salud y bienestar.

La participación comprometida de universidades, sociedad, gobierno, empresa y organizaciones civiles hará posible reconocer el ruido, la salud y el bienestar como una aspiración auténtica en la búsqueda de espacios urbanos acústicamente más saludables.

Reflexiones finales

Alice Elizabeth González
Martha Georgina Orozco Medina

Luego de recorrer distintos enfoques acerca del vínculo entre ruido y salud, es inevitable concluir que Latinoamérica presenta retrasos en el abordaje de esta problemática.

Se conocen referencias acerca de la molestia que genera el ruido desde tiempos inmemoriales y estudios cuantitativos desde hace muchas décadas. En 2004 la Organización Mundial de la Salud reconoció explícitamente que la molestia ocasionada por el ruido es causal de deterioro de la salud, más allá de que su propia definición de “salud” así lo avalaba desde el nacimiento mismo de la Organización, al incluir en ella un necesario enfoque integral. Sin embargo, en la amplia mayoría de los países de Latinoamérica la molestia por ruido es puesta en duda como tal, cuando no socialmente censurada por no estar alineada con las preferencias de la juventud actual. En sociedades que quieren decirse cada vez más inclusivas y respetuosas de la diversidad, se discrimina a quienes no comparten las tendencias con las que se identifica un gran número de personas y que el gestor de turno quiere ver como potenciales votantes.

El vínculo entre ruido y salud a nivel laboral es el más antiguo entre cuantos se han estudiado. Sin embargo, en Latinoamérica aún debemos lamentar el menoscabo de la salud auditiva de miles de trabajadores y asistir, atónitos, a que muchas veces aún se ponga en duda la relación entre exposición a elevados niveles sonoros y deterioro de la salud.

El aporte del ruido, en cuanto contaminante ambiental, en hábitos y respuestas de nuestra sociedad actual, o se desconoce o se cuestiona. Sin embargo, las sociedades actuales padecen mayor consumo de alcohol, sedentarismo, obesidad, agresividad o cuando menos “pérdida de solidaridad”, ante la desconfianza de los gestores urbanos que o subestiman las investigaciones publicadas al respecto, o desestiman el aporte de investigadores locales porque sus resultados no coinciden con lo que desean oír.

La Organización Mundial de la Salud viene analizando el ruido como uno de los condicionantes de la salud pública desde los albores de nuestro siglo XXI y lo considera responsable de la pérdida de más de un millón de años de vida sana por año en Europa Occidental. Sin embargo, en Latinoamérica todavía se cuestiona si es un contaminante o qué se debe incluir en la normativa.

Así, aferrados a una visión cada vez más difícil de sostener con argumentos objetivos y cuantitativos, la amplia mayoría de las sociedades de América sufre las consecuencias de un mal evitable: el ruido.

Si se admite que buena parte de la resolución de un problema es reconocer que realmente el problema existe, entonces el panorama no es tan oscuro. A lo largo de esta publicación se ha ratificado que hay formas de abordar el problema, de estudiarlo, de mitigarlo y gestionarlo, cuando no de resolverlo o minimizarlo. Es hora, pues, de oír las voces de los especialistas y avanzar hacia sociedades menos ruidosas, más saludables, respetuosas y solidarias.

El ruido, la salud y el bienestar constituyen un eje estratégico para el desarrollo de las ciudades, por lo que avanzar en el estudio, análisis y caracterización se vuelve una necesidad prioritaria, tanto de especialistas como del gobierno y la sociedad.

Con esta publicación, se cumple con uno de estos retos y se motiva para que los diferentes grupos de la sociedad en cada uno de sus países avancen en esta materia y se tenga como objetivo el bienestar de la población.

Curriculum abreviado de autores

Federico Miyara Es ingeniero electrónico egresado de la Universidad Nacional de Rosario, en cuya Facultad de Ingeniería se desempeña desde 1982 como docente e investigador. Es fundador y director del Laboratorio de Acústica y Electroacústica. Es miembro del Grupo Ruido de la Facultad de Arquitectura e integra el Subcomité de Acústica y Electroacústica del IRAM. Fue vicepresidente de la Asociación de Acústicos Argentinos. Ha dirigido diversos proyectos de investigación en temas vinculados a la Acústica, la Psicoacústica, el Ruido urbano, entre otros, presentando como autor o coautor más de 120 artículos técnicos y científicos en diversos congresos y publicaciones nacionales e internacionales. Ha dirigido diversos becarios de investigación y de doctorado y posdoctorado. Es autor de los libros “Acústica y sistemas de sonido”, “Control de ruido”, “Ruido, arte y sociedad”, “Mediciones acústicas basadas en software”, “Software-Based Acoustical Measurements” y coautor de otros once libros. Ha asesorado a diversos cuerpos legislativos a nivel municipal, provincial y nacional para la preparación de proyectos sobre ruido o calidad acústica. Ha coorganizado jornadas sobre Violencia Acústica, diversos congresos nacionales e internacionales de Acústica y tres ediciones de la Semana del Sonido. Además de la faz técnica es músico y autor literario. Entre su producción literaria ha publicado los libros “El experimento”, “Caileidoscopio” y “Liszt con araña”, y en la faz musical ha compuesto más de 70 obras musicales de diversos géneros. fmiyara@fceia.unr.edu.ar.

Pablo Kogan Es Ingeniero Acústico y Licenciado en Acústica, egresado de la Universidad Austral de Chile. Su tesis, titulada “*Análisis de la eficiencia de la ponderación A para evaluar efectos del ruido en el ser humano*”, obtuvo la máxima puntuación y fue difundida en varios países.

Luego de sus estudios, obtuvo una beca de investigación Marie Curie de la Comunidad Europea, la que desarrolló en la Università di Ferrara (Italia) en el campo de la Acústica Arquitectónica, la misma fue coordinada por el Institute of Sound and Vibration Research (ISVR), University of Southampton (Reino Unido). Al regresar a Argentina, su país natal, ejerció como Profesor Titular de Acústica en la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Realizó una Maestría en Ingeniería Ambiental en la Universidad Tecnológica Nacional y un Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Nacional de Córdoba, cuya Tesis se titula “*Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro: Investigación exploratoria en áreas verdes y otros espacios urbanos*”.

Actualmente, es investigador en la temática de Paisaje Sonoro Urbano en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Córdoba) y docente en la misma Universidad. Ha dirigido proyectos de investigación, cuenta con numerosos artículos científicos y presentó sus trabajos en eventos científicos de América y Europa. kogan.acoustics@gmail.com.

Mario René Serra Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) Unidad Asociada de CONICET de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC). Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina.

Especializado en Acústica y Conservación de la Audición, desarrollando actividades de investigación en distintos Laboratorios de Europa, tales como PTB de Alemania, ISVR de Inglaterra, VUZORT de República Checa, Torres Quevedo de España, entre otros. Ex Director del CINTRA. Docente de Posgrado. reneserra@gmail.com

Ester Cristina Biassoni Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) Unidad Asociada de CONICET de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC). Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Especializada en Psicoacústica y Conservación de la Audición, desarrollando actividades de investigación en distintos Laboratorios de Europa, tales como PTB de Alemania, ISVR de Inglaterra, Instituto de Psicología de la Universidad de Bochum de Alemania, Torres Quevedo de España, entre otros. cbiassoni@gmail.com

María de los Ángeles Hinalaf Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) Unidad Asociada de CONICET de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC). Becaria post-doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Especialidad en Fonoaudiología. Doctorada en Ciencias de la Salud. mariahinalaf@gmail.com

Claudia Vega-Michel es Maestra en Ciencias del Comportamiento (opción neurociencias) por la Universidad de Guadalajara y doctorante en Análisis de la Conducta por la misma universidad. Es profesora investigadora del Departamento de Psicología, Educación y Salud, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Su línea de investigación se enfoca en parámetros biológicos y psicológicos de la salud relacionados con el estrés. Ha publicado en *Revista Latinoamericana de Medicina Conductual, Psicología y Salud, Journal of Health, Behavior and Social Issues, Conductual y Revista Mexicana de Análisis de la Conducta* y coordinado con Everardo Camacho el libro de Autocuidado de la Salud, publicado en 2014 por la editorial del ITESO. moraado@gmail.com

Everardo Camacho Gutiérrez es Maestro y Doctor en Ciencias del Comportamiento (opción Análisis de la Conducta) por la Universidad de Guadalajara. Es profesor en el Departamento de Psicología, Educación y Salud del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Su línea de investigación es sobre el estrés y sus efectos en la salud. Entre sus publicaciones están el libro *Estrés y salud: investigación básica y aplicaciones* (2012), en conjunto con el Doctor Sergio Galán de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y el libro: *Alternativas Psicológicas de intervención en Problemas de Salud* (2015), ambos publicados por El Manual Moderno. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. ecamacho@iteso.mx

Sugei Montserrat González Rincón y Juan Carlos Conrique Valencia son estudiantes de la Licenciatura en Psicología del ITESO y asistentes de investigación.

Karla Fabiola Bañuelos Miranda Concluyó la Licenciatura en Arquitectura en el Instituto Tecnológico de Tepic en el año 2004, graduándose con el mejor promedio de su generación. Durante los últimos años de universidad participó en proyectos urbanos y de ordenamiento territorial siendo practicante en empresas del sector privado en su ciudad natal.

Se ha desenvuelto como arquitecto proyectista, desarrollando diversos proyectos de tipo habitacional, industrial y recreativos. En el 2014, inició su actividad docente en la Universidad ITESO, la cual continúa hasta la fecha. El regreso a la vida académica impulsó el interés por los temas urbanos y sociales, por lo que actualmente Karla Bañuelos es estudiante del cuarto semestre de la Maestría en Ciudad y Espacio Público Sustentable en la Universidad ITESO.

Fernando Javier Elizondo Garza nació en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México el 15 de julio de 1954. Ingeniero Mecánico Electricista por la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL (1971-1976). Diplomado de Especialización en Administración de Tecnología por el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 1981. Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León (1993).

Ha sido catedrático de la UANL desde 1973 a la fecha en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Fue nombrado, en el 2006, Profesor Emérito por el Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Entre otros reconocimientos obtuvo:

- El Premio Nuevo León de Ecología 2002 otorgado por el Gobierno del Estado de Nuevo León. El Reconocimiento al Mérito Académico ANFEI 2003 otorgado por la Asociación de Facultades y Escuelas de Ingeniería. La Medalla Monterrey al Mérito Ecológico 2007 otorgada por el ayuntamiento de la ciudad de Monterrey. Premio de Periodismo Científico 2015 “ Francisco Cerda Muñoz”.

Sus líneas principales de investigación son acústica, particularmente ruido, y vibraciones mecánicas. Ha presentado ponencias e impartido cursos, sobre acústica o vibraciones, en: España (2), Estados Unidos (6), Brasil (2), Colombia (1), Argentina (3), Alemania (1), Hong Kong (1), Chile (2) y México (más de 70). Ha asistido a más de 75 cursos y congresos, entre ellos más de 10 en Estados Unidos y 3 en Dinamarca. Ha colaborado en la organización de más de 35 eventos educativos y científico/ ingenieriles. Ha publicado 6 libros resultado de investigaciones y más de 19 artículos en revistas y 34 en memorias. Ha asesorado a más de 16 alumnos de licenciatura, y 3 de maestría, para su titulación. De 1976 a la fecha ha sido consultor de la FIME y ha efectuado más de 100 asesorías y proyectos para la industria, organizaciones y el gobierno en México. Fue Editor Fundador de la revista CiENCIA UANL, Director Fundador de la revista INGENIERIAS.

Es miembro del Comité Técnico sobre Ruido de la Acoustical Society of America, y del Grupo Latinoamericano de Emisión. fjeliz@hotmai.com

Alice Elizabeth González Es Ingeniera Civil (Op. Hidráulica y Sanitaria) egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UdelaR), Uruguay, en 1989. En 2000 se graduó como Doctora en Ingeniería (Ingeniería Ambiental) en la misma Universidad.

En 1989, antes de graduarse, comenzó a trabajar en el Departamento de Mecánica de los Fluidos del IMFIA, Facultad de Ingeniería. En 1991 pasó al Departamento de Ingeniería Ambiental (DIA) del mismo Instituto, donde ha desarrollado desde entonces su actividad docente. Entre 2002 y 2015 fue Jefa del DIA-IMFIA. En la actualidad es Profesora Titular en Régimen de Dedicación Total (RDT), donde lidera el Grupo de Investigación sobre Contaminación Sonora. También es Investigadora del Sistema Nacional de Investigadores de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay (ANII).

Realiza docencia de grado en temas de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y de posgrado en las áreas de Acústica Aplicada y Evaluación de Impacto Ambiental. Ha orientado una docena de tesis de posgrado en Ingeniería Ambiental, incluyendo Maestrías y Doctorados.

También tiene la responsabilidad de orientar la formación académica de jóvenes investigadores del Departamento de Ingeniería Ambiental.

Su línea principal de investigación se centra en la contaminación acústica con énfasis en la acústica ambiental, pero considerando también la problemática de la exposición ocupacional y social, así como los efectos adversos sobre la salud de las personas.

Ha dirigido proyectos de investigación y desarrollo en diversos campos de la Ingeniería Ambiental. Es autora/co-autora de ocho libros y más de una decena de capítulos de libro, así como una veintena de artículos en revistas científicas y más de un centenar de comunicaciones técnicas y científicas en eventos.

Antes de ingresar al RDT, se desempeñó activamente como consultora para empresas nacionales e internacionales, así como para organismos estatales. Entre sus principales áreas de desempeño cabe mencionar la Gestión Ambiental (Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Gestión Ambiental, seguimiento ambiental de obras, entre otras tareas), el diseño de Instalaciones Sanitarias Internas y la realización de Estudios de Impacto Acústico y proyectos de acondicionamiento acústico.

En 2011 impulsó la creación de la Asociación de Acústica Uruguaya (AUA), de la que fue primera Presidente. Desde 2016 integra el Consejo Directivo de la Federación Iberoamericana de Acústica (FIA), en el que ocupa el cargo de Tesorera.

Enlace al CV detallado en el Sistema Nacional de Investigadores:

<https://exportevuy.anii.org.uy/cv/?3eeb0be7cee35eec5022df4408bfb822869b-89701fdfa51ee7be214c265b4970e302bd56588b4570ca43b991fc9c026361838cf8633051a1e92158cf75576c96>

aliceelizabethgonzalez@gmail.com.

Martha Georgina Orozco Medina Licenciada en Biología por la Universidad de Guadalajara (1992), Maestra en Ciencias, en el área de Saneamiento Medio Ambiental por la Universidad internacional Menéndez Pelayo (1994) y Doctora en Ciencias Biológicas en el área de Contaminación Ambiental por la Universidad de Valencia en Valencia España (2001). Como Académica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, docente de Toxicología Ambiental a nivel licenciatura, y Metodología de Investigación y Gestión del conocimiento a nivel Maestría. Profesora fundadora de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, posgrado consolidado PNPC (CONACYT).

Directora del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Profesora Investigadora Titular C en el departamento de Ciencias Ambientales del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la Universidad de Guadalajara.

Distinciones al mérito profesional a nivel estatal, premio a la Mujer Distinguida, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 (en 3 periodos, actual 2019-2022), Profesor Perfil PRODEP, desde 1997 a la fecha, Premio al mérito Ecológico 2008 por SEMARNAT, en la categoría Académica de grupo. Premio al mérito Académico 2018, STAUdeG.

Directora Editorial de la revista de vinculación a la sociedad del CUCBA, denominada Sembrando Conciencia (ISSN: 2448-5055), del 2012 a la fecha.

En la producción académica reciente (3 años) destacan 4 libros, 4 capítulos de libros, y 5 artículos en revista indizada y de forma global he participado en la edición de más de 10 libros, 24 capítulos, 25 artículos arbitrados e indizados, más de 50 participaciones en congresos, así como colaboraciones en memorias en extenso en congresos nacionales e internacionales y con comité editorial. Dirección de 25 tesis concluidas entre licenciatura y posgrado (actualmente dirijo 3 tesis de maestría y 1 doctorado). Participación en diversas comisiones académicas y extraacadémicas, como Junta Académica de la Maestría (posgrado consolidado PNPC-CONACYT), Comité de Titulación de Biología, Comité ProAire, en el Gobierno del Estado. Vicepresidente de Biólogos Colegiados de Jalisco.

martha.orozco@academicos.udg.mx

Se terminó de imprimir en septiembre de 2019
en los Talleres Gráficos de
Prometeo Editores, S.A. de. C.V.
Libertad 1457, Col. Americana,
C.P. 44160, Guadalajara, Jalisco

La edición consta de 500 ejemplares
Impreso en México / Printed in Mexico

La Universidad de la República y la Universidad de Guadalajara unen sus intereses para dar a conocer en una sola publicación diferentes contribuciones en materia de ruido, desde la visión de líderes y especialistas de Latinoamérica en el contexto de la salud y el bienestar.

Esta obra transmite la opinión y el análisis crítico de los especialistas y de las coordinadoras, los cuales con su riqueza de aportes, disertaciones, métodos y propuestas, la convierten en un referente que permite que instituciones, organizaciones civiles, empresas, universidades y entidades del sector público desarrollen programas y proyectos para mejorar las condiciones de ruido, salud y bienestar en beneficio de los habitantes de las ciudades.

ISBN: 978-9974-0-1650-7



9 789974 016507



IMACH



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

CUCBA

