

Aportaciones al análisis del ruido y salud en las ciudades ¹

Martha Georgina Orozco Medina, ²
morozco@cucba.udg.mx
Arturo Figueroa Montaña, ³
arturo.figueroa@cucei.udg.mx
Arturo Orozco Barocio ⁴
arorozcob@gmail.com

Resumen

La salud humana se encuentra estrechamente relacionada con los estímulos ambientales. La literatura científica ofrece evidencias de cómo algunos contaminantes del aire afectan la función pulmonar, y cómo la radiación ionizante afecta al material genético. En las sociedades modernas, el ruido es un agente físico que ha pasado a formar parte de una cantidad de estresores ambientales a los que se expone la población. El ruido afecta la calidad de vida al perturbar la comunicación interpersonal y el patrón del sueño, además de representar un riesgo importante en la pérdida de la audición debido a la exposición crónica y continua,

1. Fecha de recepción: 10 de diciembre, 2014. Fecha de aceptación: 19 de febrero, 2015.
2. Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad de Valencia (España). Representante de la región Occidente del Instituto Mexicano de Acústica. Profesora investigadora titular del Departamento de Ciencias Ambientales del CUCBA -UDG, Guadalajara, Jalisco, y directora del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, del mismo CUCBA. Coeditora del libro Ruido en ciudades latinoamericanas, bases orientadas a su gestión, UDG -UDELAR, 2012.
3. Doctor en Ciencias de la Tierra por el Posgrado en Ciencias de la Hidrometeorología del Departamento de Física, CUCEI -UDG, Guadalajara, Jalisco, donde es profesor investigador titular. Sus líneas de investigación son calidad del aire y contaminación acústica.
4. Doctorado en Ciencias Biomédicas por la UDG. Profesor investigador titular del Departamento de Biología Celular y Molecular, del CUCBA -UDG, donde fue director de la División de Ciencias Biológicas y Ambientales.

producto de las actividades económicas y de servicios que en una ciudad se desarrollan. Estudios recientes investigan cómo el ruido afecta el sistema inmune; estos estudios también demuestran una relación entre el ruido y la capacidad de respuesta de los anticuerpos. Este artículo discute algunas evidencias sobre la relación entre el ruido ambiental y el sistema inmune, y ofrece recomendaciones tanto a nivel personal, como comunitario, y de políticas públicas que visualicen medidas de atención y prevención a partir de una base teórica y analítica sustentada.

Palabras clave: ruido ambiental, estrés, sistema inmune.

Abstract

Human health relates either positively or negatively to environmental stimuli. Literature demonstrates how toxic substances disturb lung function, and how ionizing radiation damages genetic material. In modern societies, noise is an agent entering the list of the diverse environmental stressors of urban population. Noise in the urban environment affects quality of life, as it alters interpersonal communication, sleep, and is a potential risk for hearing loss due to continuous and chronic exposure, as well as some other documented effects. Recently, the response of the immune system to the effects of noise is taking importance in the scientific community. Researchers are studying and applying unconventional approaches in order to find any relationship amount noise and the response of the immune system. This paper discusses evidences of the relationship among environmental noise and the immune system to finally propose issues to be admitted when studying relationships among environmental noise and the immune system.

Key words: environmental noise, stress, immune system.

Introducción

El ambiente urbano corresponde al ámbito de convivencia en el cual se desenvuelve la vida de gran parte de la población a nivel mundial. En este ambiente prevalecen los contaminantes, tanto de tipo biológicos como químico y físico, entre los que destaca el ruido como uno de los problemas de contaminación menos atendido en las ciudades del mundo incluyendo ciudades como las de México. Cabe destacar que en lo que se refiere al “ruido”, las actuales tendencias demuestran que puede llegar a convertirse en una de las fuentes más importantes de contaminación, causantes de malestar, problemas fisiológicos y psicológicos, así como de interferencia en el desarrollo normal de las actividades cotidianas de la vida contemporánea (Martínez, 2002). La contaminación por ruido ha atraído mucha atención debido a la mayor conciencia de sus efectos sobre los humanos y la sanidad pública. El ruido afecta a la vida humana en muchas maneras, influye en el sueño, la audición, la salud física, emocional, mental y en la comunicación; también es causante de algunos otros impactos en la salud que no son tan evidentes y perceptibles. Los trastornos del sueño son probablemente la fuente más generalizada de molestia causada por el ruido. La exposición a altos niveles de ruido por periodos cortos puede resultar en la pérdida temporal de la audición. Mientras que exposiciones a largos periodos de tiempo puede provocar lesión permanente de la audición (Jarup *et al.*, 2008; Standsfeld *et al.*, 2009).

Se ha estimado que cerca de un tercio de la población mundial padece de alguno de los tipos de sordera o pérdida auditiva a causa de la exposición a ruidos intensos, y las implicaciones en la incapacidad de la comunicación sobre la calidad de vida del ser humano se consideran altamente significativas por los efectos sociales y productivos que esto representa (López *et al.*, 2000).

Existen algunos problemas psiquiátricos que se exacerban por exposición al ruido, como las evidencias encontradas en una investigación que evalúa el nivel de sensibilidad al ruido y la percepción de la salud, de cuyos resultados se observa una correlación entre la exposición al ruido con síntomas somáticos graves y problemas de ansiedad-insomnio (Kishikawa *et al.*, 2009).

En un tratado de ruido y efectos a la salud, se realizó una serie de encuestas entre población española, de lo cual resultó que para el 48% de los municipios que tienen más

de 200,000 habitantes, el ruido es un problema grave o muy grave y este porcentaje puede incrementarse hasta alcanzar el 65% en las ciudades medias de entre 50,000 a 200,000 habitantes. La gente se queja principalmente por el ruido derivado de la actividad de ocio como la de bares y discotecas en un 55, y 24% por talleres y pequeñas industrias, así como un 12.6% por tráfico (De Esteban, 2003).

En consideración a que la exposición crónica a un agente se da cuando supera el 10% del periodo de vida, entonces será altamente factible que una persona se exponga de manera crónica al ruido viviendo en una ciudad, en virtud de que en las ciudades se registran niveles de ruido que superan los 70 y hasta los 80 dB(A). Múltiples encuestas en diversas ciudades del mundo han concluido que el ruido producido por la circulación molesta a cerca de un 36% de la población, seguida por el ruido de aviones hasta un 9% (Beristain, 2012; Sánchez, 2012; Dinara, 2012; Ramírez, 2012). Asimismo, el estrés o estado de tensión que se produce por exposición prolongada a ruidos superiores a los 85 dB(A) en las ciudades, puede incrementar hasta un 12% los problemas cardiovasculares, 37% los problemas neurológicos, y hasta un 10% los problemas digestivos (*cf.* García *et al.*, 2003).

Las enfermedades que se relacionan con las condiciones ambientales van en aumento, según datos de la Organización Mundial de la Salud. Desafortunadamente el ruido es uno de los agentes a los cuales se expone la sociedad en general de manera involuntaria; esta exposición frecuentemente se presenta a elevada intensidad y es parte esencial de los factores presentes en las vialidades de las grandes ciudades (WHO, 2009).

Reflexionar y discutir acerca de las implicaciones de la presencia del ruido ambiental en la ciudad remite a generar recomendaciones tanto a nivel personal, como comunitario y de políticas públicas que visualicen una serie de medidas de atención, las cuales aunadas a una base teórica y analítica que las sustenten serán abordadas en el presente documento.

Ruido ambiental

El ruido ambiental se puede definir como un sonido indeseable proveniente del tráfico, de la construcción, de lugares industriales, sitios recreativos, y en general también proviene de la prestación de servicios, siendo un factor absolutamente generalizado en todas las sociedades modernas, en mayor o menor cuantía. Las diferentes investigaciones realizadas

por numerosos autores en todo el mundo han demostrado que la contaminación acústica afecta claramente la salud, calidad de vida y bienestar de las personas, produciendo una extensa serie de efectos fisiológicos y psíquicos de índole muy diversa, cuya importancia varía mucho con las condiciones concretas existentes en cada caso (Passchier *et al.*, 2000; Babisch, 2003; Nitschke *et al.*, 2014).

Las políticas de planeación y el diseño espacial asociado al entorno urbano juegan un papel importante en la gestión del ruido ambiental. Por lo tanto la evaluación del ruido y su mitigación no únicamente deben centrarse en preguntas técnicas como la construcción de vehículos o maquinarias menos ruidosas, sino en una mejora significativa a la planeación de la infraestructura que restrinja la presencia de fuentes altamente significativas y su impacto en áreas de descanso, vivienda, escuelas y recreo, además de reconocer que algunas clases de ruidos no deben ser evaluados en un contexto ambiental, como es el caso del ruido del vecindario, en el que más bien la pregunta clave está en el diseño acústico y arquitectura, así como en la conducta social, de convivencia y legislación de la planeación espacial.

El ruido ambiental urbano

El ruido en las ciudades se presenta a partir de numerosas fuentes. La principal sin duda, el tráfico rodado, al que de una u otra manera todos contribuimos; el desplazamiento vial en transporte privado o colectivo, el transporte de alimentos y mercancías, la deficiente semaforización, mala condición de las calles, el abuso en el uso de claxon y bocinas, alarmas y sonidos de ambulancias, contribuyen a que las ciudades presenten frecuentemente niveles por encima de los 70 dB. Ruido por tráfico aéreo, en zonas circundantes a los aeropuertos como el del Distrito Federal, puede alcanzar incluso más de 100 dB, con las consecuentes molestias y daños que le representa a trabajadores y habitantes de la zona de aeropuertos.

Ruido de la construcción

Es otra de las fuentes que tiene un severo impacto vecinal puesto que se trata de una actividad particularmente ruidosa con el uso de maquinarias, excavadoras, martillos neumáticos,

perforadoras que hacen que los ruidos sean particularmente molestos y dañinos tanto para trabajadores como para los comercios y áreas vecinales.

El ruido que proviene de diversas fuentes puede incluir actividades recreativas, comerciales, vecinales, establecimientos de servicios como gasolineras, talleres, carpinterías, restaurantes, bares, discotecas, casinos, karaokes, salones de fiestas, etc. La mala planificación urbana en la que conviven lugares recreativos con zonas de vivienda, hospitales, escuelas y la falta de supervisión para el cumplimiento de máximos permisibles, hace que tal situación se recrudezca y se presente una calidad acústica deficiente para los pobladores expuestos (*Proc. Amb. y del Ord. Terr. del D.F. 2006*; Orozco y González, 2012).

Efectos del ruido

Algunos de los efectos que se presentan por exposición a ruido se han venido documentando ampliamente, sobre todo a nivel de recintos industriales, este interés no ha crecido a la misma escala en el ámbito urbano, aun cuando los efectos están plenamente comprobados; muestra de ello son los efectos que expone la Organización Mundial de la Salud y que se presentan en la Tabla 1.

En la actualidad se reconoce al ruido ambiental como uno de los principales problemas de salud en Europa y América, aunque las acciones para reducir su problemática no han sido prioritarias, como es el caso de los problemas ambientales relacionados al aire y la contaminación del agua. Estudios realizados en la Unión Europea reconocen que 80 millones de personas viven en “áreas negras” o sitios con niveles de ruido inaceptables donde la mayoría refieren molestias y perturbación del sueño, por lo que los efectos en la salud a largo plazo son de esperarse. Las “áreas grises”, con 170 millones de personas, viven con niveles suficientes para causar ciertas molestias durante el día pero sin daños serios a la salud, y por último las “áreas blancas” con 150 millones de Europeos que viven mayoritariamente en áreas rurales o en sitios privilegiados en la zona urbana, con mínimas molestias o afectaciones serias (WHO, 2011).

Las políticas públicas en ciudades latinoamericanas, no han avanzado en materia de investigación a este nivel, situación que no ha permitido que se decreten estas zonas en las grandes capitales de México, Centro y Sudamérica.

Tabla 1. Principales riesgos a la salud por exposición a ruido

Efecto	Descripción
Molestia	Es el efecto más común que se ve reflejado en el incremento significativo del número de quejas ante la autoridad responsable.
Disminución de la audición y presencia de zumbido, acúfeno o tinnitus	Es uno de los efectos más frecuentes, puede asociarse también con la edad; sin embargo, la exposición frecuente a ruidos de origen laboral o recreativo, pueden incrementar su incidencia.
Comportamiento social	Incrementa la agresividad e indiferencia, así como reclamos, que en algunas ciudades han motivado la creación de una procuraduría social para resolver las diferencias entre individuos o entre grupos.
Interferencia con la comunicación oral	La comunicación no es eficaz alterándose la asertividad o la eficacia en la misma. En recintos laborales y escolares cobra significativa importancia.
Alteración del sueño	Con mayores consecuencias para la salud cuando la frecuencia de exposición es constante y por tiempo prolongado. Es de particular interés puesto que las horas dedicadas a dormir también traen beneficios al sistema inmunológico.
Efectos cardiovasculares	Incremento en el riesgo de infarto al miocardio debido a que el ruido es un agente estresor importante en la liberación de hormonas del estrés. El estrés crónico se ha relacionado con obstrucciones arteriales especialmente si se combina con una dieta alta en ácidos grasos.
Alteración de la respuesta hormonal	Especialmente liberación excesiva de hormonas del estrés como respuesta natural del organismo a este estímulo, mediante la producción de mediadores hormonales y neurotransmisores que proveerán respuestas fisiológicas coordinadas a la circunstancia prevaleciente.
Disminución de la productividad en el trabajo y el rendimiento escolar	Altera los mecanismos de la atención selectiva y la atención sostenida, necesarias para la concentración y ejecución de tareas.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2011):

Exposición crónica y profesional

Un estudio de exposición a ruido en la ciudad de Nueva York (Neitzel, *et al.*, 2012), revela aspectos relacionados con el riesgo de pérdida de la audición inducida por la exposición a ruido. Las personas que trabajan y residen en dicha ciudad continuamente se exponen a ruido de tránsito, así como actividades ocupacionales y no ocupacionales; ruido domiciliario; escuchar música con audífonos, entre otras. En este proyecto se estimó una exposición anual total en la que el 90% de los expuestos a más de 70 dB(A) correspondía al ruido por tráfico, destacándose como el riesgo de mayor daño a la capacidad auditiva, incluso mayor al de riesgo de pérdida de la audición por exposición a ruido ocupacional.

En una exhaustiva revisión que hicieron Maqueda y colaboradores (2010) “sobre la evidencia de la relación entre exposición profesional al ruido y efectos extra auditivos no cardiovasculares”, en 35 estudios científicos, encontraron evidencias entre la exposición al ruido y alteraciones psicosociales, aumento del malestar y con ello afectación a la calidad de vida, efectos sobre el rendimiento y la productividad, fatiga, estrés e irritabilidad, alteración del sueño por exposiciones de carácter ambiental (se prolonga el tiempo de inducción, el despertar precoz, disminución del sueño profundo e incremento del sueño superficial), asimismo existe evidencia de correlación entre accidentes de trabajo y exposición profesional a ruido. En todos los estudios la exposición fue superior a 80 dB(A).

El ruido como factor estresante y precursor de enfermedad

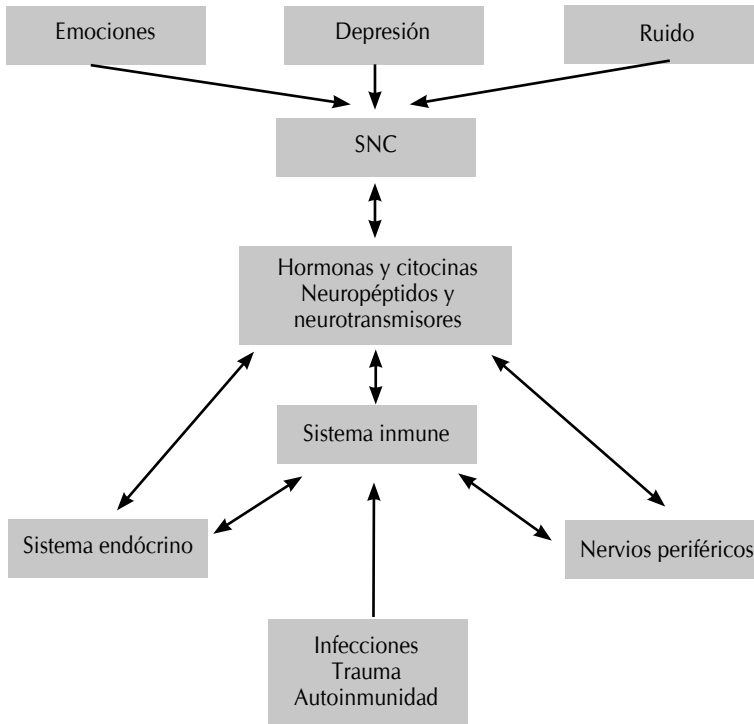
El estrés es un agente común presente en nuestra vida diaria, al cual se le atribuye la causa o exacerbación de un buen número de enfermedades, aunque los mecanismos de muchas de ellas no son aún muy claros. Una de las evidencias recientes de cómo la exposición crónica a un agente estresante puede tener efectos adversos en la salud de la población, es la investigación de Sørensen *et al.*, 2013. El cuerpo responde al ambiente interno y externo por medio de la producción de mediadores hormonales y neurotransmisores que proveen respuestas fisiológicas coordinadas a la circunstancia prevaleciente. De esta manera la medición de las respuestas fisiológicas del cuerpo a los retos del ambiente constituye el enfoque primario para relacionar el impacto del ambiente a la salud.

Es evidente que existen enormes diferencias individuales para responder ante situaciones estresantes, aunque estas dependen de dos factores principales: el primero es cómo los individuos perciben e interpretan la situación; esto es como una amenaza o una situación de riesgo, para la cual se activarán mecanismos de respuesta diferentes. A la percepción de una amenaza le siguen respuestas fisiológicas y de comportamiento que llevan al individuo a hacer frente a tal situación. El segundo aspecto de estas diferencias individuales tiene que ver con la condición del cuerpo mismo. Es un hecho que las personas que gozan de un buen estado de salud y condición física tendrán una mejor respuesta a condiciones extenuantes de actividad física, que aquellos que no cuenten con condiciones de salud y rendimiento físico óptimos (Padgett y Glaser, 2003).

El estrés como término médico se describió por primera vez en 1936 por Salye, como elemento asociado a un amplio rango de fuertes estímulos externos que pueden causar una respuesta fisiológica, refiriéndolo como “El síndrome de adaptación general”. A esta definición han seguido otras como la de Chrousos (1992) en términos de falta de “habilidad de un organismo para mantener un estado interno estable u homeostasis”. Lo cual toma en cuenta la presencia de fuerzas perturbadoras llamadas “estresores” y fuerzas restablecedoras llamadas “respuestas adaptativas” (Prasher, 1998).

A través de las investigaciones en mención, se conoce la existencia de un eje mayor que interactúa con el sistema nervioso central y es responsable de mantener el equilibrio interno del cuerpo. Este lo constituye el eje Hipotálamo-Pituitaria-Glándulas Adrenales (HPGA) como la mayor ruta de la cascada de respuestas necesarias para responder a los estresores internos o externos. Así, la respuesta inicia en el hipotálamo en la parte más profunda del cerebro, y se dirige hacia las glándulas adrenales donde se liberan las hormonas del estrés (cortisol y catecolaminas). El blanco principal de las hormonas del estrés son el hipocampo y la amígdala en el cerebro donde las alteraciones neuronales pueden resultar en problemas de memoria, aprendizaje y emociones. De esta forma los eventos y experiencias estresantes pueden activar una variedad de respuestas para evitar el peligro, o por el contrario, si la exposición a un evento estresante es crónica, el mecanismo de respuesta de este eje mayor puede ser desequilibrado resultando en desórdenes o enfermedades inducidas por el estrés (Kelley, 1980; Mc Ewen, 1998).

Figura 1. Interacción entre el sistema nervioso central (SNC), el endócrino y el inmunitario (Vissoci et al., 2004).



Un buen número de estudios relacionan el estrés como inductor de catecolaminas que deprimen al sistema inmune restándole capacidad de respuesta anti-inflamatoria. Además el estrés también puede elevar la histamina que en pacientes asmáticos acelera la broncoconstricción. También se refiere al estrés como un factor importante que aumenta el riesgo de desarrollar diabetes mellitus especialmente en pacientes obesos, debido a que altera las necesidades de insulina. Otras de las enfermedades comunes son las úlceras gastrointestinales debido a un aumento elevado de ácidos en el estómago. Además se ha llegado a mencionar el estrés crónico como responsable del desarrollo de obstrucciones arteriales en el sistema circulatorio especialmente si se combina con una dieta alta en ácidos

grasos (Prasher, 2009; Selander *et al.*, 2009; Müller *et al.*, 2013). Aunque estas son algunas de las enfermedades más comunes relacionadas con el estrés crónico como perturbación del equilibrio interno y la capacidad de respuesta del organismo, se necesita un mayor número de investigaciones para aclarar las dudas de cómo los agentes estresantes contribuyen al desarrollo de la enfermedad.

Molestias subjetivas asociadas al ruido

Otro factor importante a tener en consideración es la subjetividad que acompaña de forma significativa a la molestia provocada por el ruido, aspecto que le confiere una gran complejidad a la evaluación. Ballesteros y Diaponte (2011) señalan algunos de estos factores: *Energía sonora*, se mide con el nivel de presión sonora y se puede asociar con intensidad o volumen. *Tiempo de exposición*, la molestia se incrementa conforme el tiempo de exposición aumenta. *Características del sonido*, como la frecuencia o la amplitud van a tener una implicación directa en la recepción de las personas expuestas y una consecuencia específica en la escala de la audición. *La sensibilidad individual* determina que las personas sienten grados diferentes de molestias frente a un mismo ruido; se puede deber a condiciones físicas, culturales, sociales, personales, etc. *Actividad del receptor* a diferentes horas del día y según la actividad que se realice o el nivel de concentración que se requiera, el mismo ruido puede provocar diferentes grados de molestias. *Expectativas y calidad de vida*, es un componente muy difícil de evaluar, pero en lugares de descanso y espacios protegidos las quejas y las exigencias de calidad ambiental se incrementan ante la presencia de ruido.

Contexto de salud en las ciudades con relación al ruido

El contexto de salud en las ciudades implica toda una serie de criterios relacionados con la calidad ambiental, la presencia de contaminantes, la infraestructura urbana, la movilidad, la actividad productiva y de servicios, la planeación territorial, la ubicación de núcleos de vivienda, la percepción social, la estructura y dinámica poblacional y por ende la satisfacción de sus habitantes.

Uno de los elementos que más influye en esta condición de bienestar y salud de los habitantes es el ruido, el cual tiene una serie de limitantes relacionadas con su atención, monitoreo, registro y gestión. Los niveles de ruido se asocian comúnmente con la actividad productiva, las deficiencias de la red vial, la saturación del tráfico vehicular, la creciente actividad recreativa, comercial, industrial, de servicios y de la construcción.

Es deseable que la gestión del medio ambiente en las ciudades, incluya un compromiso compartido de todos los sectores, comunidad-sector productivo-empresa-universidad-gobierno, pues los intentos de remediar los problemas ambientales requieren de una visión transversal.

Problemas como la gestión de residuos, las campañas de reforestación, la contaminación del aire y del agua, saltan a la vista y son parte de las agendas políticas, sobre todo a nivel de campañas electorales; pero el ruido y su gestión no se prioriza en las agendas federales, estatales ni municipales y su atención por parte de la autoridad sanitaria en lo que a regulación comunitaria se refiere no es del todo conveniente, a diferencia del ruido industrial que al menos en grandes factorías, sí es un elemento clave de evaluación y seguimientos con relación a la exposición en los trabajadores.

Otras de las consecuencias que falta incluir en la valoración de los efectos del ruido son: costos sanitarios, dificultad para concentrarse, baja productividad de trabajadores, estudiantes, baja plusvalía, aumento en accidentes laborales y de tránsito, denuncias recurrentes, conductas agresivas, y violencia intravecinal.

Perspectivas orientadas para la gestión del ruido urbano en el contexto de salud en las ciudades

Se considera que para avanzar hacia una mejor calidad acústica urbana y con ello mejorar la salud de las poblaciones es conveniente:

- Integrar la base teórica de estudios de ruido; analizar el problema de ruido en el contexto de la problemática social, ambiental y de salud; compilar los proyectos existentes; consultar la opinión de especialistas locales, nacionales y extranjeros, así como la comunidad afectada; realizar un foro de especialistas

Tabla 2. Problemática de ruido en el contexto de salud en las ciudades.

Problemática de ruido en el contexto de salud en las ciudades	
Niveles de ruido en condiciones críticas	En las ciudades grandes como las zonas metropolitanas de Guadalajara, Monterrey y del Valle de México, se registra nivel sonoro continuo equivalente.
Ausencia de normativa	No existen regulaciones normativas específicas suficientes para el ruido ambiental, de comunidad, y los que hay no consideran molestia, frecuencia, origen como factores que inciden en la salud de la población.
Falta de diagnóstico, monitoreo y evaluación	No existe una política gubernamental que estudie de manera continua los niveles de ruido en las ciudades y sus efectos en la salud a nivel nacional, estatal o municipal en ninguna ciudad o localidad de México.
Falta de instrumentos confiables de medición	Se requiere toda una serie de instrumentos cualitativos y cuantitativos para una medición y análisis más objetivo de los efectos del ruido.
Ausencia de proyectos integrales	No se cuenta con un diseño integral de proyectos que evalúen los niveles de ruido, sus efectos en la salud y el costo económico, social ambiental y de salud que esto representa.

Fuente: elaboración propia.

y comunidades afectadas, así como tomadores de decisión para emitir una opinión de la dimensión de la problemática particular;

- Sistematizar la información, concentrar las cifras y datos en un documento integrador; financiar proyectos y difundir los resultados a todos los niveles involucrados; analizar la base legal orientada a la atención del ruido y salud a partir de las leyes, normas, reglamentos y recomendaciones de instancias internacionales; integrar en una guía los alcances y la participación de dependencias federales, estatales y municipales, de peritos, inspectores y técnicos, así como de la comunidad en general; integrar las competencias, obligaciones y alcances legales de cada uno de los instrumentos normativos en materia de ruido; generar un compendio de perfiles de puesto y definir

la actividad operativa del personal que realiza vigilancia en torno al ruido y asegurar su cumplimiento; así como sistematizar los resultados de proyectos y proponer una estrategia de evaluación, seguimiento y, en su caso, readecuación de acciones.

Conclusiones

La contaminación auditiva es un problema ambiental que paulatinamente la sociedad ha considerado como necesario de abordar en investigaciones orientadas al bienestar. Al ser el ruido uno de los contaminantes más sutiles que el ser humano produce en el mundo, es difícil su caracterización y control; sin embargo genera diferentes grados de molestia en las poblaciones expuestas, problemas a la salud o sordera en las personas sometidas a ruido constante y excesivo; produce efectos directamente relacionados con la calidad de vida, además de otros de carácter fisiológico y psicológico. Dentro de estos efectos se encuentra la afectación al sistema inmune, el cual es un sistema de defensa contra agentes externos al organismo.

El estrés psicológico puede alterar la función del sistema inmunitario. Se ha observado que los sujetos sometidos a situaciones de estrés, aunque cortas y pasajeras, experimentan defectos cualitativos y cuantitativos de la función del sistema inmune. En los modelos animales experimentales y en observaciones clínicas y experimentales en seres humanos se ha mostrado que las hormonas del estrés modulan el funcionamiento del sistema inmunológico (Zheng, 2007; Djuric *et al.*, 2008; Sabah, 2002). También señalan que la influencia del estrés y sus hormonas sobre el funcionamiento del sistema inmunológico es un aspecto fundamental a tomar en cuenta en el tratamiento de las enfermedades infecciosas y autoinmunes; ya que el estrés, al inhibir el funcionamiento normal del sistema inmune, puede prolongar el tiempo de tratamiento, lo cual aumenta el número de recaídas y empeora las condiciones de salud del paciente, aumentando los costos sociales y económicos del tratamiento (Webster *et al.*, 2008; Antoni *et al.*, 2006; Moynihan, 2003).

Con base en las diferentes referencias señaladas, que manifiestan los distintos efectos del ruido y sus consecuencias en el estrés y éste a su vez asociado al deterioro del sistema inmune, es que cobra especial significado la atención integral de los problemas de calidad ambiental, en específico por ruido, y sus efectos en la salud de las personas expuestas a él.

Considerando que el sistema inmunológico es un buen monitor del estado de salud de los individuos y que este es sensible a las condiciones ambientales, tanto físicas como psicosociales, y que el ruido es un contaminante ambiental que puede provocar cambios en la conducta de los sujetos expuestos a diferentes emisores, es importante generar modelos en laboratorio, donde se establezcan las condiciones a las que están expuestas las personas en sus ambientes urbanos de trabajo o de vivienda, y monitorear las constantes fisiológicas e inmunológicas para poder establecer patrones e índices de ruido que puedan ser sugeridos a las autoridades de salud, como límites de permisividad en el trabajo y en el ambiente urbano.

Otro aspecto que se concluye con base a la información analizada y discutida es que existe un limitado compromiso político, empresarial y comunitario hacia la atención del ruido en las ciudades. La falta de proyectos integrales de ruido y salud, así como el limitado compromiso político, influyen para que su gestión sea débil. Cuando se presenta un esquema legal insuficiente, corrupción, falta de personal capacitado y de equipo especializado en diagnóstico y monitoreo, estas carencias repercuten en la búsqueda de soluciones al problema de ruido en la ciudad.

En la medida en que se recuperen las experiencias de éxito en la gestión de ruido y salud en las ciudades, se podrá hablar de avances hacia una estrategia integral de atención a este problema. La necesidad de contar con un ordenamiento ecológico, planificación del territorio urbano sustentable que se cumpla, así como la compatibilidad en el uso del suelo, áreas verdes, respetar zonas de amortiguamiento y cinturones de transición, entre zonas de intensa actividad vial, industrial, comercial para salvaguardar la tranquilidad en zonas habitacionales, de descanso, de estudio, de cuidados hospitalarios, son una serie de acciones que se pueden visualizar en nuevos desarrollos periurbanos.

Proponer la gestión del ruido y salud como parte de las políticas públicas, significa aspirar a mejores condiciones acústicas para satisfacción de sus habitantes, bienestar y calidad de vida para las comunidades urbanas.

Referencias

Antoni, M. H.; Lutendorf, S. K.; Cole, S.W.; Dhabhar, F. S.; Sphton, E. S; McDonald, P. G.; Stefanek, M. and Sood, A. K. (2006). "The influence of bio-

- behavioural factors on tumour biology: pathways and mechanisms”. *Nature Reviews Cancer* 6:240-248.
- Babisch W. (2003). “Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise”. *Noise Health*, 5:1-11.
- Ballesteros V. y Daponte A. (2011). *Ruido y Salud. Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía*. Unión Europea. España: Junta de Andalucía.
- Beristain S. (2012). En Orozco M, y González, A. *Ruido en ciudades latinoamericanas, Bases orientadas a su gestión* (37-69). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Blasco, J.; Cortés, R.; Ordaz, C.; Asúnsolo, A.; Silva, A.; Bermejo, E. y Gam, M. (2010). “Revisión sobre la evidencia de la relación entre exposición profesional al ruido y efectos extrauditivos no cardio-vasculares”. *Med Segur Trab* (Internet) 2010; 56(218):49-71
- De Esteban, A. (2003). Contaminación acústica y salud. *Observatorio Medioambiental* 6:73-95.
- Dinara, P. da. (2012). En Orozco M, y González, A. *Ruido en ciudades latinoamericanas, bases orientadas a su gestión* (139-153). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Djuric, Z.; Bird, C. E.; Furumoto, D. A.; Rauscher, G. H; Ruffin M.T.; Stowe, R. P.; Tucker, K. L. y Masi, C. M. (2008). “Biomarkers of Psychological Stress in Health Disparities Research”. *Open Biomarker Journal*, 1(1):7-19. doi: 10.2174/1875318300801010007.
- García, S. B. y Garrido, F. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*. Colección Estudios Sociales. Barcelona. España: Fundación “La Caixa”.
- Jarup, L.; Babisch, W.; Houthuijs, D.; Pershagen, G.; Katsouyanni, K.; Cadum, E.; Dudley, M. L.; Savigny, P.; Seiffert, I.; Swart, W.; Breugelmans, O.; Bluhm, G.; Selander, J.; Haralabidis, A.; Dimakopoulou, K.; Sourtzi, P.; Velonakis, M. y Vigna-Taglianti, F. (2008). “Hypertension and exposure to noise near airports: The HYENA study”. *Environmental Health Perspectives*. 116 (3): 329-333.
- Kelley K. W. (1980). “Stress and immune function: A bibliographic review”. *Annual Research Veterinary*, (11): 445-78.

- Kishikawa, H.; Matsui, T.; Uchiyama, I.; Miyakawua, M.; Hiramatsu, K. y Stansfeld, S. (2009). "Noise sensitivity and subjective health: Questionnaire study conducted along trunk roads in Kusatsu, Japan". *Noise & Health* 11:43, 111-7.
- López, U. C.; Fajardo, D. G.; Chavolla, M. R.; Mondragón, G. A. y Robles, M. (2000). "Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública". *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM*, Vol. 43(2):41-42.
- Martínez Ponce, L. J. (2002). *Ruido ambiental y contaminación acústica*. Guadalajara: AMATE.
- Mc Ewen, B. (1998). "Stress, adaptation, and disease". *Annals of the New York Academic of Sciences*, (840): 33-4.
- Moynihanm J. A. (2003). "Mechanisms of stress-induced modulation of immunity". *Brain Behavior and Immunology*, 1:11-16.
- Müller, S.; Lehnert, K. y Seibel, H. *et al.* (2013). "Evaluation of immune and stress status in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*): can hormones and mRNA expression levels serve as indicators to assess?". *BMC Veterinary Research*, (9):145. Consultado en <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/9/145>.
- Neitzel, R. L.; Gershon, R. R.; McAlexander, T. P.; Magda, L. A. y Pearson, J. M. (2012). "Exposures to transit and other sources of noise among New York City residents". *Environ Sci Technol*, 46:500-508.
- Orozco, M., y González A. (2012) *Ruido en ciudades latinoamericanas, bases orientadas a su gestión*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Padgett, D. A. and Glaser, R. (2003). "How stress influences the immune response". *Trends in Immunology*, 24:444-48.
- Prasher, D. (1998). "Traffic noise increases stress by driving up cortisol". *The Lancet*. 352: 1201.
- (2009). "Is there evidence that environmental noise is immunotoxic?". *Noise and Health*, 11:151-55.
- (2006). *Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D. F. PAOT*, México.

- Passchier, V. W. y Passchier, W. F. (2000). "Noise exposure and public health". *Environmental Health Perspective*, 108(1):123-31
- Ramírez, G. (2012). En Orozco M., y González A. *Ruido en ciudades latinoamericanas, Bases orientadas a su gestión* (155-183). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Sabahi, A. R. y Moradi, I. (2002). "The Effects of Noise Exposure on Rat's Hematologic Parameters and Red Cell Indices". *Iranian Journal of Medical Science*, 27(2):85-86.
- Sánchez, T., (2012) En Orozco M., y González A. *Ruido en ciudades latinoamericanas, Bases orientadas a su gestión*, (93-104) Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Selander, J.; Bluhm, G. y Theorell, T. *et al.* (2009). "Saliva Cortisol and Exposure to Aircraft Noise in Six European Countries". *Environmental Health Perspectives*, (117):1713-717.
- Sørensen, M.; Andersen, Z. J. y Nordborg, R. B. *et al.* (2013). "Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Incident Diabetes: A Cohort Study". *Environmental Health Perspectives*, 121:217-22.
- Stansfeld, S. A; Haines, M. M; Berry, B. y Burr, M. (2009). "Reduction of road traffic noise and mental health: an intervention study". *Noise Health*. 11(44):169-175.
- Vissoci, E. M.; Vargas, S. O. y Morimoto, H. K. (2004). "Stress, depression, the immune system, and Cancer". *The Lancet Oncology* 5:617-625.
- Webster, M. J. y Glaser, R. (2008). "Stress hormones and immune function". *Cell Immunology*, 252(1-2):16-26.
- World Health Organization (2009). *Global health risks mortality and burden of disease attributable to selected major risks*, Ginebra, Suiza.
- (2011). *Burden of disease from environmental noise*, Ginebra, Suiza.
- Zheng, K. C. y Ariizumi, M. (2007). "Modulations of immune functions and oxidative status induced by noise stress". *Journal of Occupation Health*, 49(1):32-8.