

# Contaminación por ruido en el centro histórico de Matamoros

## Noise pollution in Matamoros downtown

Benito Zamorano González\*, Fabiola Peña Cárdenas\*, Víctor Parra Sierra\*,  
Yolanda Velázquez Narváez\*, José Ignacio Vargas Martínez\*

### RESUMEN

La contaminación por ruido es uno de los problemas ambientales que afecta la calidad de vida de la población en las áreas urbanas de todo el mundo. El origen puede deberse a diversas causas: industria, negocios, centros comerciales, medios de transporte, centros recreativos, incluso hasta las escuelas; todas tienen en común la intervención del ser humano. El estudio tiene como objetivos determinar el nivel de ruido ambiental diurno al que está expuesta la población en el centro histórico de la ciudad de Matamoros, así como describir el grado de molestia con que las personas lo perciben. La opinión que tienen las personas en relación con la contaminación por ruido ambiental se obtuvo mediante la aplicación de 236 encuestas, encontrando que el 47.5% de los participantes considera el ruido como un problema bastante contaminante. Las mediciones se realizaron en 67 zonas, con cinco periodos diferentes en intervalos de una hora, dentro de un horario de 8 h a 18 h. Con el trabajo de campo se calcularon los indicadores: nivel sonoro mínimo ( $L_{min}$ ), nivel sonoro máximo ( $L_{max}$ ) y nivel de presión acústica continua equivalente ( $L_{AeqT}$ ), determinando que el ruido en promedio supera los 68 decibeles ponderación A (dBA). Se determina que, en particular el informal, el comercio y los medios de transporte son los principales generadores de ruido.

### ABSTRACT

Noise pollution is one of the environmental problems that affect the quality of life of population at urban areas worldwide. Cause could derive from various sources such as: industry, business, shopping centers, transport, recreational facilities, even schools; but all of it have in common the human intervention. This study aims to determine the level of daytime noise to which the population is exposed at the Matamoros city Downtown and its association with the discomfort degree perceived. The opinion that people have in relation to environmental noise pollution, was obtained by applying 236 surveys, finding that 47.5% of participants consider noise pollution as a fairly problem. Measurements were made in 67 areas, with five different periods within hourly intervals, on a schedule of 8 h to 18 h. Fieldworks with the minimum sound pressure level ( $L_{min}$ ), maximum sound pressure level ( $L_{max}$ ) & equivalent-continuous sound pressure level ( $L_{AeqT}$ ) indicators were calculated by determining that the average noise exceeds 68 decibels A-Weighting (dBA). Commerce, particularly the informal one and the means of transportation are the major generators of noise.

Recibido: 5 de junio de 2015  
Aceptado: 1 de septiembre de 2015

#### Palabras clave:

Ruido; decibel; contaminación; molestia.

#### Keywords:

Noise; decibel; pollution; discomfort.

#### Cómo citar:

Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Parra Sierra, V., Velázquez Narváez, Y., & Vargas Martínez, J. I. (2015). Contaminación por ruido en el centro histórico de Matamoros. *Acta Universitaria*, 25(5), 20-27. doi: 10.15174/au.2015.819

### INTRODUCCIÓN

La presencia del ruido en la vida diaria es tan frecuente que pocas veces es asociado con las secuelas que puede provocar. La contaminación por ruido es uno de los problemas ambientales que afecta la calidad de vida de la población en las áreas urbanas de todo el mundo (Hunashal & Patil, 2012; Trombetta, Sibylle, Kirrian & Bunn, 2013; *World Health Organization* [WHO], 2011). Su presencia e impacto han sido abordados desde hace varias décadas, sin embargo, es un problema que pocas veces se considera un riesgo ambiental (Barrigón, Gómez, Méndez, Vilchez & Trujillo, 2002a; Kim *et al.*, 2012). La población, en general, asocia con gran frecuencia la palabra *contaminación* con los daños provocados al aire, agua y suelo; la opinión que tienen respecto al ruido ambiental es que lo perciben como un “problema poco

\* Unidad Académica Multidisciplinaria Matamoros, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Av. del Maestro y Marte s/n, Col. Alianza, H. Matamoros, Tamaulipas, México, C.P. 87410. Tel.: (868) 812 2716. Correos electrónicos: bzamorano@uat.edu.mx; fcardenas@uat.edu.mx; vparra@uat.edu.mx; yovelazquez@uat.edu.mx; jvargas@uat.edu.mx

grave”, encontrándose por debajo de problemas como el nivel de tráfico y la calidad del agua (Zamorano, Parra, Peña, Castillo & Vargas, 2009).

El origen de la contaminación por ruido proviene de diversas fuentes, como la industria, los negocios, los centros comerciales, los medios de transporte, los centros recreativos, incluso las instituciones educativas; todas tienen en común la intervención del ser humano. Según el informe sobre ruido, emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS): “el ruido es un problema de salud pública del mundo moderno, principalmente en aquellas ciudades con grandes poblaciones” (WHO, 2011). Tal situación se puede atribuir al rápido incremento de la industria, los medios urbanos, así como a la infraestructura de los sistemas de transporte, ya sea ferrocarril, aeropuertos y carreteras (Di, Liu, Lin, Zhen & He, 2012; Hunashal & Patil, 2012; Iglesias & Díaz-Balteiro, 2013; Paviotti & Vogiatzis, 2012). Ante tales afirmaciones, se podría suponer que el ruido es un problema que atañe sólo a países industrializados; sin embargo, los hallazgos de autores como Gündogdu, Gökdağ & Yüksel (2005) y Li, Tao, Dawson, Cao & Lam (2002) han señalado que la contaminación por ruido afecta también a países que se encuentran en vías de desarrollo, lo que representa un peligro para la salud ambiental, y debe atenderse en las ciudades que así lo padecen. Esta situación vuelve necesaria la intervención de las autoridades responsables de salud, así como de la planeación urbana.

El concepto de *ruido* es necesario comprenderlo desde dos perspectivas: por una parte, como fenómeno físico que conduce energía; y por otra, como una sensación auditiva desagradable para el receptor (Muscar, 2000). La respuesta que puedan presentar las personas debido a la exposición depende de ciertas características, como la intensidad, la frecuencia, la duración del ruido, la edad del sujeto expuesto y la susceptibilidad. Estas características convierten al ruido en un fenómeno complejo de evaluar, incluso la percepción del mismo se vuelve subjetiva.

Para detallar con precisión el problema del ruido es necesario establecer un parámetro que defina de manera adecuada el grado de molestia. Esto se debe a que no todas las personas consideran el mismo grado de molestia para el mismo ruido, por tanto, su conceptualización dependerá, además, de la sensibilidad auditiva, de situaciones como la actividad del receptor y sus expectativas de calidad de vida. Considerando que para ciertos grupos de personas las exigencias de calidad ambiental, el tiempo y el tipo de descanso son muy diferentes unos de otros.

Los efectos de la contaminación por la exposición de personas al ruido, independientemente de la fuente que lo genere, pueden ser agrupados en cuatro categorías: primero, aquéllos que directamente afectan la audición; segundo, los que provocan alteraciones fisiológicas; tercero, aquéllos que provocan algún trastorno psicológico; y cuarto, los que influyen en el rendimiento del trabajo (Hunashal & Patil, 2012).

Algunos estudios demuestran los daños que provoca la contaminación por ruido en la salud, particularmente en áreas urbanas; los síntomas más frecuentes son: alteración en el comportamiento de las personas, como nerviosismo, irritabilidad, falta de concentración, interrupción del sueño e incluso la presión arterial alta (Chang, Lin, Yang, Bao & Chan, 2012; Otterström, 1995). Los efectos no auditivos que puede provocar el ruido son, a menudo, complejos y actúan con sutileza; generalmente se manifiestan de forma indirecta, por ello es importante reconocer que la contaminación por ruido tiene repercusiones en diversos aspectos psicosociales (Martimportugués, Gallego & Ruiz, 2003). La exposición a la contaminación por ruido indica que en el caso de la Unión Europea al menos el 20% de la población se enfrenta a niveles superiores a los 65 decibeles ponderación A (dBA), y más del 25% de ésta manifiesta molestias que influyen en su calidad de vida, inducidas por el ruido (Barrigón *et al.*, 2002a).

La Organización Internacional de Normas (ISO, por sus siglas en inglés) cuenta con la norma ISO 1996-1:2003, referente a la acústica, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental: magnitudes básicas y métodos de evaluación (*International Organization for Standardization*, 2003). En adición a dicha norma, y relativa a la determinación del nivel de ruido, la ISO presenta el estándar ISO-1996-2:2007 (*International Organization for Standardization*, 2007). En México, tratando de alinearse con la ISO, el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC) adaptó la norma ISO 1996-1:2003, publicándola a través del *Diario Oficial de la Federación* en el 2010 (IMNC, 2009). Es importante señalar que no se ha publicado una adaptación de la ISO-1996-2:2007, por lo tanto, como parte de un proceso de certificación, los ayuntamientos no se encuentran obligados a instrumentarla.

Por su parte, las instancias gubernamentales han tratado de enfrentar el tema de la contaminación por ruido; es el caso de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que atiende el ruido generado en los lugares de trabajo (NOM-011-STPS-2001, 2001) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales,

que promueve diferentes normas que tratan de controlar el ruido generado bajo diferentes condiciones. De manera particular, la Norma Oficial Mexicana 081 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Los límites que menciona la norma en relación con las zonas industriales y comerciales indican que el ruido no debe superar los 68 dBA, en un horario de 6:00 h a 22:00 h. En el caso de la noche, de 22:00 h a 6:00 h, no debe rebasar los 65 dBA (NOM-081-SE-MARNAT-1994, 2013).

Para poder evaluar el nivel de ruido generado en una determinada zona es necesario conocer las dimensiones de ésta; para ello, con gran frecuencia se utilizan cuadrículas para ubicar los puntos de medición. El tamaño de éstas depende del tipo de zonas que se pretenda evaluar; existen referencias que trazan cuadrículas de 200 × 200, 100 × 100, 50 × 50, 20 × 20, 15 × 15 (Kirrian & Trombetta, 2015; Ortega & Cardona, 2005).

Otro aspecto importante son los horarios de medición. Algunos autores señalan periodos de medición de 7:00 am hasta las 7:00 pm (Kirrian & Trombetta, 2015). Otros estudios han presentado mapas de ruido cubriendo espacios de 15 min para obtener el nivel de presión acústica continua equivalente ( $L_{AeqT}$ ) en diferentes horarios en un periodo de 7 h a 21 h (Suárez & Barros, 2013). Sin embargo, la duración de los periodos de medición pueden variar, dependiendo del tipo de ruido que se pretende encontrar: diurno, vespertino, nocturno o referente a los fines de semana.

Lo anterior descrito pone de manifiesto que la temática del ruido, al menos en México, no ha sido desarrollada por completo, lo que permite plantear la necesidad de determinar el nivel de ruido ambiental diurno al que está expuesta la población en el centro histórico de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas; comparar los resultados con los parámetros establecidos en la normatividad y, finalmente, asociar los niveles ruido ambiental diurno con la percepción que tienen las personas sobre el fenómeno del ruido como contaminante del entorno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio forma parte de la ciudad de Matamoros, perteneciente al estado de Tamaulipas, en México. Cuenta con una extensión de 4632 km<sup>2</sup>. La población se integra por un total de 489 815 personas,

de acuerdo con cifras del censo de 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), ubicándola como la segunda ciudad más grande en población en el estado (INEGI, 2010). Es importante señalar que los datos reflejan únicamente a aquellas personas que habitan de manera permanente en la ciudad, pues debido a la ubicación geográfica, al ser una frontera con el sureste de los Estados Unidos de América, tiene una población flotante que se encuentra alrededor del millón de personas. La ciudad también es considerada en el país como uno de los principales pasos fronterizos para la exportación comercial. El parque vehicular registrado bajo la Secretaría de Finanzas corresponde a 76 533 autos, sin embargo, de acuerdo con el “Reporte final de emisiones y parque vehicular de Matamoros y Reynosa Tamaulipas” menciona 267 690 vehículos en activo (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2010), ello se debe a la cantidad de vehículos extranjeros que circulan y de los cuales no existe un censo preciso de éstos. Para conocer el comportamiento del tráfico que circula por la zona se realizó un muestreo en tres periodos diferentes: a) 8:00 h - 9:00 h, b) 13:00 h - 14:00 h y c) 15:00 h - 16:00 h. Los resultados se pueden observar en la tabla 1.

El estudio tiene características descriptivas de corte transversal, desarrollado en dos etapas. La primera consistió en evaluar los niveles de ruido en el centro histórico de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, México. La segunda etapa recopiló información sobre la percepción que tienen las personas en relación con el ruido ambiental. Todo trabajo de campo se desarrolló de lunes a viernes durante los meses de junio a diciembre del 2014.

**Tabla 1.**  
Comportamiento del tráfico vehicular.

Calle	8:00 h - 9:00 h	13:00 h - 14:00 h	15:00 h - 16:00 h
5ª	236	438	523
6ª	570	680	880
7a	377	393	335
8ª	330	421	352
9ª*	-	-	-
10	296	317	245
11	212	246	252
12	159	186	173

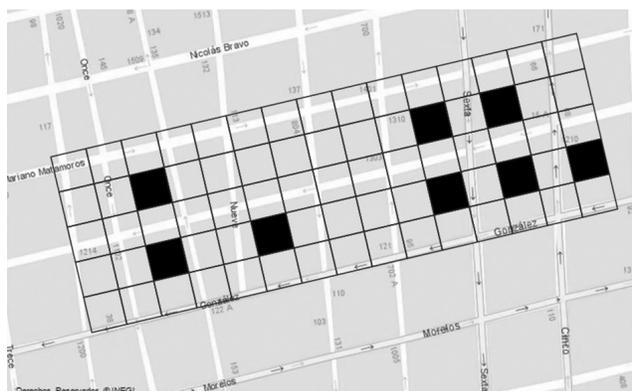
\* La calle 9ª es una zona de tránsito peatonal.

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación de los niveles de ruido se trazó en un plano una malla reticular de 50 m de largo por 50 m de ancho, cubriendo un total de 139 km<sup>2</sup>; la zona considerada fue el centro histórico de la ciudad. Las calles incluidas fueron Matamoros, Abasolo y González; desde la calle Quinta hasta la calle Doce. La criba en el plano determinó un total de 75 puntos para el desarrollo de las mediciones (figura 1). El reconocimiento físico en la zona permitió descartar ocho puntos que coincidieron con barreras que impedían la medición, resultando un total de 67 puntos para las mediciones.

Para la recolección de los datos en relación con los niveles de ruido, se determinaron cinco periodos diferentes en intervalos de una hora en cada punto, dentro de un horario de 8:00 am hasta las 6:00 pm. Para la medición de los niveles de ruido, los sonómetros fueron ubicados a una distancia mínima de tres metros de cualquier fachada que pudiera reflejar el sonido; la altura en relación al nivel del suelo fue de 1.5 m. Cabe mencionar al respecto que en la ciudad no predominan los edificios altos. Las condiciones meteorológicas predominantes fueron entre los 28 °C y 36 °C, y con ausencia de lluvia.

Los equipos utilizados fueron sonómetros integradores tipo I, marca *Quest Technologies*, modelo *Sound Pro SE/DL*. Se utilizaron calibradores acústicos de la misma marca, modelo QC-10/QC-20 cada inicio y fin de cada jornada de medición. Dichos equipos fueron programados para que proporcionaran mediciones en la ponderación A y bajo respuesta rápida (F), obteniendo las siguientes unidades de medida:  $L_{aeqT}$  nivel sonoro máximo ( $L_{max}$ ), nivel sonoro mínimo ( $L_{min}$ ) y la recuperación de datos fue mediante el *software QuestSuit Professional II*.



**Figura 1.** Plano de ubicación de los puntos de muestreo.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2014).

Con el valor  $L_{aeqT}$  calculado en cada hora se determinó el nivel sonoro diurno ( $L_d$ ) para un periodo de 10 h, el cual se obtiene integrando las cinco muestras obtenidas de cada intervalo. Para determinar el  $L_d$  se utilizó la siguiente expresión:

$$L_d = 10_{\log 10} \left[ \left( \frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{1h(i)}} \right]$$

Donde  $L_{1h}(i)$  es el nivel sonoro continuo equivalente a una hora en decibelios en una de las  $i$  horas.

$N$  = Total del número de intervalos.

$n$  = número de intervalos.

La segunda parte del estudio consistió en evaluar la percepción que tienen las personas en relación con la contaminación por ruido ambiental. Para tal efecto se utilizó una adaptación del cuestionario "Valoración del ruido urbano" (Barrigón, *et al.*, 2002b). La adaptación de este instrumento consta de cinco preguntas que inciden en 40 reactivos. Las opciones de respuesta utilizadas fueron *Nada*, *Poco*, *Regular*, *Bastante* y *Mucho*; los valores empleados, respectivamente, fueron de 1 a 5.

La población participante fue seleccionada por conveniencia y estuvo sujeta a la colaboración voluntaria, alcanzando una participación de 236 sujetos. La aplicación del instrumento fue en el domicilio de los participantes en los alrededores del centro; el tiempo para responder fue aproximadamente de 10 min, con la ayuda del encuestador. El cuestionario se presenta de una manera tal que el participante lo percibe más como un estudio del entorno y de las condiciones generales que como un análisis exclusivo de la molestia por ruido. El instrumento identifica las secciones: datos del encuestado, características del entorno y efectos del ruido. La confiabilidad del instrumento se realizó a través de la medida de consistencia interna denominada *Alfa de Cronbach*, alcanzando un índice de 0.782 y definiéndolo como un instrumento de confiabilidad aceptable (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Para el procesamiento de los datos obtenidos de los cuestionarios se utilizó el programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* en su versión 22.

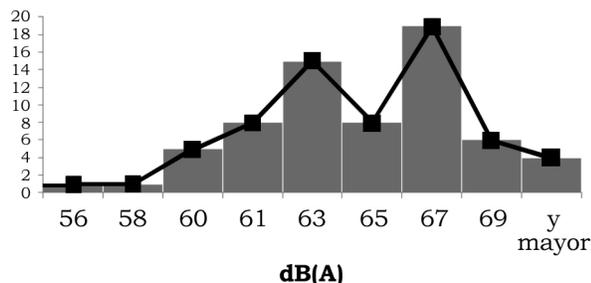


Figura 2. Valores  $L_{min}$ .  
Fuente: Elaboración propia.

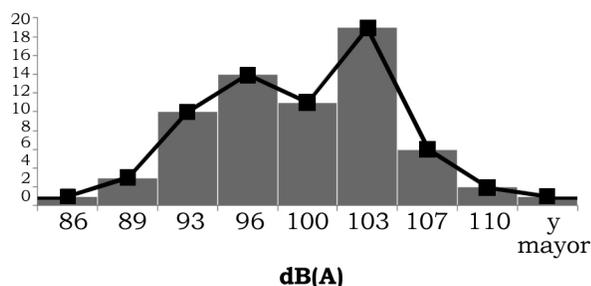


Figura 3. Valores  $L_{max}$ .  
Fuente: Elaboración propia.

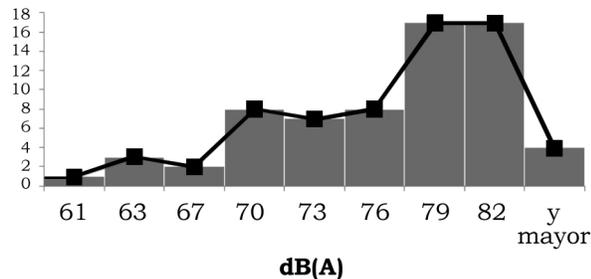


Figura 4. Valores  $L_d$ .  
Fuente: Elaboración propia.

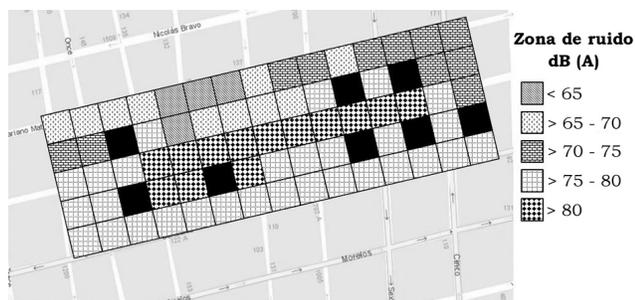


Figura 5. Valores  $L_d$ .  
Fuente: Elaboración propia. Adaptado del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2014).

## RESULTADOS

Al comparar los descriptores de ruido con lo establecido en la norma ambiental, vigente en México, sólo los valores del  $L_{min}$  se encuentran por debajo de los 68 dBA, mientras que el resto de los datos  $L_{max}$  y  $L_d$  calculado rebasan dicho límite permisible durante el día, el cual corresponde a zonas con establecimientos comerciales e industriales. La figura 2 representa la media obtenida en cada punto de medición. Se identifica claramente que el 94% de los datos no rebasan los 68 dBA.

Los valores medios que representan al nivel máximo  $L_{max}$  se pueden observar en la figura 3. En el histograma se identifica que no existen valores medios que se mantengan por debajo del límite establecido, el 100% del  $L_{max}$  supera los 68 dBA.

Los valores  $L_{aeqT}$  obtenidos de cada hora permitieron determinar el nivel sonoro diurno  $L_d$ . En la figura 4 se representan la frecuencia de niveles alcanzado de cada punto. Únicamente el 14.9% no supera los 68 dBA, mientras que la gran mayoría del restante 85.1% si los rebasa.

El resultado de los valores  $L_d$  se observan también en la figura 5. Se pueden identificar los niveles de cada uno de los puntos en la zona evaluada, el rango de clasificación consideró lo referido en la ISO-1996-2:2007 (*International Organization for Standardization, 2007*).

Con respecto al cuestionario aplicado, la población participante fue integrada por 236 voluntarios, de los cuales 102 sujetos (43.2%) pertenecen al género masculino y 134 sujetos (56.8%) al femenino. La edad fue agrupada en cuatro rangos de 10 años: de 18 a 27 años, 61 participantes (25.8%); de 28 a 37 años, 83 sujetos (35.2%); de 38 a 47 años, 65 participantes (27.5%) y mayores de 48 años, 27 personas (11.4%).

Los cuestionarios proporcionaron información en relación con la contaminación por ruido; un primer planteamiento indagó sobre su nivel de satisfacción con las características del entorno, como transporte público, parques y jardines, áreas de juegos infantiles, guarderías y escuelas, centros de salud, cines y teatros, iglesias, canchas deportivas, centros comerciales, alumbrado público, pavimentación, estacionamientos, restaurantes, bares y discotecas. La media ( $\bar{X}$ ) de las respuestas fue de 3.00 con una desviación estándar ( $\sigma$ ) de 0.51. Ello supone que el nivel de satisfacción de los participantes es "regular" ante las características de la infraestructura.

La segunda pregunta se refiere a las condiciones en las que se encuentra el entorno, como limpieza de las calles, ausencia de contaminación del aire, calidad del agua potable, ausencia del ruido en el día, ausencia del ruido en la noche, la relación con los vecinos, la estética de la comunidad, la seguridad ciudadana, la comunicación, la amplitud de las calles y el estado de las calles y banquetas. Los resultados arrojan  $\bar{X} = 2.68$  con una  $\sigma = 0.60$ . Esto hace referencia que la satisfacción de los participantes en relación con las condiciones del entorno es “regular”.

El cuestionamiento que se refiere a la perturbación que padece en su casa provocado por el ruido exterior, tales como construcciones, obras, talleres cercanos, ladridos o maullidos, música de puestos de la calle, tráfico en general, sonido de claxon, sirenas de emergencia, vehículos de publicidad y camiones de la basura, encontró una  $\bar{X} = 1.63$  con una  $\sigma = 0.85$ . Esto indica que los participantes consideran que “poco” interrumpen sus actividades a causa del ruido exterior.

En el mismo sentido, los participantes, al permanecer en su casa, están sujetos a la perturbación que provoca el ruido del interior de la vivienda generado por remodelaciones, TV, equipos de música, instrumentos musicales, aparatos de aire acondicionado, electrodomésticos, animales, uso de herramientas, llanto de niños, golpes en las puertas y ventanas, tuberías, bombas de agua, goteos, zumbido de lámparas y sonido de insectos. Los resultados arrojaron una  $\bar{X} = 1.26$ , con una  $\sigma = 0.79$ . Ello señala que el ruido generado en el interior de la vivienda han perturbado “poco” a los participantes.

Finalmente, la pregunta que propone al ruido como un contaminante ambiental encontró que 112 sujetos (47.5%) consideran como “bastante” molesto y contaminante el ruido en el ambiente. Los detalles se pueden observar en la tabla 2.

**Tabla 2.**  
Consideración del ruido como un contaminante.

	Frecuencia	Porcentaje
Nada	3	1.3
Poco	11	4.7
Regular	62	26.3
<b>Bastante</b>	<b>112</b>	<b>47.5</b>
Mucho	48	20.3
Total	236	100

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

El tema de contaminación por ruido ambiental no es considerado una obligación/prioridad por parte de las autoridades, únicamente consideran aquel ruido generado por fuentes fijas y el ruido en los lugares de trabajo. Bajo este argumento queda fuera la generación de mapas de ruido que permitan evaluar periódicamente los niveles de ruido a los que se expone la población constantemente, de manera semejante como se realiza en otros países.

En algunos trabajos, los autores revelan resultados semejantes al presente estudio; tal es el caso del realizado en la ciudad de Medellín, Colombia, donde identificaron que 15 de 16 puntos evaluados (94%) superan los 65 dBA (Ortega & Cardona, 2005). Los resultados expuestos por Medrano & Antezana (2006) mencionan que en Bolivia, en la ciudad de Cochabamba, registraron, evaluaron y determinaron que los niveles de ruido a los que está expuesta la población, mediante la presentación de un mapa de ruido, define que al menos el 75% de la ciudad presenta niveles de contaminación acústica por encima de los 68 dBA durante el día.

Algunos estudios fuera de América Latina expresan que el nivel de ruido ambiental en zonas industriales y comerciales alcanzan valores  $L_{aeqt}$  de 72.25 dBA, y que el nivel de contaminación por ruido alcanza los 70.21 dBA (Hunashal & Patil, 2012). Los resultados expuestos por Pathak, Tripathi & Mish (2008) definen niveles de  $L_{aeqt}$  de 82.27 y un nivel de contaminación por ruido de 101.31 en lugares dedicados al comercio. En Tainan, Taiwan, los valores encontrados en el 72% de las zonas evaluadas rebasan los 76 dBA, definidos como inaceptable por su normatividad (Chang *et al.*, 2012).

Todos estos trabajos demuestran que el ruido, al igual que en centro de Matamoros, tiene niveles altos, por lo que debe ser considerado un problema ambiental al cual se le debe prestar atención y no quedarse al margen ante otros contaminantes ambientales. El minimizar la contaminación por ruido en relación con otros problemas ambientales es un fenómeno común, al menos así lo demuestra el trabajo de García, García & García (2010), quienes observaron que la contaminación atmosférica se lleva el 35% contra el 7% de participantes que refieren el ruido.

Otros autores como Durán & Vázquez (2009) mencionan que al menos el 70% de los sujetos en estudio percibe el ruido con un grado de molestia entre ligero

y medianamente molesto. A diferencia de nuestros hallazgos, el 47% de los participantes opinan que el ruido es "bastante" contaminante.

La manera que perciben el nivel de ruido, al interior de su vivienda, es un elemento que consideran molesto, pero poco perturbador. En ese sentido, se coincide con el trabajo realizado en la ciudad de Galicia, donde el 70% de los participantes tiene un grado de molestia mínimo, percibiendo el ruido entre ligera y medianamente (Durán & Vázquez, 2009). Del mismo modo, el estudio realizado en la ciudad de Valencia manifiesta que un 41% de participantes considera el ruido ambiental como "nada" molesto (Morales, Llopis, Cotanda, García & García, 1992). Tales afirmaciones podrían suponer la falta de información con respecto al ruido ambiental y su percepción como contaminante.

## CONCLUSIONES

La contaminación por ruido es, entre las diversas formas de contaminación, la más fácil de generar y la más difícil de controlar o erradicar. En el caso de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, este fenómeno no es la excepción. La infraestructura de ésta no tiene vialidades de alta velocidad, el transporte ferroviario se encuentra en la periferia y se utiliza para carga de tipo industrial. El aeropuerto tiene una logística de dos vuelos comerciales diarios, y se encuentra a 13 km de distancia, aproximadamente 35 min del lugar de las mediciones, por lo tanto, los medios de transporte no inciden sobre los resultados obtenidos.

Con base en los resultados obtenidos de las mediciones, se concluye que el centro histórico de la ciudad se encuentra expuesto a niveles de ruido alto, con un promedio de 75 dBA durante el día, superando lo establecido en la norma 081, que define 68 dBA (NOM-081-SEMARNAT-1994, 2013). Por tanto, deben ampliarse los estudios de ruido no solamente a otros periodos de tiempo, sino a otras zonas en la ciudad o del estado de Tamaulipas, que pudieran poseer características similares para establecer comparaciones sobre el nivel de ruido.

La percepción de las personas fue que consideran el ruido como una molestia bastante contaminante. Sin embargo, la muestra requiere ser ampliada para evitar algún tipo de sesgo en la información. Los datos manifestados son un buen parámetro y fundamento para ampliar estudios sobre la contaminación por ruido ambiental.

Se determina que el origen del ruido se debe principalmente al comercio, tanto formal como informal. Este sector económico influye en los altos niveles de ruido presentes en la zona, debido al abuso en el uso de amplificadores de sonido. Por ello, debe vigilarse con mayor rigor el cumplimiento de las normas en materia.

Se necesita ampliar los estudios sobre el ruido, en especial el generado por el tráfico, considerando otras variables como el tipo y la cantidad de vehículos particulares y públicos, además de trasladarlos a otras zonas que probablemente cuenten con mayor afluencia.

Es imperante promover entre los diferentes órdenes de gobierno la elaboración de mapas de ruido que contribuyan al bienestar y desarrollo social urbano. Ello implica estudiar a fondo el fenómeno del ruido en la ciudad, con estudios en diferentes periodos de tiempo a lo largo del año. También se vuelve necesario difundir información entre la población para concientizar sobre los efectos que el ruido tiene sobre la salud de las personas expuestas, así como la forma de prevenir la generación del ruido.

Es importante continuar con el desarrollo de estudios que definan con toda claridad el fenómeno del ruido como problema de salud ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Los integrantes del proyecto agradecen al cuerpo directivo de la Unidad Académica Multidisciplinaria, Matamoros, dependiente de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por las facilidades en la utilización de equipos e instrumentos empleados en la investigación. Un agradecimiento especial a los estudiantes de la Licenciatura en Seguridad, Salud y Medio Ambiente: Jesús Ariel García Villanueva, Carlos Rafael Muñoz Sánchez, Roberto Jairo Gárate Martínez y Juan Carlos Reséndiz Rebolloza, por su colaboración en la medición del ruido.

## REFERENCIAS

- Barrigón Morillas, J., Gómez Escobar, V., Méndez Sierra, J., Vílchez Gómez, R., & Trujillo Carmona, J. (2002a). An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. *Applied Acoustics*, 63(10), 1061-1070.
- Barrigón Morillas, J. M., Vílchez Gómez, R., Gómez Escobar, V., Méndez Sierra, J. A., Tejeiro Vidal, C., Alejandro Bueno, L., & Vaquero Martínez, J. M. (2002b). Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido urbano. *Revista de Acústica*, 33(1-2), 27-33.

- Chang, T. Y., Lin, H. C., Yang, W. T., Bao, B. Y., & Chan, C. C. (2012). A modified Nordic prediction model of road traffic noise in a Taiwanese city with significant motorcycle traffic. *Science of total environment*, 15(432), 375-381.
- Di, G., Liu, X., Lin, Q., Zhen, Y., & He, L. (2012). The relationship between urban combined traffic noise and annoyance. An investigation in Dilián, north of China. *Science of total environment*, 432, 189-194.
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2014). Mapa digital de México. México: INEGI.
- Durán, R., & Vázquez, J. M. (2009). Efectos sociales de la contaminación acústica. Una aplicación de la valoración del transporte ferroviario. *Revista de Economía Pública*, 191(4), 27-42.
- García Ferrandis, X., García Ferrandis, I., & García Gómez, J. (2010). Los efectos de la contaminación acústica en la salud: conceptualizaciones del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria de Valencia. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (24), 123-137.
- Gündogdu, Ö., Gökdağ, M., & Yüksel, F. (2005). A traffic noise prediction method based on vehicle composition using genetic algorithms. *Applied Acoustics*, 66(7) 799-809.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Interamericana Editores.
- Hunashal, R. B., & Patil, Y. B. (2012). Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India. *Procedia Social and Behavioral Sciences* (37), 448-457.
- Iglesias Merchant, C., & Díaz-Balteiro, L. (2013). Noise pollution mapping approach and accuracy on landscape scales. *Science of total environment*, 449, 115-125.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2010). *Reporte final del estudio de emisiones y actividad vehicular en Matamoros, Reynosa, Tamaulipas*. México: Secretaría del Medio Ambiente.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C. (IMNC) (2009). NMX-CH-1996-1-INMC-2009 Acústica-descripción, medición y evaluación de ruido ambiental-Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos de evaluación. *Diario Oficial de la Federación*, Tomo DCLXXV, No.18.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Censo de población y vivienda*. México: INEGI.
- International Organization for Standardization (2003). *Acoustics-Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures*. Switzerland.
- International Organization for Standardization (2007). *Acoustics-Description, Measurement and Assessment of Environmental Noise-Part 2: Determination of environmental noise levels*. Switzerland.
- Kim, K. H., Ho, D. X., Brown, R. J., Oh, J. M., Park, C. G., & Ryu, I. C. (2012). Some insights into the relationship between urban air pollution and noise levels. *Science of total environment*, 424, 271-279.
- Kirrián Fiedler, P. E., & Trombetta Zannin, P. H. (2015). Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs- Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1-9.
- Li, B., Tao, S., Dawson, R. W., Cao, J., & Lam, K. (2002). A GIS based road traffic noise prediction model. *Applied Acoustics*, 63(6), 679-691.
- Martimortugués, C., Gallego, J., & Ruiz, D. (2003). Efectos del ruido comunitario. *Revista de Acústica*, 34(1-2), 31-39.
- Medrano Hervás, H., & Antezana Arzabe, J. (2006). Mapa de ruido de los distritos 10, 11 y 12 de la ciudad de Cochabamba. *Acta Nova*, 3(3), 458-474.
- Morales, M., Llopis, A., Cotanda, P., García, A., & García Rodríguez, A. (1992). Evaluación de los efectos del ruido ambiental sobre los residentes en el centro histórico de Valencia. *Revista Sanitaria de Higiene Pública*, 66(3-4), 239-244.
- Muscar Benasayag, E. (2000). El ruido nos mata en silencio. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, 149-161.
- Norma Oficial Mexicana (2001). NOM-011-STPS-2001, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 27 de diciembre de 2001.
- Norma Oficial Mexicana (1994). NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 3 de diciembre de 2013.
- Ortega B., M., & Cardona M., J. M. (2005). Metodología para la evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública*, 23(2), 70-77.
- Otterström, T. (1995). Pricing of environmental impacts of emissions from roads traffic-recent and present research in Finland. *The science of total environment*, 169(1-3), 311-319.
- Pathak, V., Tripathi, B., & Mish, V. K. (2008). Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. *Atmospheric Environment*, 42(16), 3892-3898.
- Paviotti, M., & Vogiatzis, K. (2012). On the outdoor annoyance from scooter and motorbike noise in the urban environment. *Science of total environment*, 430, 223-230.
- Suárez, E., & Barros, J. L. (2013). Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. *Science of the total environment*, 466-467, 539-546.
- Trombetta Zannin, P. E., Sibylle Engel, M., Kirrián Fiedler, P. E., & Bunn, F. (2013). Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities*, 31, 317-327.
- World Health Organization (WHO) (2011). *Burden of disease from environmental noise*. Bonn Office: WHO European Centre for Environment and Health.
- Zamorano González, B., Parra Sierra, V., Peña Cárdenas, F., Castillo Muraira, Y., & Vargas Martínez, J. I. (2009). Percepción ambiental en estudiantes de secundaria. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 9(3), 1-18.