

LA CONTAMINACION POR RUIDO

El ruido es un subproducto de la civilización industrial. Vivimos inmersos en un medio ambiental lleno de ruidos, que afectan no sólo a nuestra capacidad auditiva, sino también a nuestra salud física y a nuestro comportamiento social.

Por José Aguilar Peris

En física el *sonido* se define como toda variación de presión del aire detectable por el oído humano en forma de sensación acústica. Normalmente estas variaciones de presión son la consecuencia de las vibraciones elásticas de cuerpos materiales que se transmiten en todas direcciones por medio de ondas longitudinales y al llegar al oído externo hacen vibrar la membrana del tímpano. Estas vibraciones se transmiten por medio de una cadena de huesecillos en el oído medio y alcanzan el oído interno, donde la energía vibrante se transforma en energía eléctrica y en corrientes de acción que a través de los nervios auditivos van al cerebro y se convierten en sensación sonora.

El oído humano está capacitado para percibir señales acústicas en el intervalo de 20 a 20.000 Hz (Hz = hertz = vibraciones por segundo). Fuera de este intervalo, los *infrasonidos* (N 20 Hz) y los *ultrasonidos* (N 20.000 Hz) no son percibidos por el hombre como señales acústicas. No obstante, los perros, gatos, ratas y otros animales pueden percibir ultrasonidos y algunos cazadores llevan un silbato que emite estas señales solamente percibibles por el can. Igualmente los murciéla-



gos poseen un órgano emisor y otro receptor de ultrasonidos que funciona como un radar acústico para la detección de obstáculos y les permite volar en la oscuridad y detectar sus presas sin necesidad de verlas.

Independientemente de su naturaleza, *todo sonido inde-*

seable para aquel que lo percibe puede llamarse ruido. Naturalmente, esta definición es muy subjetiva. Ya Napoleón decía que «la música era el menos molesto de los ruidos». Por muy armoniosa que sea una melodía para una persona que ha decidido escucharla, siempre hay otra que

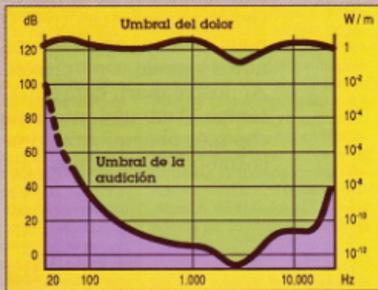


le parece espantosa, simplemente porque no desea su percepción o porque lo único que quiere es descansar.

Independientemente de estas opiniones sobre la música que nos agrada, la realidad es que vivimos en un medio ambiental lleno de ruidos. El ruido es un subproducto de la ci-

INTERVALO DE FRECUENCIAS E INTENSIDADES AUDIBLES PARA UN OIDO HUMANO

El diagrama relaciona la frecuencia, la intensidad de un sonido y su sensación sonora. Las intensidades por debajo de la curva umbral de audición son insuficientes para producir cualquier sensación sonora. Obsérvese que el oído normal es más sensible en el intervalo de frecuencia 2.000 - 4.000 Hz, es decir, en este intervalo se requiere menos energía para producir un sonido.





los truenos, terremotos, volcanes, etcétera, pero al hablar de contaminación acústica nos referimos a las causas artificiales, es decir, aquellas que proceden de las actividades del hombre. La tecnología moderna, el tráfico terrestre y aéreo, las máquinas, la radio y la televisión, los hacinamientos humanos, etcétera, contribuyen a esta contaminación mediante ruidos que son el subproducto de la conversión de otros tipos de energía, vibraciones de cuerpos elásticos o turbulencias en el aire. El problema básico del ruido es esencialmente incurable; es un precio que debemos pagar por la civilización de las máquinas.

Evaluación del nivel de ruido

La intensidad física del sonido se define por la energía transportada por las ondas sonoras por unidad de tiempo y por unidad de superficie y se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Dentro del intervalo audible (de 20 a 20.000 Hz), el oído humano es capaz de percibir señales acústicas comprendidas entre $10^{-12} W/m^2$ (umbral de la audición) y $1 W/m^2$ (umbral del dolor). Gracias a la extraordinaria pequeñez del nivel energético inferior, el oído humano puede percibir señales acústicas

El problema básico del ruido es esencialmente incurable; es un precio que debemos pagar por la civilización de las máquinas

INTENSIDAD SONORA DE UN CONCIERTO DE ROCK



La intensidad sonora de algunos conciertos de rock (I_p) alcanza los 120 dB. La intensidad de una conversación (I_c) es del orden de 60 dB. La diferencia, es por tanto:

$$120 - 60 = 10 \log I_p / I_c$$

es decir:

$$\log I_p / I_c = 6; I_p / I_c = 10^6$$

La intensidad de la música rock puede ser hasta un millón de veces mayor que la conversación ordinaria.

La conclusión es evidente: ¡No conviene sentarse en la primera fila de un concierto de rock!

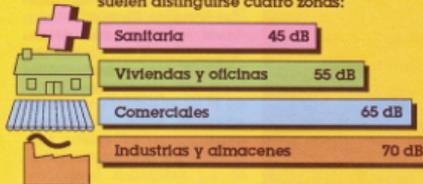
cas de potencia tan reducida como las que tienen lugar en el proceso del habla humana (del orden de décimas de milivatios). En el umbral superior de $1 W/m^2$, la percepción no es propiamente un sonido, sino más bien un dolor físico, debido a que los huesecillos del oído medio vibran tan fuertemente que chocan contra el tímpano.

El intervalo de intensidad acústica percibido por el hombre es tan grande (12 órdenes de magnitud) que resulta útil para la evaluación de los niveles de ruido introducir una nueva magnitud, la *sensación sonora* o *sonoridad*. Es un hecho fácilmente comprobable que dos focos sonoros idénticos, actuando simultáneamente, no producen un efecto fisiológico auditivo o sensación sonora doble que el que produciría uno solo. Esto se debe a que la sensación sonora obedece a una ley psicofisi-

vilización industrial. En general, todos aquellos estímulos que interfieren directa o indirectamente con el ser humano en forma de ruidos a través del sentido de la audición constituyen la llamada *contaminación acústica*. Existen causas físicas naturales del ruido, como el viento, el mar,

CONTROL DE RUIDOS

En cuanto al control de ruidos, suelen distinguirse cuatro zonas:



Durante la noche estos valores se reducen en 10 dB. Sin embargo estas ordenanzas no siempre se cumplen; muchas veces por falta de voluntad y educación cívica.

Naturaleza y Medio Ambiente

ca (ley de Weber-Fechner) que se expresa del modo siguiente:

La sensación sonora (S) es una sensación lineal del logaritmo de la intensidad física (I) del sonido, o en otras palabras la sensación sonora crece en progresión aritmética (1, 2, 3, 4...) cuando la intensidad física crece en progresión geométrica (10, 100, 1.000, 10.000...). En honor al gran físico Alexander Graham Bell, inventor del teléfono, la unidad de sensación sonora es el *bel*, o, más usualmente, el *decibel* (dB). Está relacionada con la intensidad física mediante la ecuación:

$$S = 10 \log I/I_0 \text{ (dB)}$$

en donde I_0 es el valor umbral antes mencionado ($I_0 = 10^{-10}$ W/m²). Para dos sonidos de intensidades físicas I_1 e I_2 , la diferencia de sonoridad será:

$$S_2 - S_1 = 10 \log I_2 / I_1 \text{ (dB)}$$

Las causas del ruido

Los camiones, las motocicletas, los vehículos de limpieza y prensadores de basura, las señales acústicas de ambulancias y policía..., en general, el tráfico rodado es el responsable máximo de la contaminación sonora que invade nuestro medio ambiente. Únase a ello los ruidos de las máqui-

España, junto con Japón y Grecia, encabezan la lista de las naciones más ruidosas

Concierto de Rock

En su tiempo, las complejas sinfonías de Beethoven se consideraron ruidosas, al lado de las suaves melodías de Mozart. Más tarde la música dodecafónica de Stravinsky fue calificada de chillona.

Hoy mismo muchas personas opinan que la música pop es sólo ruido y que sólo la música clásica es auténtica música, mientras que millones de jóvenes de todo el mundo son felices con el rock.



nas de todo tipo: taladradoras, acondicionadores de aire, cortadoras mecánicas de césped, electrodomésticos, radio y TV... Y no olvidemos los ruidos de actividades comunitarias como son las fábricas y talleres, las zonas comerciales, los juegos de niños, espectáculos al aire libre, verbenas y festejos de todo tipo hasta altas horas de la noche. No olvidemos tampoco los ladridos nocturnos de los perros, los portazos bruscos, los ascensores, etcétera. Por término medio, el hombre de la

ciudad vive inmerso en un mundo cuyo nivel de ruido por término medio ronda los 70-80 dB, que suponen un impacto negativo para su salud.

Tampoco el hombre del campo escapa hoy al ruido. Las motocicletas y los tractores han sustituido a los pacíficos caballos de tiro, la radio y la TV abundan igual que en las ciudades y las salas de fiesta nocturnas proliferan por todas partes.

Las causas del ruido, como vemos, son muy numerosas, pero hemos de reconocer que España, junto con Japón y Grecia, encabezan la lista de las naciones más ruidosas. En general, la zona latina es considerada como «un gallinero» en comparación con los países del norte de Europa. No obstante, las diferencias entre las grandes ciudades no son muchas. El exceso de decibelios es la nota predominante.

Problemas médicos y sociales

La sordera prematura, a causa del ruido intenso y persistente, era ya conocida en la antigua Roma. Los obreros





que trabajan en locales muy ruidosos, como son los metalúrgicos, mineros, aserraderos, chapistas, camioneros, etcétera, sufren con los años importantes pérdidas auditivas. La sordera por traumatismo ocupa el tercer lugar de las enfermedades profesionales. Los *disc-jockeys* de las discotecas, los camareros que trabajan en estos locales, los clientes más asiduos y los propios profesionales del rock corren el riesgo de perder hasta el 50 % de su capacidad auditiva en pocos años, especialmente en la gama de frecuencias entre 2.000 y 5.000 Hz, que coincide precisamente con la región de la palabra y la música.

Sin embargo, el ruido no afecta solamente al oído. El exceso de decibeles puede producir complicaciones cardiovasculares, hipertensión y úlceras gastrointestinales, a causa de problemas en la secreción de jugos gástricos. Los ruidos nocturnos hacen difícil conciliar el sueño si la sonoridad sobrepasa los 45 dB en un joven adulto y 35 dB en una persona de edad. Producen además irritabilidad y agresividad; a veces, el ruido

NIVELES DE INTENSIDAD SONORA

W/m^2	dB	Descripción
150	150	perforación del timpano
100	140	cabeza espacial (a corta distancia)
130	130	avión "jet" al despegar (a 25 metros)
1	120	música rock amplificada (tambal del dolor)
	110	taladradora del pavimento
10^{-2}	100	meteo en marcha
	90	motocicleta sin tubo de escape
10^{-4}	80	tráfico pesado
	70	gritos de niños
10^{-6}	60	conversación en voz alta
	50	música de radio (tono alto)
10^{-8}	40	música de radio (tono bajo)
	30	conversación en voz baja
10^{-10}	20	susurro en un bosque
	10	respiración tranquila
10^{-12}	0	umbral de la audición

Escala de sonoridad para sonidos desde el nivel de detección umbral hasta los niveles iniciales del dolor.

La escala es naturalmente aproximada, ya que el oído humano difiere de una persona a otra.

ha sido invocado para justificar actos de violencia y vandalismo en personas enloquecidas al no conciliar el sueño.

El ruido perturba también la comunicación social, la calidad del trabajo y el rendimiento. Existe una relación directa entre el nivel de ruido y el número de piezas desechadas en una fábrica de productos en cadena. En las oficinas los errores de cálculo y las faltas mecanográficas crecen con el ruido. En las escuelas próximas a una vía férrea, un aeropuerto o una fábrica de tráfico denso, los rendimientos son inferiores a los de una escuela en una zona residencial. Todo ello supone una incidencia nefasta en la calidad de vida y en las relaciones sociales.

Contrariamente a lo que se pueda creer, el organismo no se habitúa al ruido. Para ello sería preciso que el sonido fuera siempre el mismo. El ruido constante de las olas del mar puede incluso adormecer; pero cuando el ruido varía sin cesar, como suelen ser los ruidos del tráfico (frenazos y aceleraciones bruscas, motocicletas sin silenciador, pitidos, etcétera) en horas punta, se hace insoportable. La sonoridad en estos casos sobrepasa los 80 dB. Si el ruido se presenta súbitamente, el cuadro médico es característico: contracciones musculares, aumento de presión sanguínea, aceleración del ritmo cardíaco, paralización de la digestión, y, en los niños, sensación de terror.

La lucha contra el ruido

Eliminar o al menos disminuir las fuentes de ruidos es una tarea pública que preocupa a todos los países civilizados. La lucha contra el ruido es una tarea primordial en toda política medio-ambiental y para ello se dictan normas y reglamentaciones de carácter nacional y municipal. Se

prohíbe la conducción de vehículos a motor sin silenciador y el uso de bocinas en las ciudades; la carga y descarga de camiones se limita a determinadas horas; se arbitran horarios nocturnos de terrazas, pubs y salas de fiestas, etc.

Cada vez son más las viviendas con dobles ventanas y paredes aislantes para protegerse doblemente del frío y de los ruidos exteriores. En algunos países se erigen paredes protectoras de hormigón para proteger a los habitantes de pueblos próximos contra los ruidos de los aviones en un aeropuerto o contra el tráfico de las autopistas. Estas paredes, muy caras de construir, reducen los ruidos aunque no los eliminan. En algunos casos las autopistas se construyen por debajo del nivel del suelo y se protegen lateralmente con muros de tierra y arbolado, pero los moradores próximos siguen percibiendo un zumbido permanente y sordo hasta distancias de 4 a 5 km.

El tráfico sigue siendo la fuente principal de ruido en el medio urbano. ¿Existen otros medios de reducir el ruido en su misma fuente, allí donde se produce? ¿No es posible fabricar motores más silenciosos o encerrarlos en cápsulas aislantes o construir mejores absorbedores de vibraciones? Las grandes firmas de automóviles han mejorado los rendimientos y la insonorización interna de los vehículos, pero no han puesto el acento en la reducción del ruido emitido al exterior. Al contrario, la técnica de equipar los automóviles con turbocompresores para mejorar su rendimiento los hace más ruidosos. ¡Mejor técnica, más velocidad y... más ruido! ■

José Aguilar Peris es catedrático de Termodinámica y profesor emérito de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense. Ha sido presidente de la Real Sociedad Española de Física y Química y del Grupo Nacional de Termodinámica.