

A 12/88

504

MAR

1989

JOSÉ LUIS MANGLANO DE MAS

Catedrático de Física de la Universidad

Politécnica de Valencia

*Profesor de Física de la Escuela Superior
de Diseño Industrial y Gráfico del CEU*

C. E. U. P. A. B. O.

LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

**Lección magistral leída en la apertura
del curso 1989-90**

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN PABLO CEU

VALENCIA

1 9 8 9

*De esta edición
se han impreso
750 ejemplares
numerados del 1 al 750*

EJEMPLAR **Nº 00021**

Ilustración cubierta: Juan García González

Impreso en España
Printed in Spain

I.S.B.N.: 84-600-7214-2
Depósito legal: V. 2.199 - 1989
Artes Gráficas Soler, S. A. - La Olivereta, 28 - 46018 Valencia - 1989

INDICE

1. LA CONTAMINACION AMBIENTAL	9
2. EL RUIDO COMO AGENTE CONTAMINANTE.....	17
3. EL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRAFICO URBANO.....	23
4. LA CONTAMINACION ACUSTICA EN LAS GRANDES CIUDADES.....	27

1. LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Ecología, medio ambiente, contaminación, polución, calidad de vida, ..., son palabras que se leen y se escuchan hoy de forma continua. La preocupación por la problemática de la contaminación del medio ambiente ha alcanzado una dimensión inusitada y en muchos casos se ha presentado como una consecuencia poco menos que necesaria del desarrollo industrial que impone la vida moderna. Se ha llegado a decir que, al ser la contaminación una secuela exclusiva de la civilización contemporánea, la única solución posible sería la vuelta a una forma de vida más sencilla alejada del progreso tecnológico; y esta preocupación que tiene como aspecto positivo la toma de conciencia a todos los niveles de la existencia de un problema vital, que sin duda es acuciante y muy real tiene como aspecto negativo, su utilización para otros fines completamente distintos a los inicialmente propuestos.

El hombre de la calle oye diariamente esa insistente llamada de socorro ante la **Tierra** en peligro y difícilmente acierta a distinguir entre la realidad y la ficción, entre lo científico y lo tópico, que se manipulan con evidente afán de servir causas muy diversas y contradictorias.

El medio ambiente, en su sentido estricto, puede definirse como el equilibrio de las fuerzas que rigen la vida de un grupo biológico, por lo que tiene una estrecha relación con las ciencias de

la naturaleza; sin embargo, cuando se aplica el concepto de medio ambiente a un grupo humano, se enriquece con otros elementos, en particular psicológicos y sociológicos. En este sentido se considera un ataque al medio ambiente, desde la emisión de humos por la chimenea de una fábrica o el ruido producido por un automóvil, hasta la acumulación de residuos en una playa o la urbanización de una zona selvática.

Es cierto que la civilización industrial ha producido y sigue produciendo una importante degradación del medio ambiente tanto en su aspecto biológico como psíquico, y es igualmente cierto que hasta hace relativamente poco tiempo, ni desde los poderes públicos, ni por las empresas, ni tampoco a nivel individual se habían hecho esfuerzos significativos para reducir esa degradación; pero también es evidente que, un asunto de tanta trascendencia como el medio ambiente, ha sido extrapolado a la vida política y al mundo económico. Resulta en consecuencia necesario distinguir lo que representa la búsqueda objetiva de los medios para evitar o reducir todo lo posible la degradación ambiental de lo que supone la obtención de nuevas ganancias por ventas de nuevos productos y servicios, así como de lo que significa una actuación política dirigida a concienciar a los ciudadanos.

Todo organismo, grande o pequeño, animal o vegetal, produce cambios en su medio ambiente a lo largo de su vida. El estudio de los organismos con relación a su medio ambiente y a todos los demás organismos que viven en él, constituye el objeto de la **Ecología**. Esta ciencia nos enseña que en cualquier situación actúan fuerzas naturales que determinan el relativo éxito o fracaso de todo organismo vivo presente lo que redundará en un equilibrio ecológico entre las especies. Con el paso del tiempo, pueden producirse grandes cambios en ese equilibrio. Indudablemente, los organismos

que actualmente viven en la **Tierra**, son muy distintos de los que la poblaron hace millones de años, ya que en períodos de tiempo tan dilatados, ocurren cambios tanto evolutivos como ecológicos. El equilibrio dinámico entre las especies, es también muy sensible a los factores que actúan en períodos de tiempo mucho más cortos. Algunos de estos factores son de origen natural y por tanto no se les puede considerar como contaminantes. Lo que se define en definitiva como contaminación, es todo cambio adverso en el medio ambiente como consecuencia de las actividades del hombre.

La influencia del hombre en el equilibrio ecológico, que data de su misma aparición sobre la **Tierra**, ha supuesto una continua regresión de los estados naturales en relación con los supuestamente más probables si la especie humana no hubiera estado presente en la biosfera terrestre. Pero esta actuación contaminante humana no es en absoluto una característica exclusiva de la civilización moderna. Los antiguos fenicios, babilonios y egipcios causaron en sus entornos daños relativamente mayores que los que actualmente estamos causando nosotros. La tradición sitúa el **Paraíso Terrenal** entre los ríos **Tigris** y **Eufrates**, pero mirando al Irak de hoy, con su paisaje seco y desértico, resulta difícil de creer. Sin embargo hay pruebas de que en otro tiempo este territorio estuvo ocupado por treinta millones de habitantes, con extensos pastos para el ganado y una abundante producción de cebada y otros cultivos alimenticios. Según los historiadores bíblicos, indudablemente esta región fué un verdadero paraíso. Al crecer la población, también lo hizo su demanda de alimentos. Se cortaron árboles para lograr más tierra cultivable; se sembraron cereales, pero sin la necesaria protección contra el viento. Después de cada cosecha, se quemaba el material residual perdiéndose el valor del **humus** como fertilizante. En consecuencia, el suelo se fué empobreciendo paulatinamente

hasta que ya no fué capaz de sustentar vida vegetal. A partir de ese momento, podemos suponer que los agricultores, empujados por la pobreza y el hambre, emigrarían hacia otras tierras más fértiles. Así, en un período de tiempo muy corto, la capa de suelo fértil había desaparecido y en su lugar había nacido un nuevo desierto.

De forma análoga, tampoco podemos considerar que la contaminación del aire sea, en modo alguno, un fenómeno reciente. La primera legislación conocida sobre suspensión de humos se produjo en **Inglaterra** durante el reinado de **Eduardo I** y data de **1273**, cuando se trató de reprimir el uso de carbón barato en cocinas y hogares ante la inquietud provocada por los efectos del humo sobre la salud. Es obvio que esta medida no fué suficiente porque en **1306** un edicto real prohibió la combustión de carbón en **Londres**. El otro combustible disponible entonces, la madera, era bastante más caro por lo que se comprende la tentación de arriesgarse a quebrantar la ley. Pero en aquellos días, la norma se aplicaba con extraordinaria severidad y la pena era muy rigurosa; según documentos de la época, un comerciante que infringió el edicto real, fué prendido, juzgado, declarado culpable y decapitado. Había nacido el delito ecológico.

Por otra parte es de sobre conocido que la falta de métodos para tratar las aguas residuales provocó pestes devastadoras que propagándose como la pólvora, azotaron a todo el mundo habitado diezmando la población.

Desde luego, nuestra civilización está provocando un peligroso aumento de la contaminación, debido fundamentalmente a la explosión demográfica y a la sociedad de consumo; pero nuestra tecnología que causa muchos de los problemas de contaminación, es igualmente capaz de resolverlos; de hecho, ya existen muchas

técnicas que pueden reducir la contaminación, sea cual sea su origen a unas proporciones mínimas.

No debe existir oposición, en consecuencia, entre el desarrollo tecnológico y la calidad del medio ambiente ya que ambos deben perseguir el mismo objetivo: mejorar las condiciones de la vida humana. Por tanto es urgente la necesidad de conjugar ambos esfuerzos ya que de su éxito depende, en gran medida, el futuro de la humanidad.

Pocos obstáculos de orden técnico se oponen a la limpieza de nuestro planeta. En la mayoría de los casos, el único problema es el económico ya que el coste de las instalaciones depuradoras representa, en general, alrededor del **15 %** de la inversión industrial total, y estas cifras rebasan en ocasiones las posibilidades financieras de las empresas.

Desgraciadamente, las técnicas disponible no se emplean cuando no existe obligación explícita de hacerlo, pues no podemos olvidar que en la vida humana nadie se gasta voluntariamente nada sin expectativas de ganancia. Por muy desagradable que pueda parecer la coacción, es la única manera práctica de controlar la contaminación. Las medidas coactivas han de imponerse tanto a nivel nacional como internacionalmente y encontrarían poca oposición en la opinión pública, ya que nosotros no sólo somos los causantes de la contaminación sino también sus víctimas.

El progreso tecnológico debe llevarnos pronto a la compensación de los costes adicionales de la depuración ya que en muchos casos concretos, como en la prevención de la contaminación atmosférica, en la limpieza de las aguas residuales o en la incineración de

basuras, además de la reducción de enfermedades, pueden conseguirse otros beneficios para la comunidad.

Todo ello requiere una toma de conciencia por parte de los poderes públicos, de los industriales y de los ciudadanos, sobre la gravedad del problema y la urgencia de las soluciones. Son hoy en día de plena actualidad las palabras del **Papa Pablo VI** en su carta apostólica al cardenal **Roy**, planteando los problemas del medio ambiente en la ciudad moderna, cuando decía que **“en el proceso de la civilización humana, en ese proceso irreversible que acompaña al incremento de la civilización industrial, hay que lograr dominar el crecimiento, regular la organización y lograr una animación para el bien de todos. Esta transformación del medio ambiente es tan dramática como desesperada. Bruscamente, el hombre adquiere conciencia de esta transformación y debido a esta explotación inconsiderada de la naturaleza, corre el riesgo de destruirla y de ser víctima de esta degradación”**.

Se impone una estrecha colaboración de todos los estamentos de la sociedad para eliminar o al menos reducir en el mayor grado posible la contaminación, sin que se llegue a frenar el desarrollo tecnológico y muchos menos retroceder a sistemas de vida que pueden parecer teóricamente atractivos, pero que ninguna comunidad humana admitiría de buen grado en la actualidad. Ciertamente que la tecnología nos ha desnaturalizado, es decir nos ha distanciado de la naturaleza primigenia, pero ¿hay quien dude de la hostilidad de esa naturaleza?. ¿Podría vivir hoy en **Europa** una población ocho veces superior a la medieval si suprimiéramos los abonos, los antibióticos, los insecticidas, las vacunas, los textiles sintéticos, etc...? ¿Cuál sería la esperanza de vida de un recién nacido en nuestros días si suprimiéramos de nuestro entorno esos y otros productos?

¿Hemos caído en la cuenta que la industria eléctrica pone a nuestra disposición, en promedio, un trabajo equivalente al que podrían hacernos a cada uno 15 esclavos?. Resulta así que una familia con cuatro miembros dispone de 60 esclavos que sumisamente le cuecen los alimentos, le lavan la vajilla y la ropa, le iluminan la casa y la ciudad, etc... Y es más, si esa familia dispone de un pequeño automóvil, tiene a su disposición en el garaje una docena más de esclavos, mecánicos en este caso, dispuestos a trasladarles con sólo un pequeño zumbido y a una velocidad inalcanzable por el equivalente pelotón esclavo de carne y hueso.

El ingente progreso tecnológico de los últimos cien años ha llevado a la humanidad a grandes cotas de bienestar, pero no ha faltado la correspondiente secuela de problemas: la superpoblación, el caos urbanístico, la destrucción del paisaje, el ruido, el agotamiento de los recursos naturales y la contaminación de los medios vitales. Ante esta situación, la reacción no se ha hecho esperar. La ciencia y la tecnología se han apresurado en la búsqueda de soluciones inmediatas; tanteando, como siempre, pero siempre con éxito final, confirmándose una vez más que la solución no puede estar en la vuelta atrás, en la discontinuidad histórica, en volver a unos tiempos "idílicos" que sólo existieron en la imaginación de algún personaje alejado de la realidad. Como la vida es innovación, corregir lo defectuoso sólo puede tener un sentido: ir hacia adelante aunque sea al precio de una inseguridad que dura mientras el pié que se posa no encuentra firmeza suficiente para iniciar el siguiente paso.

Y es que podemos considerar que los procesos culturales son de régimen continuo. **Spengler** los identifica con los pseudomorfos geológicos que son los que ocurren en aquellas rocas que siguen manteniendo su estructura primitiva a pesar de haber perdido, por lixiviación, los elementos que las justificaban, sustituidos

por otros diferentes a los que corresponde otra estructura distinta. Análogo es el cambio cultural: coexisten durante un tiempo dos sistemas superpuestos, uno ya impotente, pero vivo aún, anunciando con su agonía que hay otro recién nacido pero todavía inoperante.

En este sentido, podemos decir que el problema de la contaminación es un mesomorfo más de la vida moderna; es consecuencia, en última instancia, de un concepto subsistente, ya superado, que considera la industria como una abstracción. Las realidades paleotécnicas eran el capital, los costes, la mano de obra, los beneficios, etc. El aire, el agua y el paisaje han carecido de entidad económica mientras carecían de valor de cambio. Ha sido preciso que comenzaran a escasear, al menos localmente, para que la tecnología haya reaccionado y presente soluciones. Quizá todavía no sean respuestas suficientes, pero llevan camino de serlo, sobre todo si a los avances de la técnica se suman progresos paralelos en la sociología, en la política y en la moral.

2. EL RUIDO COMO AGENTE CONTAMINANTE

Entre los distintos agentes contaminantes, el ruido es quizás el menos estudiado pero no por ello es el menos nocivo y se ha convertido, hoy en día, en una de las causas perturbadoras más importantes de la vida humana en una gran ciudad.

Quienes padecemos con frecuencia el ruido, nos hemos podido preguntar alguna vez por qué la naturaleza, además de los párpados, no nos ha provisto de algún otro mecanismo similar que permitiera cerrar el oído a los ruidos desagradables. El motivo es claro para un ser animal en un ambiente hostil; el oído está mejor capacitado que el ojo, con su limitado campo de visión, para apreciar con suficiente antelación la aproximación de un peligro. Naturalmente esta función ontogénica primitiva del oído, tiene para el hombre civilizado mucha menos importancia que para un ser que viva libre en la naturaleza; sin embargo, el hombre actual tampoco puede renunciar completamente a ella si no quiere correr el riesgo de no oír una llamada telefónica, el llanto de un bebé o el aviso de un despertador. Por otra parte, como reminiscencia de la función preventiva del oído, ruido desconocido pone en estado de alerta al organismo humano.

Aunque el oído no es el único órgano humano expuesto al ruido, sí es el más afectado. El oído humano es un órgano extraordinariamente sensible, incluso más que la mayoría de los instrumen-

tos inventados para la medida de los sonidos; su alta sensibilidad le permita apreciar variaciones de presión de **20 nanoatmósferas** o lo que es equivalente, amplitudes de vibración de las partículas del aire del orden del tamaño de una molécula (**1 nanometro**) y puede perderse muy rápidamente, a menudo de forma irreversible cuando se le somete a intensidades demasiado altas, sobrecargándolo en exceso. Sin embargo el oído aprecia la intensidad del sonido con gran inexactitud, de manera que para poder comparar con cierta precisión dos sonidos diferentes, es conveniente que sean de la misma frecuencia, es decir que tengan el mismo tono.

El ruido es uno de los agentes contaminantes que tanto por su acción directa sobre el sistema nervioso humano como por sus componentes físicos, es de mayor complejidad en cuanto a su evaluación y control. La contaminación acústica presenta además dos aspectos subjetivos: uno es la sensación de molestia que sin llegar a constituir enfermedad o daño, perturba considerablemente nuestra estabilidad psíquica pudiendo dar lugar a posteriores enfermedades fisiológicas; otro es la llamada sordera profesional que se produce por exposiciones prolongadas a niveles elevados de ruido y que constituye un capítulo importante de la higiene y seguridad en el trabajo.

Aquí voy a referirme fundamentalmente a la molestia sufrida cuando soportamos dentro de la ciudad esos ruidos fluctuantes y discontinuos que provienen de diferentes focos sonoros. El carácter subjetivo de la respuesta a este tipo de excitación, es función no sólo de las características físicas del ruido en sí, sino también de la sensibilidad del individuo expuesto al mismo y de los factores sociológicos que le rodean. Así pues, el grado en que el ruido interviene en el deterioro del medio ambiente no puede determinarse tan fácilmente como en el caso de otros agentes contaminantes; es

posible, por ejemplo, evaluar cuantitativamente las impurezas presentes en el aire o la falta de oxígeno en aguas contaminadas, pero distintas personas no se ven afectadas en igual forma por el mismo ruido. Es necesario realizar estudios sociológicos en cada comunidad para determinar en cada caso los índices de molestia más adecuados, es decir, que reflejen con mayor fidelidad los niveles de molestia ocasionados por los distintos tipos de ruido.

En general podemos clasificar los ruidos, atendiendo a su intensidad, en tres categorías que exigen distinto tratamiento. La primera comprende los ruidos de mayor intensidad que producen trastornos fisiológicos; en ello se incluyen todos los ruidos de larga duración que sobrepasen los **90 db**; estos ruidos no son soportables y deben ser eliminados. Cuando en casos determinados, como ocurre en algunos lugares de trabajo, no es posible su eliminación, deben emplearse protectores para los oídos.

La segunda categoría comprende los ruidos cuya intensidad está situada entre los **40** y los **90 db**; esta limitación por sí sola no es suficiente ya que incluye también señales acústicas que no se pueden considerar como ruido. En principio, no puede pensarse en evitar todos los ruidos de esta clase ya que, entre otras razones, se producen con frecuencia como expresión del goce humano; toda reunión muy alegre, todo grupo de niños jugando, produce un ruido que sólo molesta a los que no participan en él. Naturalmente de esta categoría de ruidos deben eliminarse todas las fuentes sonoras innecesarias. El ruido que procede de las máquinas, por ejemplo, es siempre señal de que se desperdicia energía, por lo que aunque sólo fuera por este motivo, sería deseable eliminar todo ruido evitable; pero realmente existen pocas posibilidades de poder rebajar por debajo de los **40 db** el ruido producido por la industria y el tráfico. En consecuencia, hay que proteger contra el ruido los lugares de trabajo intelectual, las

viviendas y sobre todo los dormitorios, las escuelas y los hospitales. La lucha pasiva contra esta clase de ruido y la creación de zonas tranquilas alrededor de las zonas escolares, sanitarias y lugares de descanso, son un buen medio para combatir estos ruidos.

La tercera categoría de ruidos no tiene límite inferior para su intensidad y abarca el campo entre los **0** y los **40 db**. Esta clase de ruidos crea problemas preferentemente psicológicos. Con esto no hay que pensar sólo en las personas neuróticas o en los muchos casos en que los ruidos que ocasiona el vecino se consideran insoportables en cuanto son perceptibles, sino también en aquellos que, aunque muy por debajo de los **40 db** pueden disminuir considerablemente la capacidad de concentración de las personas ocupadas en trabajos intelectuales; para ello no sólo es determinante su intensidad, sino también el carácter del ruido y su significado. El locutor de noticias de la radio del vecino, puede molestar mucho más que el autobús que circula por la calle. Este tipo de ruidos no tienen necesariamente que eliminarse ya que pueden cubrirse con otros que por su carácter sean menos molestos.

Hay que tener muy en cuenta que el silencio absoluto no sólo no es alcanzable, sino que además no es deseable. La estancia en recintos extremadamente aislados, construídos para realizar medidas acústicas, supone realmente una molestia psicológica ya que el sujeto espera en tensión cualquier ruido, alarmándole la más mínima percepción sonora. El ambiente acústico más agradable para las personas es el correspondiente a un nivel sonoro constante de unos **20 db** que cubra todos los ruidos más bajos que puedan aparecer esporádicamente.

El ruido se considera en la actualidad una forma importante de contaminación y una clara manifestación de baja calidad de vida.

Las consecuencias del impacto sonoro ambiental, tanto de orden fisiológico como psicofisiológico, afectan cada vez más a mayor número de personas y en particular a los habitantes de las grandes ciudades. Sin duda, el efecto más directo es la lesión, más o menos acentuada, del oído interno como resultado de una prolongada exposición a un ruido demasiado elevado.

Cuando se expone el oído a un nivel elevado de ruido durante un corto periodo de tiempo, y se realiza inmediatamente después una prueba de sensibilidad, se observa una pequeña pérdida de audición conocida como **“cambio temporal del umbral de sensibilidad”**. Afortunadamente el oído recobra su sensibilidad anterior después de un periodo relativamente corto; sin embargo, cuando la intensidad o el tiempo de exposición aumentan, el tiempo de recuperación también va creciendo.

Cuando la exposición al ruido es regular, día a día, año tras año, los efectos dejan de ser temporales. La pérdida permanente de audición ocasionada en el transcurso del tiempo puede llegar a producir dificultades en el mantenimiento de una conversación o incluso convertirse en incapacidad crónica. La pérdida permanente, al igual que la temporal, comienza con un descenso de la sensibilidad alrededor de los **4.000 hercios** y conforme el tiempo de exposición va creciendo, la pérdida se va extendiendo hasta alcanzar las frecuencias más bajas. En estudios realizados sobre este problema, se ha observado que la mayor pérdida de sensibilidad, que puede llegar a ser de **40 db**, se presenta en el intervalo de frecuencias de mayor importancia para la comprensión del habla.

Otro efecto negativo del ruido excesivo es la repetida interferencia con el sueño. En una encuesta realizada entre residen-

tes en las cercanías de un aeropuerto de **Londres**, casi el **22%** indicaron que les costaba trabajar debido a los ruidos; en la encuesta realizada por nosotros en la ciudad de **Valencia** a finales de **1983**, y que comentaremos posteriormente, el **37,2 %** de los encuestados eran despertados habitualmente por el ruido producido por el tráfico urbano. En las zonas en que el nivel de ruido era particularmente intenso, hasta el **50 %** de la población encuestada en **Londres** se quejaba del ruido, mientras que según nuestra encuesta, en la ciudad de **Valencia** el porcentaje llegaba al **78**. Una proporción aún mayor de las personas consultadas en la encuesta londinense, indicaron que eran despertados por los ruidos de gran intensidad generalmente al principio de la noche cuando el sueño todavía no es profundo. Las personas tienen diferente profundidad de sueño y pueden llegar a acostumbrarse a los ruidos nocturnos, pero resulta indudable que cerca de las zonas de descanso hay que evitarlos ya que la falta de un sueño continuo produce efectos psicofisiológicos muy nocivos.

El ruido puede interferirse en la conversación o en el uso del teléfono, así como en la audición de programas de radio y de televisión, afectando a la eficacia de la actividad humana donde la comunicación es de vital importancia. A este respecto hay que hacer notar que la interferencia del ruido en el diálogo, comienza a notarse cuando su nivel alcanza **18 db** por debajo del nivel del diálogo y se produce la imposibilidad de comunicación a **12 db** por encima del mismo.

Con ser importantes los efectos físicos del ruido excesivo aún lo son más sus consecuencias psicológicas ya que provoca una sensación de molestia y de irritación que conduce a un peligroso aumento de la agresividad.

3. EL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRÁFICO URBANO

El ruido producido por el tráfico urbano no es una novedad producto exclusivo de la civilización actual; **Schopenhauer** se quejó elocuentemente del chasquido de los látigos de los carreteros que pasaban por la calle, y por otra parte, los carros sin suspensión de las legiones romanas circulando sobre las rodaduras de piedra de las calles de la antigua **Roma**, serían seguramente más ruidosos que los modernos automóviles con neumáticos de goma al rodar sobre el asfalto de nuestras calles actuales.

Entre los distintos ruidos originados en una ciudad moderna, es el causado por el tráfico automovilístico el que predomina claramente sobre los demás, exceptuando las zonas limítrofes con las vías ferroviarias y las colindantes con los aeropuertos. Así por ejemplo, en un estudio realizado en **Londres** en **1963**, se comprobó que el ruido de tráfico dominaba sobre las demás fuentes sonoras en el **84%** de la superficie de la ciudad, obteniéndose resultados similares en las ciudades de **Chicago** y **Nueva York**. En el estudio realizado por nosotros en la ciudad de **Valencia** en **1983**, el resultado fue del **80 %**. Así pues, dedicaremos especial atención a la contaminación acústica ocasionada por el tráfico de automóviles en las ciudades.

El ruido de tráfico urbano es una combinación de tonos distintos y fluctuantes de presión con un espectro de frecuencias

muy amplio al que se denomina por ello "ruido pulsante". Por lo tanto no tiene sentido definirlo en términos del nivel sonoro en un cierto instante, puesto que a los pocos segundos la variación puede ser de hasta **10 db**.

La más completa descripción del ruido de tráfico urbano se realiza mediante la distribución estadística completa a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente representativo de los niveles sonoros instantáneos. A partir de esta distribución estadística, se pueden elegir distintos parámetros más o menos indicativos de la molestia ocasionada según los casos.

El ruido originado por un automóvil procede, aproximadamente, el **30 %** del motor, el **10 %** de la transmisión, el **10 %** de la refrigeración, el **5 %** del contacto neumático-suelo y el **45 %** restante del escape, siendo distinto para los vehículos pesados, autobuses y camiones, en los que el ruido procedente del motor puede alcanzar el **40 %**. La forma de conducción y los ciclos exigidos por el tráfico urbano influyen en los niveles del ruido producido, y así el arranque de los vehículos, los cambios de velocidad, la puesta en marcha de los motores, las frenadas, el tipo de conducción mal llamada deportiva y sobre todo el estado de mantenimiento y la puesta a punto del vehículo, son factores determinantes del nivel sonoro producido.

De lo anteriormente expuesto se deduce que la parte del automóvil donde se origina mayor ruido es el sistema motor-escape. Ahora bien, mientras los ruidos producidos por los coches en buen estado son relativamente uniformes, los ocasionados por los vehículos pesados son mucho más variables y con el uso todos los vehículos se hacen más ruidosos. Hay que tener también en cuenta que los ruidos originados por el sistema motor-escape son mayores

en los momentos de aceleración, encontrándose diferencias del orden de **6 db** para aceleraciones máximas. En general, los motores diesel producen mayor ruido que los de gasolina, especialmente a bajas velocidades. En los camiones y autobuses diesel, el ruido debido al motor y al escape es muy superior al de los automóviles, siendo normal que su nivel sonoro llegue a ser **15 db** más alto. En cuanto a las motocicletas, producen en general más ruido que los coches, estimándose su nivel sonoro en **15 db** mayor.

Los ruidos producidos por el rozamiento de las cubiertas con el pavimento varían con la velocidad, influyendo considerablemente el tipo y estado del mismo, habiéndose encontrado diferencias de hasta **5 db** entre los suelos rugosos y los muy lisos.

Hemos observado que en el espectro de frecuencias del ruido emitido por un vehículo la mayor proporción de energía se encuentra fundamentalmente en frecuencias inferiores a los **1.000 hercios**, situándose el máximo por debajo de los **250 hercios**, y disminuyendo muy rápidamente sus contenidos energéticos a partir de los **2,00 hercios**.

Aunque hemos estudiado las características acústicas de los vehículos aislados, hay que tener en cuenta que el ruido resultante del tráfico urbano se produce por el efecto acumulativo de los diversos vehículos que circulan con sus particulares características de emisión sonora, forma de conducción, interferencias acústicas, etc., todo ello dentro de una compleja teoría del flujo circulatorio.

En contraste con el normalmente fluido tráfico interurbano la mayor intensidad del tráfico en la ciudad, la existencia de cruces controlados por semáforos y la variedad de destinos y características de las calles, obligan a cualquier vehículo a moverse con una serie

de aceleraciones y desaceleraciones con cortos periodos de movimiento fluido y otros completamente estacionarios.

En cuanto al efecto acumulativo de los ruidos, hay que hacer notar que si dos vehículos circulan con una pequeña separación y cada uno de ellos emite exactamente el mismo ruido, el conjunto de los dos supone **3 db** más que el de uno sólo de ellos. Sin embargo cuando los ruidos de varios coches son diferentes, el ruido del conjunto no es muy superior al producido por el más ruidoso.

4. LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LAS GRANDES CIUDADES

Para conocer con suficiente precisión la situación acústica en las distintas zonas de una ciudad, es necesario determinar en cada una ellas la energía sonora recibida y su distribución estadística a lo largo de las 24 horas del día y repetir las medidas en distintos días de la semana y en distintos meses. Separando las medidas correspondientes al periodo entre las 7-8 y las 19-20 horas, obtendríamos el **"clima diurno de ruido"** mientras que las medidas en las restantes horas nos darían el **"nocturno"**. Las zonas a considerar varían según los trabajos, y así mientras en ciudades como **Toronto, Madrid y Bilbao**, se toman cuadrículas cuyo lado oscila entre los **250 y 500 metros**, en otras muchas se determinan por calles o tramos de calle. De esta manera se obtiene el **"mapa acústico"** de la ciudad que nos permitirá seleccionar los parámetros acústicos más apropiados en cada caso para reflejar con mayor fidelidad el grado de molestia ocasionado a la población. Un trabajo de esta naturaleza es muy laborioso y precisa de unos medios materiales y humanos cuantiosos que normalmente están fuera del alcance de una cátedra universitaria. No obstante, acometimos una primera etapa del proyecto en la ciudad de **Valencia**, contando con la ayuda de profesores de la cátedra y con la colaboración de un numeroso grupo voluntario de alumnos. En este trabajo nos limitamos a las calles consideradas de alta intensidad de tráfico, midiendo desde las ocho de la mañana hasta las ocho de la noche, por lo que quedó fuera del estudio la determinación del **"clima nocturno de ruido"**.

En la ciudad de **Valencia**, podemos establecer tres rondas de circulación de alta intensidad:

- una ronda interior formada por las calles de **Colón, Játiva y Guillén de Castro**, cerrada por la margen derecha del río Turia.
- otra ronda intermedia que constituyen la **Gran Vía Marqués del Turia, Gran Vía Germanías y Fernando el Católico**, cerrada por la margen izquierda del río.
- una ronda exterior que forman las calles de **Peris y Valero, Giorgeta, Peset Aleixandre, Primado Reig y Cardenal Benloch**.

Sobre estas tres rondas de circulación más algunas otras calles de tipo radial como la **Avenida del Puerto, Angel Guimerá, Avenida del Antiguo Reino de Valencia, Paz**, etc., hasta un total de 31, se realizó el trabajo tanto teórico como experimental de la contaminación acústica producida por el tráfico urbano en la ciudad de **Valencia**.

Como los factores que más influyen en la emisión del ruido originado por el tráfico rodado son fundamentalmente los debidos a las condiciones de la circulación y los derivados del estado de mantenimiento de los vehículos, hay que tener en cuenta el caudal de los mismos, es decir, el número de vehículos que circula por una calle por unidad de tiempo; la velocidad del tráfico que viene muy influenciada por el anterior y cuya importancia es fundamental; la composición del tráfico dentro del cual hemos distinguido dos tipos de vehículos, los ligeros destinados al transporte de pasajeros con un número de plazas inferior a nueve y los pesados destinados al transporte de mercancías o bien de pasajeros con un número de plazas superior a nueve; la pendiente de la calzada cuya influencia es notable en los vehículos pesados; los semáforos que influyen de

forma importante en la velocidad del vehículo y por tanto en la emisión del ruido ya que obliga a los coches a frenar y arrancar de nuevo con los consiguientes incrementos en el nivel sonoro emitido; el número de carriles de cada calzada; y finalmente las señales acústicas cuya importancia podría ser decisiva pero que debido a la prohibición de su uso en el casco urbano, salvo casos de urgencia, no se consideran.

La existencia de edificios a ambos lados de la calzada influye considerablemente en los resultados de los niveles de ruido. Los estudios realizados por el **Ministerio del Medio Ambiente del Reino Unido**, dieron lugar al establecimiento de dos factores de corrección: el efecto **fachada** y el efecto **cañón**; la corrección por el primero se debe a que el nivel de ruido delante de una fachada es mayor que si no existiera el edificio a causa de la reflexión del sonido en el mismo, habiéndose estimado en un aumento de **2,5 db**. La corrección por efecto cañón se debe al incremento del nivel de ruido producido por la reflexión del sonido en las fachadas de los edificios que delimitan por ambos lados la calzada, creando un espacio reverberante entre ellos, sobre todo si la anchura de la calle no es muy grande respecto de la altura de sus edificios. Para comprobar experimentalmente el efecto fachada necesitábamos medir en una calle que sólo tuviera edificios en una de las dos aceras, y de todas las ensayadas sólo una, la **Avenida Menéndez Pidal** cumplía dicha condición; el incremento obtenido fué de **2,6 db**, en notable concordancia con los estudios realizados en **Londres**. El efecto cañón lo determinamos en veintidós de las calles ensayadas, en función del llamado coeficiente de altura de la misma (cociente entre la altura de las fachadas y la anchura de la calzada), obteniendo la correspondiente curva de corrección.

Otro factor que en principio habría de ser tomado en consideración es la absorción del sonido por la atmósfera, pero dado que para temperaturas superiores a los 10° C y humedades relativas superiores al 50 % la absorción es prácticamente nula, supusimos su influencia prácticamente despreciable, ya que en la ciudad de **Valencia** la temperatura media mensual y la humedad relativa no suelen bajar de dichos valores.

El objeto del estudio realizado en las calles de **Valencia** era doble; por un lado se trataba de determinar los niveles de ruido reales, y por otro se pretendía estructurar un modelo matemático que nos permitiera evaluar dichos niveles sin necesidad de medirlos, conociendo simplemente los datos del flujo circulatorio en cada calle así como las características geométricas de las mismas.

El número de calles estudiadas fue 31 y los puntos de medida se eligieron de forma que cumpliesen las siguientes condiciones:

- Intensidad media diaria del tráfico superior a 15.000 vehículos.
- Situación suficientemente alejada de cruces y semáforos para que la velocidad de paso de los coches por delante del micrófono fuera prácticamente constante.
- Inexistencia de otras fuentes sonoras distintas del tráfico en las proximidades del punto de medida.

Los aparatos de medida se situaron casi siempre a una altura de 1,5 m sobre la acera y el número de muestras analizadas cada día fue aproximadamente de unas 43.000 correspondientes al tiempo de observación de doce horas (una muestra cada segundo) entre las ocho de la mañana y las ocho de la tarde. Al no disponer de aparatos contadores y clasificadores del tráfico, el aforo de vehículos tuvo

que realizarse por observación directa, discriminando en cada carril el número de vehículos ligeros y el de pesados. Para llevar adelante este laborioso proceso de medida, se contó con un equipo de 92 personas en grupos de 6 y turnos de 6 horas; de esta forma se pudo efectuar el aforo y determinar la velocidad de los vehículos con un grado de fiabilidad bastante elevado.

Las medidas se llevaron a cabo durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 1983. De la gran cantidad de datos recogidos en las 31 calles objeto de la experiencia, cuyo análisis minucioso ha servido de base a varios proyectos fin de carrera de ingeniería, a una tesis doctoral y a multitud de artículos en prestigiosas revistas especializadas, voy a intentar resumir los aspectos más importantes.

En primer lugar llama la atención la composición del tráfico en nuestra ciudad por la gran proporción de vehículos pesados en la corriente circulatoria que supera el 10 % en doce de las calles estudiadas, con valores que rondan el 12% en la calle de la Paz, Guillén de Castro, Blasco Ibáñez, San Vicente y Cuarte; en las calles de Sagunto y Primado Reig supera el 16 % y resultan verdaderamente alarmantes los casos de Peset Aleixandre con el 21 %, Peris y Valero con el 25 %, y Cardenal Benlloch con el 26 %. Esta situación no debe mantenerse en nuestra ciudad, donde hace tiempo que deberían haberse hecho realidad tanto el tercer cinturón de ronda como el "by pass" para eliminar gran parte del tráfico pesado de las calles de Valencia, y esto por razones elementales que van desde el evidente riesgo que supone el transporte de mercancías peligrosas y la congestión del flujo circulatorio, hasta el intolerable nivel del ruido y la contaminación por humos del aire que respiramos.

Un segundo aspecto de relieve es el alto valor de los distintos parámetros estadísticos que determinan el grado de molestia ocasionado por el ruido. El índice de ruido del tráfico (T.N.I.) propuesto por Scholes y Langdon del Building Research Station de Londres, tiene en cuenta los valores máximos o picos del ruido ya que, por ejemplo, un vehículo sin tubo de escape contribuye de manera decisiva a perturbar el sueño al sobresalir mucho del ruido ambiente de fondo. Estudios sociológicos realizados en Londres para determinar la correlación entre el T.N.I. y el grado de molestia ocasionado en la comunidad por el ruido producido por el tráfico urbano, establecieron como valor aceptable 74 T.N.I. para el que el grado de molestia era del 50 %. En Valencia, ninguna calle de las estudiadas tenía un T.N.I. inferior a 80; cuatro de ellas se situaban entre 80 y 85 Gran Vía Marqués del Turia, Alameda, Gran Vía Germanías y Cuarte; otras cuatro tenían un T.N.I. entre 85 y 90, Avenida Giorgeta, Paseo de Blasco Ibáñez, Marqués de Sotelo y Antic Regne; otras once calles se situaban entre 90 y 95, siendo las más significativas Paz, Játiva, Guillén de Castro y Sorolla; entre 95 y 105 estaban General Elío, Menendez Pidal, Avenida de la Constitución y Avenida del Cid; entre 105 y 115, Peris y Valero, Botánico Cabanilles, Jaime Roig, Avenida de Burjasot y Blanquerías, figurando la calle de Colón con un T.N.I. de 112, a todas luces inadmisibles; y por encima de 115 se encuentran tanto la calle de Sagunto como la de San Vicente, verdaderos ejemplos de ruido insoportable.

El nivel equivalente diario corresponde al nivel medio en el intervalo de las doce horas de medición y en consecuencia no tiene en cuenta los valores de pico o máximos como el T.N.I. De acuerdo con ese parámetro, los análisis efectuados en la ciudad alemana de Munich dan como resultado que sólo el 4 % de las calles tienen un nivel equivalente diario entre 75 y 80 db, el 20 % entre 72 y 75, el

21 % entre 70 y 72, situándose el resto entre 65 y 70. En la ciudad de Valencia ninguna calle está por debajo de 74 db, situándose 19 de ellas entre 75 y 80 db, mientras por encima de los 80 db están Peris y Valero, San Vicente, Pintor Sorolla, Peset Aleixandre y Cuarte.

El análisis aunque necesariamente rápido de los valores de los parámetros anteriores, nos muestra la ciudad de Valencia encorsetada por una ronda exterior con una excesiva proporción de vehículos pesados que como hemos comentado, supera el 25 % en Cardenal Benlloch y en Peris y Valero; con una ronda intermedia donde los valores de nivel equivalente, de T.N.I. y de proporción de vehículos pesados, aún siendo muy altos, son inferiores tanto a los de la ronda exterior como a los de la ronda interior; y una serie de calles radiales con un nivel de ruido insoportable que, en muchos casos, como en la calle de la Paz y sobre todo en la de Cuarte, se ve agravado por el efecto cañón provocado por el encajonamiento de la calzada debido a su poca anchura respecto a la altura de sus edificios.

Y todos estos valores obtenidos en circunstancias normales de tráfico, sin tener en cuenta los atascos en la corriente circulatoria ni tampoco el efecto de los semáforos, que como ya comentamos, puede suponer un incremento del nivel sonoro de unos 6 db.

Era preciso completar el estudio con la realización de una encuesta entre la población afectada para conocer los diversos tipos de impacto que el excesivo nivel sonoro existente en nuestras calles provocaba entre sus habitantes. Las encuestas se realizaron a personas cuyas viviendas habituales tienen fachadas a las calles donde se midieron los niveles de ruido. Dadas las características de algunas calles, de varios kilómetros de longitud sólo se hicieron encuestas en la manzana donde se tomaron las medidas, limitándose hasta el

cuarto piso para evitar la consideración de la desigual altura de los edificios. La encuesta constaba de 35 preguntas distribuidas en tres bloques: el primero, de cuatro preguntas, servía de identificación del encuestado; el segundo, compuesto de otras cuatro preguntas, determinaba las características de las viviendas; y el tercero, constituido por las restantes 27 preguntas, estaba destinado a conocer las actitudes de los encuestados ante los niveles de ruido.

Los resultados más significativos de dicha encuesta fueron los siguientes:

- El **94,1 %** eliminaría el tráfico de vehículos pesados por la ciudad; como vemos hay conciencia ciudadana de la gravedad del problema que supone el excesivo porcentaje de vehículos pesados en el tráfico urbano.
- El **80,8 %** considera el tráfico como la causa de ruido más desagradable.
- El **80,6 %** tiene que cerrar las ventanas para escuchar la televisión, lo que pone de manifiesto claramente la interferencia del alto nivel sonoro en las comunicaciones.
- El **72,3 %** se iría, si pudiera, a otra zona menos ruidosa.
- El **71,2 %** no conocía el nivel de ruido existente en su zona al elegir su actual vivienda.
- El **45 %** cree que su vivienda pierde valor debido al ruido del tráfico en la zona.

Estas tres últimas respuestas ponen de manifiesto por un lado el desconocimiento que se tenía del nivel de ruido en la zona al comprar la vivienda y la insatisfacción con la situación acústica que padecen y por otro la preocupación por la depreciación del valor de su vivienda ocasionada por el excesivo nivel de ruido, apareciendo ya de forma significativa, dicho nivel como elemento a considerar en el valor de la vivienda.

- El 78 % considera el nivel de ruido existente en el interior de sus viviendas como alto o muy alto.
- El 66,3 % está muy preocupado por el ruido producido en la calle por el tráfico, lo que demuestra el alto grado de concienciación ciudadana ante el problema de la contaminación acústica.
- El 37,2 % son despertados habitualmente por el ruido del tráfico. Esta respuesta es muy significativa, ya que no puede considerarse que una ciudad resulta agradable para vivir, cuando más de una tercera parte de sus habitantes se despiertan debido al ruido existente en sus calles.
- El 34,3 % de los encuestados consideran que están habitualmente más nerviosos debido al ruido. Este efecto del ruido, difícilmente evaluable, adquiere cada vez mayor importancia y es en parte responsable del considerable aumento de la agresividad que se percibe en la ciudad.

Otros datos interesantes que refleja la encuesta son que los jóvenes y los mayores son los más sensibles al ruido; que las personas que tienen su dormitorio con fachada a la calle no pueden dormir con la ventana abierta, lo que realmente supone una gran molestia dado el clima de nuestra ciudad, sobre todo en verano.

La situación que reflejan tanto las medidas de los niveles de ruido en las calles como los resultados de las encuestas, era la que existía hace seis años, a lo largo de los cuales poco a nada se ha hecho para remediarla por lo que se ha ido progresivamente agravando.

No quiero terminar esta sucinta exposición de la contaminación acústica en nuestra ciudad, sin hacer referencia a los niveles sonoros en el exterior de nuestros principales centros hospitalarios. Las medidas se realizaron en la primavera de 1986 siguiendo el

mismo procedimiento de análisis estadístico que se ha descrito anteriormente. Admitiendo un nivel equivalente diario de **62 db** como aceptable, y entre **62** y **65 db** como tolerable según las recomendaciones y normativas internacionales para este tipo de instalaciones sanitarias, nos encontramos con que solamente el **Hospital Arnau de Vilanova**, con un nivel de **60,6 db** tendría la calificación de aceptable; el **Hospital Peset Aleixandre** con **64, 1 db** sería tolerable, mientras que la **Virgen del Consuelo** con **66,1 db**, la **Cruz Roja** y la **Fe** con **67,1 db** serían inaceptables; mención aparte merece el **Hospital Clínico** con **71,0 db** y el **Hospital militar** cuyo nivel sonoro equivalente es de **75,1 db** y en consecuencia francamente inaceptables.

Ante el elevado grado de contaminación acústica que sufre nuestra ciudad, es necesaria una decidida y urgente reacción de la comunidad para eliminar y en todo caso reducir los efectos cada vez más peligrosos que se producen entre sus habitantes. En este sentido tenemos mucho que aprender de otras ciudades europeas y americanas que hace ya bastantes años tomaron cartas en el asunto y han adoptado y siguen adoptando eficaces medidas correctoras.

Las actuaciones deben llevarse a cabo simultáneamente en cinco áreas distintas, debidamente coordinadas, y teniendo como elemento impulsor común el establecimiento de una normativa adecuada que pueda cumplirse y que pueda exigirse y controlarse su grado de cumplimiento, y consecuentemente es necesaria la implantación de un **Programa de Control del Ruido**, así como la creación de unidades, tanto fijas como móviles, especializadas en la medida y evaluación de la contaminación acústica que toda ciudad moderna debe tener.

La legislación española en general y la valenciana en particular sobre la contaminación acústica son muy pobres y se encuentran básicamente contenidas en el Reglamento de actividades molestas, insalubres y peligrosas del año 61, así como en los reglamentos sobre homologación de vehículos y en una serie de decretos adicionales.

La primera actuación correctora ha de centrarse en las fuentes productoras de ruidos, es decir, en los propios vehículos tanto automóviles como camiones y autobuses y especialmente las motocicletas. Llama poderosamente la atención que en las unidades de inspección técnica de vehículos, por donde necesariamente han de pasar los que tienen una determinada antigüedad, no se realice medida alguna de la emisión sonora de los mismos, sobre todo teniendo en cuenta que ésta aumenta considerablemente con los años de servicios. Paralelamente a las unidades fijas de inspección, deben actuar patrullas móviles que detecten los vehículos excesivamente ruidosos y les obliguen a pasar la oportuna revisión. Especial atención debe dedicarse a los autobuses urbanos cuya emisión de humos y de ruidos es normalmente inaceptable, por lo que deben considerarse soluciones que ya se han puesto en práctica en otras ciudades y que van desde el uso de trolebuses al empleo de autobuses mixtos eléctricos y diesel, pasando por la utilización de motores a gas.

La segunda actuación se refiere al tráfico viario, debiendo descongestionar tanto la ronda exterior como la interior que son como dos cinturones que mantienen atenazada la circulación de la ciudad. La eliminación tanto del tráfico pesado como de la corriente automovilística que viene de paso, sobre todo en los meses vacacionales, es una necesidad urgente y que lleva muchos años sin ser atendida. La ciudad de Oslo, lleva desde 1974 regulando el tráfico

pesado y marcando rutas alternativas que impidan su paso por el interior de la ciudad. Otro factor de disminución de ruido es el uso del asfalto llamado silencioso que viene empleando la ciudad de **Rotterdam** desde hace tiempo.

La tercera actuación, se refiere a la planificación urbanística que ha de tener en cuenta, entre otros muchos factores, el ruido. Disponer de zonas residenciales donde el descanso sea una realidad, de instalaciones escolares alejadas del tráfico intenso, de centros hospitalarios donde los niveles de ruido sean aceptables, es una aspiración justa y urgente de la comunidad. La utilización de modelos matemáticos, hoy ya muy desarrollados, permite evaluar, mediante la oportuna simulación, el impacto acústico que se produciría en una determinada e hipotética configuración urbanística, lo que facilita la adecuada toma de decisión ante posibles y distintas alternativas.

La cuarta área en la que hay que intervenir, es la correspondiente a la protección de las viviendas contra el ruido, es decir el aislamiento acústico. En nuestra ciudad muy pocas viviendas están aisladas y esto a pesar de que la normativa vigente (artículo 13º de la N.B.E. -CA-81, modificada por la N.B.E. -CA-82-), exige un aislamiento mínimo de **30 db**; la realidad es que la mayoría de las viviendas están construídas con anterioridad a la entrada en vigor de la norma y las construídas posteriormente no la cumplen, llegando en el mejor de los casos a un aislamiento de **20 db**. Por otra parte hay que tener en cuenta que el punto más débil del aislamiento de una vivienda está precisamente en las ventanas, ya que las paredes exteriores suelen tener, por razones constructivas, un aislamiento acústico suficiente. De todas formas aunque las ventanas tuvieran el espesor adecuado de vidrio y el grado de hermeticidad correcto, no podemos olvidar que en la ciudad de **Valencia**, debido a su clima,

muchas personas duermen con las ventanas abiertas, sobre todo en verano, por lo que tampoco resolverá mucho, por sí solo, su correcto aislamiento.

La quinta actuación debería dirigirse, sobre todo en el futuro, hacia el apantallamiento acústico de los edificios, ya que en la actualidad, no resulta agradable tener vistas a la calle. En los últimos años, la vida de la ciudad ha cambiado mucho, y los edificios tienen ahora funciones distintas entre las que destaca la defensa contra el medio exterior, a menudo insoportable. El factor ruido influye ya significativamente en la valoración de las viviendas, por lo que se consideran mejor las que tienen vistas a zonas interiores ajardinadas ya que las terrazas y balcones no se pueden utilizar en muchos casos, debido a la alta contaminación por humos y ruidos existente en las calles. El efecto de pantallas próximas a las vías de tráfico, situando las viviendas por detrás de edificaciones destinadas a oficinas y garajes, puede suponer una atenuación del orden de 15 a 20 db para pantallas de 4 a 5 metros de altura.

Como hemos podido ver, la contaminación del medio ambiente en general, y la acústica en particular, son problemas muy complejos y en consecuencia de muy difícil solución, pero a pesar de ello entiendo que no debemos perder las esperanzas aunque tampoco dejarnos llevar por falsas ilusiones. Todas las grandes ciudades han tomado ya hace años, y siguen tomando, medidas correctoras contra el ruido, poniendo en ejecución programas de reducción y control del mismo, estableciendo prioridades, invirtiendo grandes cantidades de dinero en estudios previos, desviación del tráfico pesado, construcción de túneles y pantallas acústicas, reglamentando adecuadamente tanto la planificación urbanística como la inspección de los vehículos a motor, etc..., y sus resultados son en la mayoría de los casos muy aceptables.

La lucha contra la contaminación exige la conjunción de la actuación ciudadana, la decidida intervención de los poderes públicos y la adecuada utilización de los modernos medios tecnológicos. La tarea es urgente, pues si como se ha dicho acertadamente “el ruido es el mal de nuestro siglo”, podemos y debemos reaccionar ante él, para que el siglo XXI quede libre de estos problemas y sea una realidad el sueño del genial arquitecto francés Le Corbusier cuando decía: “Las condiciones de la Naturaleza están inscritas en la Tabla de la Ley del urbanismo contemporáneo; sus tres materiales son el aire puro, el sol y la vegetación”.