

ALTERACIONES DEL SUEÑO PRODUCIDAS POR EL RUIDO AMBIENTAL*

Agustín Llopis González¹ / Ana María García García¹ / Amando García Rodríguez²

¹Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Bromatología, Toxicología y Medicina Legal /

²Departamento de Física Aplicada. Universidad de Valencia

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una encuesta realizada con el objetivo de valorar distintos aspectos relacionados con el ruido ambiental y sus efectos sobre determinadas comunidades urbanas. Un total de 263 residentes en 5 emplazamientos diferentes de la ciudad de Valencia fueron entrevistados. En estos 5 emplazamientos se realizaron de manera independiente una serie de medidas de los niveles de ruido durante las 24 horas del día y en distintos días de la semana.

El 40% de los encuestados manifestó tener alguna dificultad para dormirse y el 59% de ellos lo atribuyó al ruido causado por el tráfico. Asimismo, un 49% de los encuestados declaró despertarse durante la noche (el 24% de ellos aludió también al ruido del tráfico como principal motivo). Estos valores son más altos en aquellos emplazamientos cuyos niveles sonoros nocturnos son más elevados.

El probablemente alto número de personas con problemas con el sueño relacionados con el ruido ambiental nocturno hace ineludible la adopción de medidas correctoras adecuadas. (*Gac Sanit* 1989; 12(3): 421-6).

Palabras clave: Ruido ambiental. Alteraciones del sueño. Encuesta.

SLEEP DISTURBANCES CAUSED BY AMBIENTAL NOISE

Summary

This article reports the results of a survey trying to evaluate different aspects related with ambient noise and its effects on selected urban communities. A total of 263 residents in 5 different neighbourhoods of the city of Valencia were interviewed. For each one of the neighbourhoods, level of ambient noise were independently registered during 24 hours during some days of a week.

40% of the interviewees reported having some difficulty for getting to sleep and 59% of these with difficulties identified the traffic noise as the causation. Also, 49% reported to awake sometime during the night (24% of them pointed to the traffic noise as the major cause). All these problems were reported more frequently in the neighbourhoods with a greater level of ambient noise.

The probably high number of people affected by sleep disturbances related with ambient noise during the night makes necessary to adopt adequate correcting actions. (*Gac Sanit* 1989; 12(3): 421-6).

Key words: Ambient noise. Sleep disturbances. Survey.

Introducción

Una de las consecuencias más negativas del ruido ambiental es la perturbación del sueño. Este problema afecta a una parte importante de la población de las grandes ciudades y son muchos los estudios realizados para determinar su alcance y sus efectos reales¹⁻⁴.

Los efectos del ruido sobre el sueño se han clasificado en efectos primarios, que se producen en el momento mismo en que está presente el estímulo sonoro, y efectos secundarios, que se observan generalmente con posterioridad.

Los efectos primarios se manifiestan a través de ciertos trastornos fisiológicos relacionados con la respuesta inmediata de los individuos al estímulo sonoro. Por ejemplo, la exposición a determinados niveles de ruido puede dificultar y retrasar el comienzo del sueño. Existe también la posibilidad de que el ruido interrumpa el sueño, despertando al individuo afectado. Por otra parte, los patrones normales del sueño pueden resultar alterados tanto cualitativa como cuantitativamente y pueden producirse también reacciones de tipo vegetativo tales como variaciones en la frecuencia cardíaca o vasoconstricción

periférica. Los efectos secundarios se suelen manifestar al día siguiente y pueden consistir en ciertos cambios de carácter, sensación de cansancio e incluso disminución del rendimiento físico y mental⁵⁻⁸.

La mayoría de los autores coinciden en afirmar que los efectos del ruido sobre el sueño se hacen significativos cuando el nivel sonoro equivalente Leq (nivel sonoro que debería tener un sonido estacionario para que su energía acústica fuera la misma que la del sonido fluctuante considerado en el mismo intervalo de tiempo) supera los 35 dBA en el interior del dormitorio (los ni-

*Este trabajo ha sido realizado gracias a una subvención de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (Proyecto PA86-0292) y de la Institución Valenciana de Estudios e Investigación (I.V.E.I.).

Correspondencia: Agustín Llopis González. Facultad de Farmacia. Avda. Blasco Ibáñez, 13. 46020 VALENCIA. Este artículo fue recibido el 17 de mayo de 1988 y fue aceptado, tras revisión, el 15 de marzo de 1989.

veles sonoros se suelen expresar en decibelios A, indicando así que la respuesta en frecuencia del sonómetro con el que se han realizado las oportunas medidas es similar a la del oído humano). Por lo tanto, en general, se recomienda que durante la noche no se superen los 45 dBA en el exterior de las viviendas².

El objetivo general de nuestro estudio ha consistido en valorar distintos aspectos relacionados con el ruido ambiental y sus efectos sobre unas determinadas comunidades urbanas.

En este trabajo exponemos los principales resultados relacionados con la interferencia del ruido ambiental sobre el sueño en una muestra de población urbana.

Material y métodos

Se seleccionaron cinco zonas distintas de la ciudad de Valencia a partir de la información contenida en una serie de estudios previos realizados en dicha ciudad acerca de los niveles sonoros diurnos y nocturnos^{9,10}. También se tomaron en consideración otros factores, como distribución horaria de estos niveles (día-noche), principales fuentes de ruido, densidad y fluidez del tráfico, tipo de viviendas, y anchura de las calles. Todas estas circunstancias determinan de forma muy directa las características del ambiente sonoro existente en un emplazamiento concreto, así como la respuesta o reacción de la comunidad que allí reside frente al mismo.

Zonas geográficas seleccionadas

Dos de las zonas seleccionadas (Ausias March y Primado Reig) presentan unos niveles sonoros muy elevados. La Avda. de Ausias March es la vía de acceso a la ciudad por el sur, formando parte de las carreteras nacionales CN332 y CN340 de Valencia a Alicante; se trata de una vía con edificios modernos y altos (8-10 pisos), de gran anchura y con un tráfico rodado muy intenso y fluido en general. La Avda. del Primado Reig forma parte del II Cinturón de Ronda de la ciudad; en este caso, los edificios son también modernos y bastante altos, pero la anchura de la calle es mucho menor y el tráfi-

co, muy intenso, presenta retenciones frecuentes (semáforos). Otras dos de las zonas seleccionadas (Escultor Piquer y Barraca) presentan niveles de ruido ambiental similares y mucho menores que los existentes en los emplazamientos anteriores. La calle del Escultor Piquer es estrecha, con un solo carril efectivo de circulación y edificios modestos de 3-4 alturas. La calle Barraca es una calle muy tranquila con un único carril de circulación; la mayoría de sus edificios son antiguos y de poca altura. La quinta zona (Salamanca) constituye un caso singular; se trata de una calle residencial con edificios de 4 a 6 pisos, caracterizada por una densidad de tráfico bastante baja y por la existencia de numerosísimos restaurantes y bares, locales que permanecen abiertos hasta altas horas de la madrugada, originando niveles de ruido relativamente elevados durante las noches y, en especial, durante los fines de semana.

Medición del ruido

En cada una de las cinco zonas citadas se han llevado a cabo una serie de medidas continuas del ruido ambiental a lo largo de la semana, utilizando un micrófono de condensador de 1/2 pulgada montado junto a la fachada de una vivienda representativa de la zona y conectado a un analizador de niveles de ruido BK4426 y a una impresora alfanumérica BK2312. Todo el instrumental utilizado en la realización de las medidas era comprobado y calibrado antes de ser instalado y en el momento de su recogida. El analizador estaba preprogramado para tomar un dato del nivel sonoro cada 0.1 segundos y, a partir de toda la información acumulada, calcular de forma automática (microprocesador interno) los valores horarios del

Tabla 1. Volumen de tráfico e índices de ruido en los cinco emplazamientos seleccionados en la ciudad de Valencia (días laborables)

Emplazamiento	Veh/h	%Veh. pes.	Leq (24 h)
Ausias March	4200	13,6	75,6 dBA
Primado Reig	3600	9,0	71,2 dBA
Salamanca	300	1,8	66,4 dBA
Esc. Piquer	100	2,0	67,5 dBA
Barraca	200	3,5	63,5 dBA

Veh/h = vehículos/hora.
Veh. pes. = vehículos pesados.

nivel sonoro equivalente Leq y de los índices percentiles L1, L10, L50, L90 y L99.

En la tabla 1 recogemos los valores de los parámetros más significativos del ruido y del tráfico en los diferentes emplazamientos.

El nivel sonoro equivalente Leq se suele considerar como uno de los mejores índices de ruido ambiental, en el sentido de que la correlación entre este índice y la molestia subjetiva que produce el ruido resulta ser particularmente elevada. En la figura 1 representamos la variación horaria de los niveles sonoros equivalentes Leq (dBA) en los diferentes emplazamientos considerados en este trabajo para días laborables.

Población seleccionada

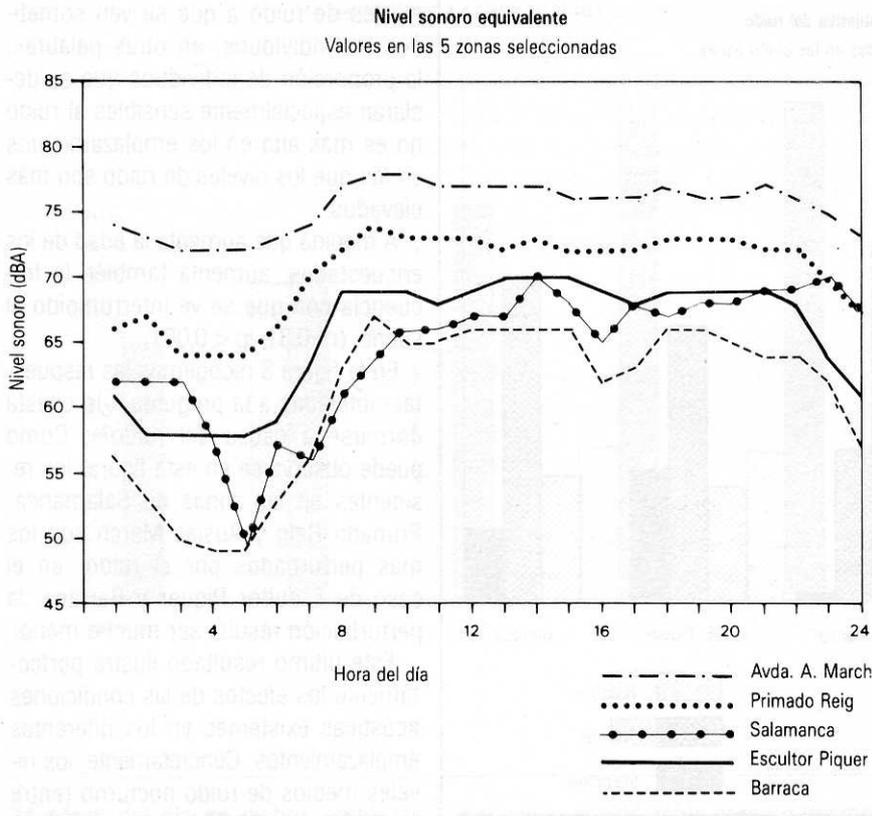
La población seleccionada en cada uno de los emplazamientos estaba formada por todas las personas adultas residentes en las 150 viviendas más inmediatas a los puntos de medida del ruido en cada emplazamiento. Este criterio nos permite suponer que la totalidad de dicha población está sometida, en principio, a los mismos niveles de ruido (los registrados en nuestras medidas), pero impone la posibilidad de extender la muestra más allá de ciertos límites, ya que, en tal caso, las condiciones espaciales existentes en relación con el ruido ambiental podrían variar de forma significativa.

La posibilidad de recurrir al censo municipal para determinar *a priori* las características de la población a estudiar tuvo que descartarse por motivos de tipo práctico. En cualquier caso, se procedió de forma tal que las muestras de población encuestada estuvieran siempre perfectamente equilibradas y fueran socialmente representativas de cada una de las zonas consideradas.

Determinación de los efectos subjetivos

Se realizó una encuesta mediante entrevistas personales por parte de un equipo de universitarios (estudiantes de psicología) debidamente entrenados para dicho trabajo. Con anterioridad a la realización de las entrevistas se habían enviado cartas a todos los residentes de cada una de las zonas consideradas anunciando las visitas de los

Figura 1. Medidas de ruido ambiental efectuadas durante las 24 horas del día en los cinco emplazamientos seleccionados en la ciudad de Valencia



encuestadores y pidiendo su colaboración. Para conseguir el máximo número de respuestas posibles, fue necesario en algunos casos recurrir a una segunda carta y a repetidas tentativas de los encuestadores. A pesar de estos esfuerzos la tasa de respuestas fue del 20%.

Nuestra intención al diseñarlo era la de cubrir toda una serie de cuestiones típicas que se suelen incluir en la mayoría de los estudios de evaluación de la respuesta de la comunidad al ruido (valoración de la zona de residencia, nivel de molestia subjetiva producida por el ruido, actividades perturbadas por el ruido, etc.), así como incorporar ciertas preguntas relacionadas con la salud y perfil psicológico de los encuestados, que consideramos podrían proporcionar alguna información relevante adicional. Por supuesto, se recogía también una abundante cantidad de datos relacionados con la identificación del encuestado y su entorno familiar. En la elaboración del cuestionario se tuvo en cuenta la existencia de precedentes en la literatura científica⁸ así como la experiencia propia obtenida

con otros cuestionarios similares utilizados en estudios anteriores llevados a cabo en Valencia^{10,11}. En particular, el precedente más próximo consiste en un cuestionario preparado para evaluar la respuesta subjetiva al ruido ambiental en la ciudad de Gandía^{12,13}. La versión utilizada en el presente trabajo contenía un total de 116 preguntas de respuesta múltiple: catorce de estas preguntas estaban relacionadas directa o indirectamente con el sueño.

Análisis de los resultados

Dado que la hora media de acostarse para la población encuestada fue las 23.45 horas y la hora media de levantarse es las 7.45 horas se consideró como periodo medio de descanso nocturno el comprendido entre las 23.00 y las 8.00 horas y, por lo tanto fueron los niveles sonoros existentes en dicho periodo los que se relacionaron en el análisis con la calidad del sueño y sus alteraciones subsiguientes.

La mayor parte de los resultados que presentamos a continuación se refieren a la totalidad de los cuestionarios pro-

cesados (valoración global de todos los datos obtenidos en las cinco zonas). Sin embargo, dada la existencia de diferencias importantes en los niveles de ruido en cada uno de los emplazamientos, en algunos casos daremos también los resultados parciales por zonas.

Todos los datos de las encuestas fueron procesados en el ordenador Univac del Centro de Cálculo de la Universidad Politécnica de Valencia. Utilizando el programa SPSS, se ha llevado a cabo un análisis de frecuencias de las respuestas y un análisis correlacional con significación a dos colas.

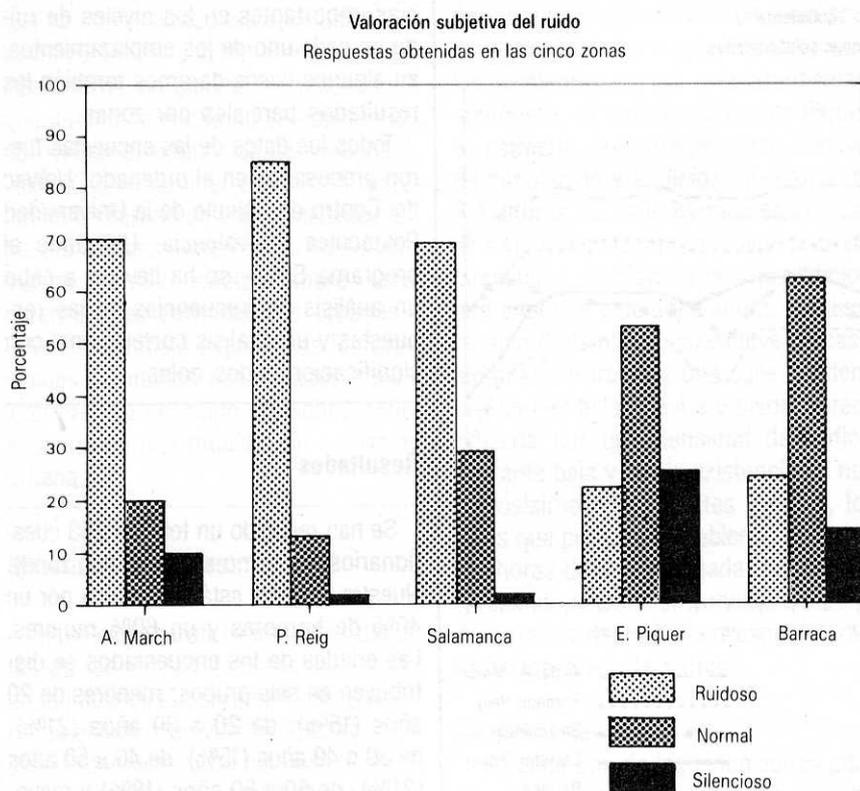
Resultados

Se han recogido un total de 263 cuestionarios (en torno a 50 en cada zona). Nuestra muestra está constituida por un 40% de hombres y un 60% mujeres. Las edades de los encuestados se distribuyen en seis grupos: menores de 20 años (15%), de 20 a 30 años (21%), de 30 a 40 años (15%), de 40 a 50 años (21%), de 50 a 60 años (18%) y mayores de 60 años (10%). El 25% de nuestros encuestados declaran poseer estudios superiores, 39% estudios medios, 30% estudios primarios y un 6% carece de estudios. Respecto a la situación laboral, el 35% de los encuestados está trabajando, 29% son amas de casa, 22% estudiantes, 7% jubilados y otro 7% está en paro o busca empleo por primera vez. Sólo el 77% de nuestros encuestados respondieron a la pregunta que hacía referencia al nivel de ingresos familiares; el 46% de ellos declara ingresar menos de 100.000 pts. mensuales y un 1% supera las 400.000 pesetas.

Aproximadamente el 40% de nuestros encuestados manifiestan tener alguna dificultad para conciliar el sueño. El 59% de ellos atribuyen esa dificultad al ruido de tráfico, mientras que un 30% se refieren al ruido de otras fuentes y el resto a otras razones sin especificar. Por otra parte, un 50% de los encuestados afirman despertarse durante la noche y el 24% de ellos relacionan este hecho con el ruido de tráfico.

En una de las preguntas de nuestro cuestionario se pedía a los encuestados

Figura 2. Respuestas obtenidas a la pregunta «¿cómo considera el nivel de ruido que llega a su casa?» en cada una de las zonas estudiadas en este trabajo



que valoraran el nivel de ruido de tráfico que llega hasta su casa (estimación subjetiva). En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos en los diferentes emplazamientos. Por otra parte, existe una correlación positiva y significativa entre las respuestas a esta pregunta y a la que hace referencia a la dificultad para dormir (coeficiente de correlación de Pearson $r=0,43$, nivel de significación $p < 0,001$).

Algo más de la tercera parte de los encuestados declara dormir en una habitación sin ventanas a la calle. Ante la pregunta de si se han visto obligados a dormir en una habitación interior para evitar la molestia del ruido, el 15% del total de la muestra respondió afirmativamente. Si analizamos las respuestas a esta pregunta en la zona más ruidosa (A. March) y en la más tranquila (Barraca), los resultados son radicalmente distintos: el porcentaje de respuestas afirmativas es de un 59% frente a un 10%.

Un 18% de nuestros encuestados duerme con las ventanas cerradas en verano, y la principal razón para ello es,

una vez más, la presencia del ruido de tráfico. El 53% de los encuestados afirma que el ruido originado por el tráfico le molesta más durante la noche que durante el día, mientras que tan sólo un 17% manifiesta que les molesta igual en ambos casos.

Por otra parte, no existe una relación significativa entre la altura del piso en que viven los encuestados y el nivel de molestia general que produce el ruido ($r=-0,13$) o las alteraciones que éste provoca durante el sueño ($r=0,07$). Asimismo, hemos valorado la existencia de algún sistema de insonorización en las viviendas de los encuestados: tan sólo un 7% de la muestra declara tener algún tipo de aislamiento acústico en su casa.

Un 30% de los encuestados se considera muy sensible al ruido. Este hecho está relacionado con el nivel de molestia y las alteraciones del sueño provocados por el mismo (para ambas preguntas, $r=0,30$, $p < 0,001$). También hemos constatado una relación entre la sensibilidad al ruido y la presencia de insomnio ($r=0,27$, $p < 0,001$). La sensi-

bilidad al ruido es una cualidad estrictamente personal: no existe relación alguna entre la sensibilidad al ruido y los niveles de ruido a que se ven sometidos los individuos; en otras palabras, la proporción de individuos que se declaran especialmente sensibles al ruido no es más alta en los emplazamientos en los que los niveles de ruido son más elevados.

A medida que aumenta la edad de los encuestados, aumenta también la frecuencia con que se ve interrumpido el sueño ($r=0,31$, $p < 0,001$).

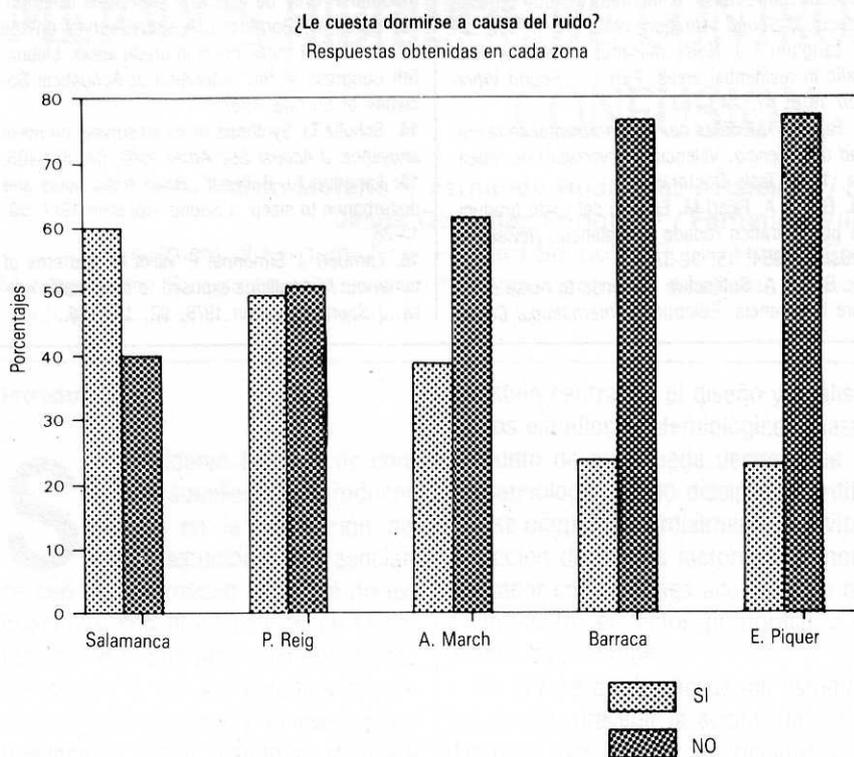
En la figura 3 recogemos las respuestas obtenidas a la pregunta «¿le cuesta dormir a causa del ruido?». Como puede observarse en esta figura, los residentes en las zonas de Salamanca, Primado Reig y Ausias March son los más perturbados por el ruido; en el caso de Escultor Piquer y Barraca, la perturbación resulta ser mucho menor.

Este último resultado ilustra perfectamente los efectos de las condiciones acústicas existentes en los diferentes emplazamientos. Concretamente, los niveles medios de ruido nocturno (entre las 23.00 y las 24.00 horas) son del orden de 73 dBA en A. March, 70 dBA en Salamanca, 67 dBA en P. Reig, 62 dBA en E. Piquer y 58 dBA en Barraca. Estos valores justifican plenamente la dificultad en conciliar el sueño que declaran muchos de nuestros encuestados. La zona de Salamanca presenta ciertas características singulares en este sentido: sorprendentemente, el nivel sonoro más alto medido en este emplazamiento a lo largo de varios días consecutivos correspondió a las 2.00 horas de la noche del sábado al domingo (75,2 dBA).

Discusión

En este trabajo se ha estudiado el impacto general del ruido ambiental sobre los residentes en cinco emplazamientos característicos de la ciudad de Valencia y, en particular, la perturbación del sueño producida por el ruido. Dicho estudio se ha llevado a cabo mediante la realización de una encuesta y una amplia serie de medidas de los niveles sonoros existentes durante las

Figura 3. Respuestas obtenidas a la pregunta «¿le cuesta dormir a causa del ruido?» en cada una de las zonas estudiadas en este trabajo



24 horas del día en dichos emplazamientos.

La realización de la encuesta ha presentado ciertas dificultades (escaso nivel de colaboración por parte de muchas de las personas entrevistadas). Sin embargo, a costa de un cierto esfuerzo, se ha conseguido reunir un número suficiente de cuestionarios contestados en cada zona (tasa de respuesta del orden del 20% de la muestra prevista originalmente). La población seleccionada estaba constituida por la totalidad de las personas adultas residentes en las inmediaciones de los puntos en los que se llevaban a cabo las medidas de niveles de ruido (fachada de una vivienda típica de la zona) y, en consecuencia, se podía suponer que todos ellos estaban sometidos a un mismo ambiente acústico. Evidentemente, una parte importante de la variabilidad de las respuestas obtenidas en este estudio se debe al hecho de que, en realidad, los niveles de ruido nocturno a que están sometidos los individuos de la muestra en el interior de sus viviendas (concretamente, en sus dormitorios) presentan una

dispersión considerable para un mismo nivel de ruido externo (debido a las diferencias en la altura de la vivienda sobre el nivel de la calle, aislamiento de las fachadas, ubicación del dormitorio respecto a la fachada, etc.).

El cuestionario utilizado contenía todas las preguntas planteadas generalmente en este tipo de estudios y su validación y repetibilidad ha sido adecuadamente comprobada en otros trabajos anteriores al actual^{9,12}.

La utilización de las mismas técnicas de trabajo que se consideran habituales en este tipo de estudios (tanto en lo referente a las medidas físicas como a la realización de la oportuna encuesta) nos ha permitido obtener unos resultados generales perfectamente homologables a los encontrados por otros autores sobre este mismo tema¹⁴.

En particular, es importante destacar que, por lo que se refiere a la perturbación del sueño producida por el ruido ambiental externo, nuestros resultados coinciden plenamente con los que se citan en la bibliografía consultada^{15,16}. Concretamente, un porcentaje bastante elevado de nuestros encuestados

considera que el ruido externo (fundamentalmente el ruido del tráfico) es la causa principal que les dificulta conciliar el sueño o que lo interrumpe en el curso de la noche. Aunque la relevancia de estos dos efectos depende fundamentalmente de los niveles de ruido nocturno, hemos podido demostrar que las respuestas de nuestros encuestados en este sentido están influenciadas también por una amplia serie de condiciones personales (edad, sensibilidad ante el ruido).

Las diferencias de tipo cuantitativo encontradas entre nuestros resultados y los obtenidos en otras investigaciones análogas se pueden atribuir a las características singulares que presenta este problema en nuestro entorno específico. Por ejemplo, en ciudades como Valencia, con un clima relativamente benigno, los efectos negativos del ruido exterior sobre el sueño revisten una especial importancia como consecuencia de la costumbre generalizada de dormir con las ventanas de los dormitorios abiertas durante una gran parte del año. Por otra parte, las ventanas con cristales dobles (aislamiento térmico y acústico), tan frecuentes en otros países de clima más frío, apenas existen en nuestra ciudad.

En cualquier caso, los resultados encontrados en este trabajo y sus precedentes ponen claramente de manifiesto que los niveles de ruido nocturnos existentes en muchas zonas de esta ciudad son en general bastante elevados y, en muchas ocasiones, llegan a ser absolutamente inaceptables. El elevado número de personas cuyo sueño resulta claramente perturbado por el ruido nocturno en Valencia (que podemos evaluar en torno al 30% de sus habitantes) hace ineludible la adopción urgente de medidas correctoras adecuadas (por ejemplo, regulación del tráfico, control de las fuentes de ruido más importantes, aislamiento acústico de las viviendas, etc.).

Bibliografía

1. Commission of the European Communities. Damage and annoyance caused by noise Directorate-General for Social Affairs. *Health Protection Directorate 1975*: 17-24.

2. Organización Mundial de la Salud. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Criterios de Salud Ambiental*. 12. *El ruido*. Servicio de Publicaciones y Documentación. Oficina de Publicaciones Biomédicas y de Salud, OPS/OMS 1983: 48-53.

3. Kryter Karl D. *The effects of noise on man* (2a. ed.). Orlando: Academic Press Inc., 1985: 422-448.

4. Cosa M, Nicoli M, Cosa G. *Disturbo e danno da rumore e da vibrazioni in ambiente abitativo ed in ambiente di lavoro*. Ist. Italiano di Medicina Sociale, 1986: 42-50.

5. Jansen G. *Noise induced health disturbances*. International Conference on Noise Control Engineering. Munich, 1985.

6. Griefahn B, Muze A. Noise induced health dis-

turbances and their effects on health. *J Sound Vibration*. 1978; 59: 99-106.

7. Ohrstrom E, Rylander R. Sleep disturbance effects of traffic noise. A laboratory study on after effects. *J Sound Vibration* 1982; 84: 87-103.

8. Langdon F J. Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part I. *J Sound Vibration* 1976; 47: 243-263.

9. Fajari M. *Medidas de ruido ambiental en la ciudad de Valencia*. Valencia: Universidad de Valencia, 1984. Tesis Doctoral.

10. García A, Fajari M. Estudio del ruido producido por el tráfico rodado en Valencia. *Revista de Acústica* 1984; 15: 32-37.

11. García A. Subjective response to noise exposure in Valencia. Edinburgh: *International Confe-*

rence on Noise Control Engineering, 1983.

12. Romero J. *Evaluación de la respuesta subjetiva producida por el ruido de tráfico en la ciudad de Gandía*. Univ. de Valencia, 1987 Tesis Doctoral.

13. García A, Romero J. A social survey on the effects of road traffic noise in urban areas. Lisboa: 5th Congress of the Federation of Acoustical Societies of Europe, 1987.

14. Schultz TJ. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J Acoust Soc Amer* 1978; 64: 377-405.

15. Langdon FJ, Buller IB. Road traffic noise and disturbance to sleep. *J Sound Vibration* 1977; 50: 13-28.

16. Lambert J, Simonnet F, Vallet M. Patterns of behaviour in dwellings exposed to road traffic noise. *J Sound Vibration* 1978; 92: 159-168.

