

# El estudio de los aspectos perceptivos en la acústica ambiental

Isabel López Barrio\*, Jose Luis Carles\* y Karmele Herranz\*\*

\* Instituto de Acústica (CSIC) Serrano 144, 28006 Madrid Tel 915618806  
email: iaclb41@ia.cetef.csic.es Fax 914117651

\*\* Fundación LABEIN Cuesta de Olabeaga, 16, 48013 BILBAO;  
Tel: 34.94.489.24.00 (ext. 2723);  
Fax: 34.94. 489.24.60;

PACS 43.50 Qp

## Resumen

El laboratorio de Psicoacústica del Instituto de Acústica centra su interés en el estudio de los aspectos subjetivos implicados en la percepción y valoración del ambiente de ruido. En este artículo se recogen las líneas de investigación desarrolladas en dicho laboratorio así como las principales aportaciones a dichas líneas de investigación.

## Abstract

The Psycho-Acoustic Laboratory of the Institute of Acoustics Focuses its interest on the study of the perception and assessment of the noise environment.

This article explains the investigation outlines developed in the above-mentioned Laboratory, together with the principal contributions to these investigation outlines.

## Introducción

El laboratorio de Psicoacústica se creó en los años 70, al considerarse la necesidad de desarrollar en el Instituto de Acústica, una línea de investigación dirigida al análisis de los aspectos subjetivos implicados en la percepción del ambiente de ruido, aspectos considerados necesarios para completar los análisis físico-acústicos (medidas objetivas) que venían realizándose en dicho Instituto. Esta necesidad surge al considerar la importancia creciente de este estímulo físico

en la población, por lo que las investigaciones y las actuaciones dirigidas a prevenir y controlar este contaminante hacían cada vez más imprescindible tener en cuenta la dimensión subjetiva del problema.

## Líneas científicas desarrolladas por el laboratorio de Psicoacústica

Las líneas de investigación desarrolladas en el laboratorio de Psicoacústica se enmarcan en los planteamientos teóricos y metodológicos que constituyen el panorama de investigación en relación al tema de la interacción hombre-medio ambiente sonoro. Se pueden distinguir dos enfoques básicos:

**Enfoque Psicofísico.** En este modelo el ambiente sonoro se asimila a ruido y, por tanto, a un factor de agresión y estrés. Los trabajos que se incluyen en esta línea tienen como principal objetivo traducir a índices acústicos la molestia experimentada con relación al ruido, sirviendo de base para el desarrollo de intervenciones preventivas en defensa de la salud y el bienestar de la población.

**Enfoque Perceptivo.** Desde este enfoque el ambiente sonoro se contempla como un factor de comunicación y relación entre el hombre y el medio. El interés de las investigaciones se centra en tratar de identificar y describir las bases de los procesos psicológicos que expliquen las preferencias sonoras así como aquellos atributos más relevantes que están incidiendo en dichos procesos, con la finalidad de conocer en profundidad como el ambiente sonoro es aprehendido, interpretado y comprendido. Con estos estudios se trata de aportar datos útiles a los responsables de la planificación y diseño urbano para que, actuando de un modo preventivo, la

gestión del ambiente sonoro vaya más allá de las demarcaciones actuales.

Estas líneas de trabajo diferenciadas en cuanto a sus objetivos implican el desarrollo de técnicas y métodos de medida de análisis diferentes. Además ambas líneas de trabajo no son excluyentes sino complementarias. A continuación se presentan, las principales aportaciones a estas líneas de investigación.

### Enfoque Psicofísico

Los estudios realizados desde la perspectiva **psicofísica** representan el enfoque dominante en relación al estudio del medio ambiente sonoro, siendo asimismo el más utilizado en el ámbito de la gestión ambiental. Desde esta perspectiva el ruido se define como “*un sonido no deseado*”, o de manera más compleja, como “*toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico*”.

Desde este enfoque, se han realizado diferentes trabajos, pudiendo ser agrupados en dos grandes grupos. Por un lado, aquellos estudios que han tenido como objetivo fundamental determinar el impacto del ruido en la población; por otro, cabe señalar los estudios que han centrado su objetivo en evaluar diferentes intervenciones ambientales (barreras acústicas) realizadas con el fin de corregir situaciones caracterizadas por altos niveles de ruido.

### Impacto del ruido en la población

El principal objetivo de los estudios planteados en esta línea de investigación es establecer relaciones cuantitativas entre las características físicas del ruido y las respuestas de la población, medida generalmente en términos de molestia (correlación ruido-reacción), con el fin de conocer la dimensión exacta de este problema ambiental (población afectada, niveles críticos de exposición, interferencias en las actividades). Con estos estudios se pretende, asimismo, el desarrollo de estrategias de control del ruido, tanto a nivel legislativo como de actuaciones concretas en el urbanismo y en la planificación territorial. La metodología utilizada en estos estudios es fundamentalmente cuantitativa de carácter correlacional.

En el Instituto de Acústica los estudios encuadrados bajo esta perspectiva se iniciaron en los años 80, cuando a raíz del desarrollo económico, social y especialmente urbano, el ruido se convierte en una de las principales preocupaciones ambientales debido a su incidencia en la calidad de vida y en el bienestar de gran parte de la población. Así, en esta línea de investigación se han realizado diferentes trabajos dirigidos a determinar el impacto subjetivo del ruido producido por diferentes medios de transporte: (López Barrio y Herranz, 1991; López Barrio y Carles, 1993; Herranz y López Barrio, 1996; López Barrio, 1998; Herranz y López Barrio, 2000 ). Entre estos estudios cabe señalar el proyecto “análisis y valoración de espacios construidos en función de variables físicas”.

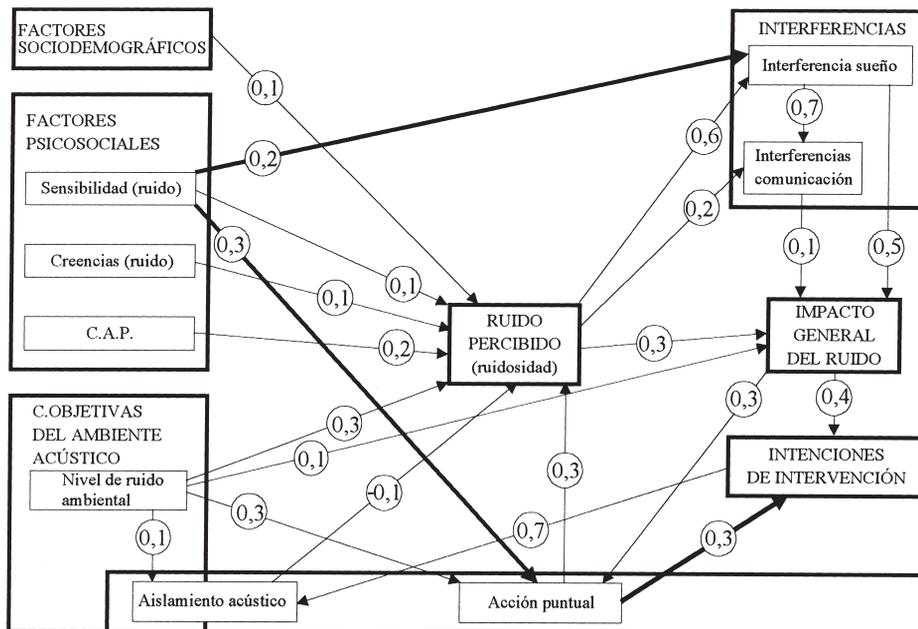


Figura 1: Modelo del Impacto del Ruido Ambiental.

sicas y psicosociales, subvencionado por la CICYT que centra su interés en el análisis del impacto del ruido de tráfico en medios urbanos.

Los resultados de este estudio permiten comprobar como los sujetos no responden de una manera pasiva a las condiciones del ambiente sonoro sino que dichas respuestas se encuentran mediatizadas por una serie de variables no acústicas. Entre estas variables no acústicas las más importantes son las relacionadas con la situación y contexto donde es percibido el ruido, así como con las características personales, sociales y culturales del sujeto que lo percibe. Concretamente, en este estudio se comprobó que la característica personal sensibilidad al ruido resultó ser un predictor más importante de la molestia que el propio nivel de ruido, explicando un 22% de la varianza frente a un 12% explicado por el nivel de ruido

Esta investigación permitió, asimismo, el desarrollo de un modelo explicativo del impacto del ruido ambiental. Este modelo corresponde a un sistema retroalimentado en el que se considera tanto el impacto de la contaminación acústica sobre las personas como las acciones que se llevan a cabo para modificar o reducir dicho impacto (fig.1)

### Evaluación de intervenciones ambientales en relación al ruido

Un aspecto de gran importancia pero generalmente olvidado en las políticas de actuación ambiental es la evaluación de las intervenciones ambientales realizadas con el fin de corregir impactos ambientales en relación al ruido. Cualquier intervención ambiental, tal como señala la legislación (comunitaria y española) en relación a la evaluación ambiental, debe ir acompañada, previamente a su instalación, de un análisis en profundidad del posible impacto sobre el medio y sobre la población así como de su posible eficacia en cuanto a la reducción del problema del ruido.

En relación a este tema, diferentes proyectos de investigación desarrollados, entre 1989 y 1991, en el marco de un convenio con la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, permitieron la realización de diferentes estudios dirigidos a la evaluación de un programa de intervención ambiental relacionado con el aislamiento acústico (barrera y dobles ventanas) llevado a cabo en diferentes escuelas públicas con el fin de reducir el impacto de los elevados niveles de ruido (tráfico rodado y aéreo en un caso y tráfico rodado y ferrocarril en otro) a los que se hallaban expuestas.

La metodología utilizada en la realización de este estudio se basó en un diseño comparativo pretest-postest con un grupo experimental (escuela en la que se realizó el aislamiento acústico) y un grupo control (escuela en la que no se realizó ninguna intervención ambiental). Ambas escuelas estaban expuestas inicialmente (antes de la intervención) a

un mismo ambiente de ruido tanto de tráfico rodado como aéreo.

Esta investigación permitió recoger numerosos datos e informaciones acerca de los efectos del ruido en la población docente y escolar, tema poco estudiado dado que la mayor parte de los estudios sobre la respuesta al ruido se han realizado con población adulta. Entre los resultados de este trabajo cabe resaltar el impacto de este contaminante sobre el rendimiento escolar y en especial en la adquisición de la capacidad lectora, comprobándose que los niños expuestos a elevados ambientes de ruido tienen un rendimiento en lectura que se sitúa entre seis meses y un año por debajo de la media correspondiente a su curso escolar, siendo más acentuado este déficit en los alumnos de los cursos superiores. Resultado que puede ser explicado por el efecto negativo del ruido en la capacidad de atención y discriminación auditiva (López Barrio y Herranz, 1991; López Barrio, 1994;).

Esta línea de investigación se continua actualmente con el Proyecto de investigación "Road Traffic and Aircraft Noise Exposure and Children's Cognition and Health: Exposure-Effect Relationships and Combined Effects", financiado por el V Programa Marco europeo con el que se pretende estudiar el impacto del ruido (fundamentalmente del producido por aviones y tráfico) en una amplia muestra de la población escolar tanto de nuestro país, como en otros países europeos (Inglaterra, Suecia y Holanda). El objetivo principal de este estudio es determinar el impacto del ruido en los procesos cognitivos (atención, memoria y aptitud lectora) y en la salud de los escolares.

Las investigaciones señaladas, centradas en el estudio de la relación Dosis/respuesta han permitido profundizar en el conocimiento de los efectos del ruido en la población; .sin embargo estos estudios no han aportado resultados concluyentes en cuanto a la prevención y control del problema general del ruido urbano. De hecho, la dimensión sonora en la gestión y diseño del espacio (plazas, barrios, parques ...) es frecuentemente olvidada.

Esta situación ha dado lugar a un incremento significativo del ruido ambiental. Así entre 1980-1990 el % de población expuesta al ruido por encima de los 65 dBA ha incrementado del 15 al 26%. Esta situación es grave dado que la contaminación acústica tiene graves efectos sobre la salud, bienestar y calidad de vida, tal como señala la organización mundial de la salud en su informe de 1995 y corroboran posteriores informes de la Unión Europea.

Es por esto que a partir de la década de los 80 se desarrolla un nuevo enfoque de análisis en relación al medio ambiente sonoro que trata por un lado de promover una mayor reflexión acerca de lo que representa el confort sonoro y, por otro, trata de aportar datos útiles capaces de integrarse en las políticas de planificación y diseño urbano .

## Enfoque perceptivo

Básicamente, con este enfoque trata de superarse los planteamientos de tipo curativo utilizados con relación al medio ambiente sonoro, anteriormente señalados, para actuar de un modo preventivo en la gestión del medio sonoro, de modo que éste vaya más allá de la aplicación de unas normas y que sea susceptible de actuar a nivel del diseño y la planificación urbana..

Los primeros trabajos realizados en esta línea cualitativa realizados en Canadá (Schafer, 1976, Truax, 1983) significan un cambio en el enfoque de las investigaciones en relación al medio ambiente sonoro. Desde esta orientación el ambiente sonoro no se considera como un elemento opresivo que nos aísla del medio (factor de contaminación) sino que es contemplado como un factor de información y comunicación entre el hombre y el medio, introduciendo con ello la dimensión estética del sonido. Desde un punto de vista aplicado este planteamiento trata de aportar informaciones que puedan ser útiles a urbanistas arquitectos y aquellos especialistas implicados en la toma de decisiones sobre el diseño y la planificación urbana (Augoyard 1996).

Los trabajos realizados con estos planteamientos en el Instituto de Acústica se concretan básicamente en dos líneas de investigación: Investigaciones sobre calidad sonora urbana (López Barrio y Carles, 1995; López Barrio y Carles, 2000) y los estudios sobre culturas sonoras tradicionales de nuestro país (López Barrio y Carles, 1997; Carles y López Barrio, 1998)

## Estudios sobre Calidad sonora urbana

Esta línea de investigación se inició con el proyecto titulado “La Dimensión Sonora de los Espacios Urbanos una Nueva Perspectiva de Investigación” financiado por la CICYT, prosiguiéndose este planteamiento con el estudio de diferentes ciudades: Madrid, Sevilla, Valencia, Zaragoza y Alcalá de Henares, para lo que se contó con el apoyo de diversas administraciones interesadas por los resultados prácticos de este tipo de trabajos dada su posible utilidad para las políticas de gestión del Medio Ambiente Sonoro: Dirección General de Política Ambiental (MOPTMA; 1994-1996), Ayuntamiento de Zaragoza (“La calidad sonora de Zaragoza”), Comunidad de Madrid (“La dimensión sonora en la concepción y diseño del espacio urbano” Dirección General de Política Científica de la Comunidad de Madrid)

El objetivo central de estas investigaciones sobre diferentes espacios urbanos de nuestro país fue el de determinar los criterios de calidad sonora que subyacen a los juicios estéticos que los ciudadanos expresan en relación a los paisajes sonoros urbanos. Estas investigaciones permitieron el desarrollo una metodología de carácter fundamentalmente cualitativo e interdisciplinar que integra tres tipos de variables, acústicas (natu-

raleza, tipo y características físicas del sonido), arquitectónicas (organización del espacio, morfología urbana, tipología arquitectónica...) y socioculturales (niveles y modos de vida, criterios estéticos y culturales...). Por tanto, se contemplan dos grupos importantes de variables (arquitectónicas y socioculturales) habitualmente ausentes o ampliamente subestimadas en los estudios clásicos de la acústica. Desde un punto de vista práctico, una importante aportación de estos trabajos reside en la elaboración de una tipología de criterios de calificación sonora de los espacios urbanos en función de las tres dimensiones antes citadas. Dichos criterios de calificación ponen de manifiesto cómo la organización de las informaciones sonoras elaboradas por los sujetos dependen de las características físicas del sonido, del espacio en el que es escuchado y de las transacciones complejas que se producen entre los factores del sujeto (edad, experiencias previas en relación al sonido, preferencias sonoras, etc.). Estos criterios de calificación sonora se resumen en la tabla 1

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Criterios espaciales</i></li> <li>Ejes sonoros.</li> <li>Espacios protegidos.</li> <li>Espacios con fuerte contraste.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Criterios temporales</i></li> <li>Posibilidad de silencio.</li> <li>Marcador de tiempo.</li> <li>Situaciones sonoras excepcionales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Criterios relacionados con la materia</i></li> <li>Presencia de la voz.</li> <li>• Mezcla.</li> <li>Sentimiento de inseguridad.</li> <li>Sentimiento de activación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Criterios socio culturales</i></li> <li>Transgresión de la norma.</li> <li>Representación de la gran ciudad.</li> <li>Costumbres y formas de vida.</li> </ul>

Tabla 1. Criterios de calificación del espacio sonoro

Actualmente los estudios sobre calidad sonora se consideran cada vez más esenciales en diferentes ámbitos de la acústica. Así, en el caso de los sonidos producidos por productos industriales, la determinación de la calidad sonora percibida se considera un aspecto fundamental a estudiar (López Barrio y otros, 1998). Como un planteamiento de análisis cualitativo basado en la aplicación de nuevas metodologías de análisis de laboratorio cabe señalarse el método de análisis desarrollado en el Instituto de Acústica dirigido a evaluar el efecto de la interacción entre informaciones sonoras y visuales en la valoración del paisaje (Carles y otros, 1999).

## Estudio de culturas sonoras tradicionales

Este enfoque perceptivo y cualitativo en relación al medio ambiente sonoro ha permitido avanzar en el conocimiento del medio ambiente sonoro incorporando un nuevo planteamiento al considerarlo como un elemento del patrimonio. En este sentido se han realizado diversos Proyectos dirigidos a analizar, estudiar y recoger ambientes sonoros correspondientes a la tradición cultural de nuestro país (festivas, artesanales, etc.) (López Barrio y Carles, 1997).

## Bibliografía

Augoyard, J.F. (1998) Éléments pour une théorie des ambiances architecturales et urbaines. Les cahiers de la recherche architecturale n° 42-43.

Carles, J.L., Bernáldez, F.G y De Lucio, J.V. (1992). "Audiovisual Interactions in Soundscape Preferences". *Landscape Research*. 17- 2. 52-56.

Carles, J.L. López Barrio, I. (1998) The survival of sound rites an their Present significance. The Royal Swedish Academy of music and the autors. Editor Henrik Karlsson. Estocolmo.

Carles, J.L. López Barrio, I. y De Lucio, J.V. (1999) "Sound influence in Landscape Values". *Landscape and Urban Planning*. 43 /4. 191-200

Canévet, G; Meunier, S; Marchioni, A; Regal, X Carles, J. L; López Barrio, I. (1999) "Nuevos estudios de validación subjetiva de los índices de calidad sonora". *Revista de Acústica* V. XXX.

Herranz, M.K., López Barrio, I y Paez, D. (1996) Bienestar subjetivo con el ambiente acústico: afecto positivo y afecto negativo *Revista de Psicología Social* (11), 1, 103-110.

López Barrio, I y Herranz, k. (1991) Efectos del aislamiento acústico de una escuela en la respuesta de los profesores al ambiente de ruido en: A. Calvo Manzano, P.Perera y J.S. Santiago (Eds.). Conferencia internacional: Ruido en las grandes ciudades. Madrid: Sociedad Española de Acústica.. (pp. 67-74).

López Barrio, I. Carles, J.L. y Herranz, K.. (1992) The effect of a noise abatement program on the attention capacity and reading ability of school children. Proceedings of the 14th international Congress on Acoustic. Beijing (CHINA).

López Barrio, I. y Carles, J.L. (1993) Reacción subjetiva al ruido de trenes. Percepción de una intervención ambiental (barrera acústica). Jornadas nacionales de Acústica. Sociedad Española de Acústica.).

López Barrio, I. y Carles, J.L. (1995) Acoustic Dimension of Inhabited Areas: Quality Criteria The Soundscape Newsletter N° 10.

López Barrio, I. Carles, J.L. Simón, F y Moreno, A (1998) "Sobre nuevos atributos de calidad perceptiva de señales acústicas" *Revista de Acústica*. Número Extraordinario. Sociedad Española de Acústica. (Vol. XXIX.).

Lopez Barrio, I. y Carles, J.L. (1997) El sonido de las tradiciones de Semana Santa en Calanda. Ed. Patronato Municipal de Cultura de Calanda. Servicio de Publicaciones C.S.I.C.

Lopez Barrio, I y Carles, J.L. (1997) La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos Ed. Fundación Bancaixa

López Barrio, I (1998). Vida en las ciudades. Contaminación acústica. *Investigación y Ciencia*. 262, 36-40

López Barrio, I y Carles, J.L. (2000) El ambiente sonoro un aspecto olvidado en la planificación urbana.

Ambiente. *Ética y estética para el ambiente construido* 82, 30-35.

Schafer, M.R. (1976) *The Tuning of the World*. McClelland and Stewart. Toronto.

Truax, B. (1983) *Acoustic Communication*. Ablex Publishing.