



# RUIDO EN LAS GRANDES CIUDADES

## NOISE IN METROPOLITAN CITIES

Madrid, 23 al 25 de abril, 1991

EFFECTOS DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UNA ESCUELA EN LAS RESPUESTAS DE LOS PROFESORES AL AMBIENTE DE RUIDO.

I. López Barrio, K. Herranz

Instituto de Acústica. C.S.I.C. c/.Serrano, 144.  
28005 Madrid.

### 1.- INTRODUCCION

La mayor parte de las investigaciones desarrolladas con objeto de determinar los efectos del ruido en la población se han realizado con población adulta mientras que, por el contrario, los estudios sobre la infancia y adolescencia han sido un número considerablemente menor (Moch, 1986; Evans, 1988).

Por otra parte estas investigaciones, que han analizado los efectos de la exposición al ruido, se han realizado fundamentalmente con poblaciones de vecinos cuyas casas están expuestas a elevados niveles de ruido y concretamente al ruido de tráfico, siendo escasas las realizadas con objeto de determinar los efectos del ruido en los ocupantes de otros tipos de edificios: residencias de ancianos, hospitales, escuelas, etc.

Los estudios empíricos realizados con el fin de determinar los efectos del ruido en la población escolar (Sargent et al 1980; Ko, 1979) resaltan el impacto del ruido en estos ambientes y muestran la existencia de una serie de factores que pueden explicar el hecho de que se obtengan altas correlaciones ( $r=0,66$ ) entre exposición al ruido y molestia individual experimentada por los profesores, mientras que en el caso de poblaciones de vecinos se dan correlaciones relativamente bajas ( $r<0,3$ ) entre exposición al ruido y molestia percibida. Entre dichos factores los autores antes mencionados destacan:

- La constante interferencia provocada por el ruido en la comunicación, pilar fundamental en el que se basa todo

---

1 Este trabajo es parte de un proyecto de investigación financiado por la Agencia de Medio Ambiente (Comunidad de Madrid) y realizado en el Instituto de Acústica (C.S.I.C.).

sistema educativo, ya que las interferencias en la percepción de la palabra constituyen uno de los factores fundamentales en la determinación de la molestia.

- Un segundo factor lo constituye el hecho de que los profesores pasen todo el tiempo que dura la jornada escolar en un mismo espacio, la clase, hallándose expuestos de forma constante al ambiente de ruido; mientras que los sujetos de las investigaciones realizadas con vecinos, en general, pueden pasar parte de su tiempo en habitaciones interiores de la casa no expuestas al ruido exterior a la vivienda.

- Un tercer factor sería el tipo de trabajo desarrollado. Mientras los profesores realizan una única tarea -"la enseñanza"- que requiere una elevada atención y concentración, fácilmente interferida por el ruido, los ocupantes de las viviendas, por el contrario, están implicados en diferentes actividades las cuales pueden ser afectadas por el ruido en diferentes grados.

Partiendo de estas consideraciones y conceptos, el objetivo principal que se plantea en este trabajo es analizar los efectos del ambiente de ruido en el estamento docente de un colegio público expuesto a dos importantes focos de contaminación acústica: tráfico aéreo y rodado. Asimismo, este trabajo se propone comprobar los efectos del aislamiento acústico realizado en dicho centro como medida de reducción del impacto del ruido y, por consiguiente, de los efectos derivados de la exposición al mismo.

El estudio se desarrolló en dos fases diferenciadas. La primera fase pre-aislamiento se llevó a cabo en mayo de 1989. La segunda fase post-aislamiento se realizó en mayo de 1990, en el curso escolar posterior a la instalación del aislamiento acústico. Entre ambas fases, por tanto, transcurrió un curso escolar.

Los resultados que se recogen en este artículo son parte de un estudio en el que se ha incluido la valoración de los efectos del ruido en los escolares, según el juicio de los profesores, así como los efectos de la atenuación del ruido en el rendimiento escolar y, concretamente, en las aptitudes y aprendizajes más afectados por el ambiente de ruido: atención, memoria, lectura y discriminación auditiva.

## 2.- LOCALIZACION DE LA ESCUELA

La Agencia de Medio Ambiente (Comunidad de Madrid) seleccionó el Colegio Público "Jaime Vera" para llevar a cabo un estudio piloto relacionado con su aislamiento acústico. Dicha escuela se encuentra situada en Torrejón de Ardoz (Madrid) estando expuesta a dos importantes focos de contaminación acústica: el ruido de aviones de la Base Aérea de Torrejón, que está situada a unos 800 metros de distancia del colegio y la carretera Nacional N-II Madrid/Barcelona con intenso tráfico a lo largo del día y que se halla a unos dos metros de distancia del colegio (figura 1).

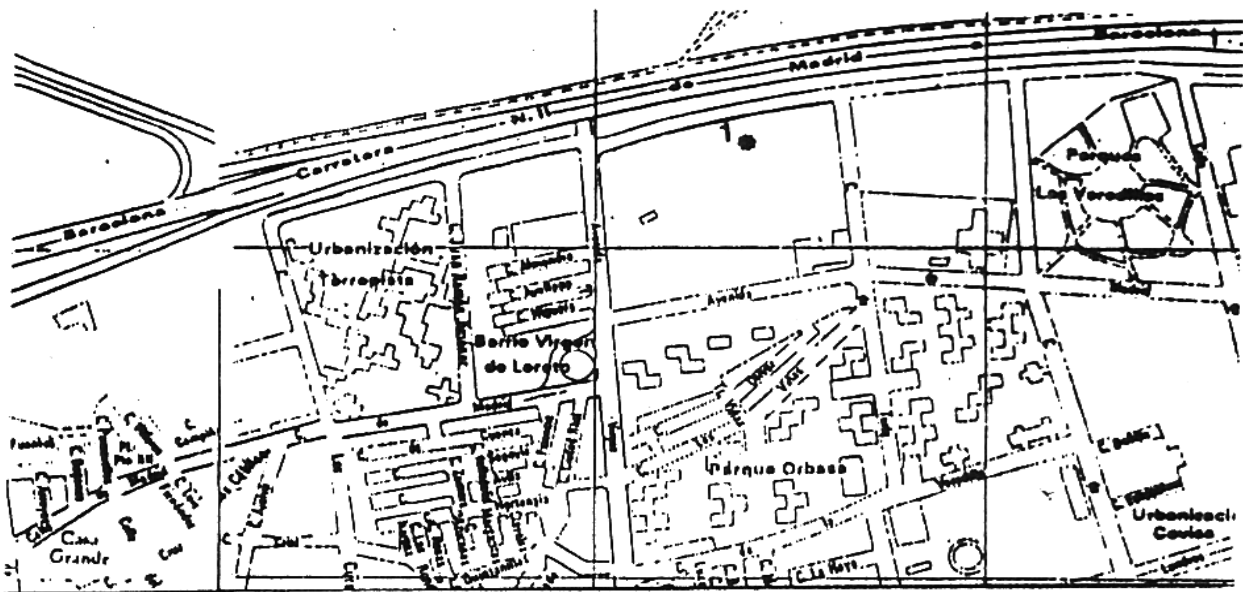


Fig. 1.- Situación del Colegio Jaime Vera

### 3.- METODOLOGIA

La valoración de los objetivos planteados en el estudio se realizó mediante un diseño comparativo pretest/posttest, es decir, antes y después del aislamiento.

#### Sujetos

Para este estudio se contó en la fase "pre-aislamiento" con el total de profesores que impartían clases en dicha escuela (N=29). En la fase "post-aislamiento", el número de profesores que participaron quedó reducido a 27, debido al traslado, a otro colegio, de dos profesores.

De los 27 profesores un 81,5 % eran mujeres y un 18,5 % hombres. Las edades estaban comprendidas entre 29 y 54 años, distribuidas del siguiente modo: 29-35 años (33,3 %), 36-42 años (48,2 %) y 43-54 años (18,5 %).

#### Cuestionario

La valoración subjetiva de los efectos del ambiente de ruido producido por las diferentes fuentes que afectan a la escuela se realizó, en la fase pre-aislamiento, mediante un cuestionario que constaba de 37 ítems. El cuestionario puede ser descrito en cinco apartados diferenciados:

- El primero pretende medir la valoración del grado en que las diferentes fuentes de ruido afectan a la escuela, así como la molestia experimentada en función de dichas fuentes.

- El segundo apartado trata de determinar las interferencias del ruido en las actividades docentes, así como las actitudes del profesorado ante tales interferencias.

- El tercer apartado está relacionado con lo que se denominó creencias de los profesores acerca del efecto del ruido en la salud.

- El cuarto apartado tenía la finalidad de valorar los efectos del ruido en los alumnos, según el juicio de los profesores.

- Finalmente, el último apartado del cuestionario estaba compuesto por una serie de variables socio-demográficas: edad, sexo, años de docencia en el colegio, etc. así como ciertos aspectos de los sujetos que podrían estar relacionados con la molestia debida al ruido: sensibilidad, adaptación y deseos de cambio de escuela.

En la fase post-aislamiento, se aplicó un nuevo cuestionario, en este caso los diferentes ítems hacían referencia a la situación concreta del ambiente de ruido después del aislamiento. Asimismo, se añadieron una serie de preguntas con el propósito de medir la percepción de los profesores acerca del aislamiento acústico realizado.

Los diferentes ítems del cuestionario fueron medidos en una escala de carácter cuantitativo y ordinal de cuatro niveles (1=nada, 4=mucho).

#### Medida del Ruido

El registro de los niveles de ruido se realizó en el interior de las aulas con un sistema compuesto por un micrófono de condensador Brüel & Kjaer modelo 4131 y un magnetófono de dos canales estéreo portátil Nagra IV-SJ.

El análisis y procesado de las cintas magnéticas grabadas se realizó con un analizador estadístico Brüel & Kjaer modelo 4426.

Estos niveles de ruido se midieron durante el mes de mayo en el periodo de la jornada escolar, desde las 9 h. 30 min. a las 12 h. 30 min. por la mañana y de 15 h. a 17 h. por la tarde.

#### Aislamiento Acústico

El aislamiento realizado en el colegio consistió, por un lado, en la instalación de dobles ventanas fijas con marcos independientes separados unos 10 cm., con cristales de unos 10 mm. de espesor.

Por otro lado, se procedió a la instalación de una barrera acústica dirigida especialmente a reducir el impacto del ruido generado por el tráfico rodado de la carretera N-II. La barrera, de una altura de 4 m. y constituida por bloques de hormigón de 20 cm. de espesor, discurre paralela a la carretera frente a la fachada del colegio en el límite del patio de recreo.

#### 4.- RESULTADOS

##### Nivel Ambiental de Ruido

Antes del aislamiento, el nivel equivalente de ruido de tráfico medido en el interior de las aulas con ventanas abiertas oscilaba entre 62 dB(A) en los pabellones más resguardados de la carretera y 70 dB(A) en el pabellón más próximo a la misma.

Los niveles de pico medidos en los momentos de sobrevuelo de aviones oscilaban, en un amplio margen, entre 72 y 103 dB(A) con ventanas abiertas. En los días de mayor movimiento de aviones se contabilizaron una media de un avión cada cuatro minutos aproximadamente.

La instalación de las dobles ventanas ha permitido una reducción del nivel ambiental de ruido que afecta a las aulas de unos 18 dB(A). Respecto a la barrera acústica, la atenuación del ruido de tráfico se sitúa entre 8 y 10 dB(A) para un punto situado en el centro del patio de recreo.

##### Respuestas al Ambiente de Ruido

**Molestia.** Los resultados relativos al grado en que las diferentes fuentes de ruido afectaban a la escuela pusieron de manifiesto que el ruido de aviones y tráfico fueron valorados por los profesores como los de mayor incidencia negativa en el ambiente escolar (figura 2). Esta valoración coincidió, a su vez, con los índices de molestia experimentados en relación a las fuentes de ruido analizadas, siendo el ruido de aviones y tráfico considerados como "muy molestos" por el 96,6 % y el 72,4 % de los profesores respectivamente. El porcentaje medio en la categoría "muy molesto" respecto a las otras fuentes de ruido fue de 22,4 %.

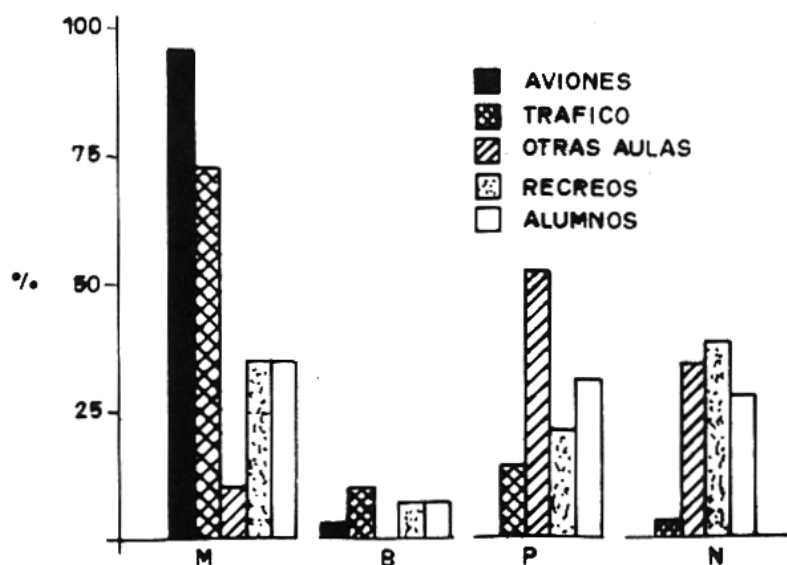


Fig. 2.- % de profesores según el grado en que valoran como afecta a la escuela las diferentes fuentes de ruido. M:Mucho; B:Bastante; P:Poco; N:Nada.

Después del aislamiento se constata que la valoración subjetiva del impacto del ruido de tráfico así como la molestia experimentada en relación con esta fuente de ruido ha disminuido significativamente; impacto ( $T=4$ ;  $P<0,05$ ) (fig.3), molestia ( $T=20$ ;  $P<0,01$ ) (fig.4). Por el contrario, respecto al ruido de aviones en relación a estas dos variables (impacto y molestia) no se ha constatado ningún cambio significativo, siendo su valoración similar a la de la fase pre-aislamiento.

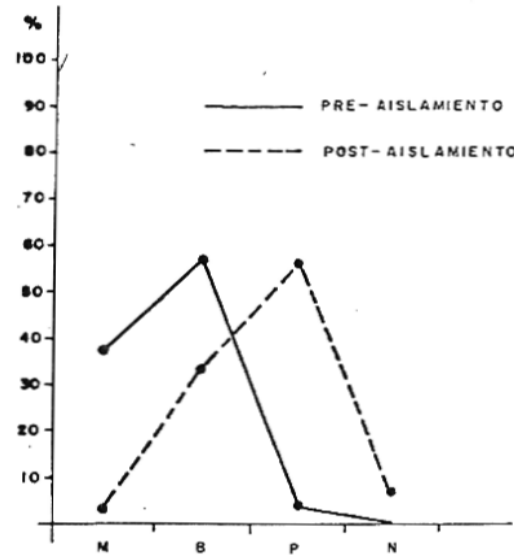
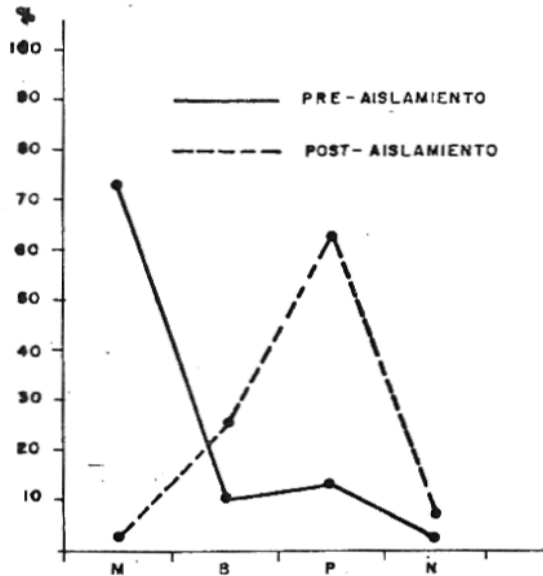


Fig 3. % de profesores según el grado en que valoran cómo afecta a la escuela el ruido de tráfico. M:Mucho; B:Bastante; P:Poco; N:Nada.

Fig 4. % de profesores según el grado de molestia sentida por el ruido de tráfico. M:Mucho; B:Bastante; P:Poco; N:Nada.

Interferencias en las actividades pedagógicas. La interferencia en la comunicación fue valorada por el conjunto de los profesores como el principal efecto negativo provocado por el ambiente de ruido en las actividades de clase, seguido del efecto en la concentración.

El porcentaje de profesores que señalan en la categoría de "mucho" el grado de interferencias del ruido en la comunicación y concentración fue de 93,1 % y de 65,5 % respectivamente. A su vez estas interferencias se hallan relacionadas ( $r=0,40$ ;  $P<0,05$ ).

Las interferencias provocadas, principalmente por el ruido de aviones, en la comunicación obliga a los profesores a realizar constantes interrupciones en las explicaciones o actividades de clase y, de manera especial, las que se hallan vinculadas a la percepción de la palabra. Esta conducta fue señalada por el 79,3 %

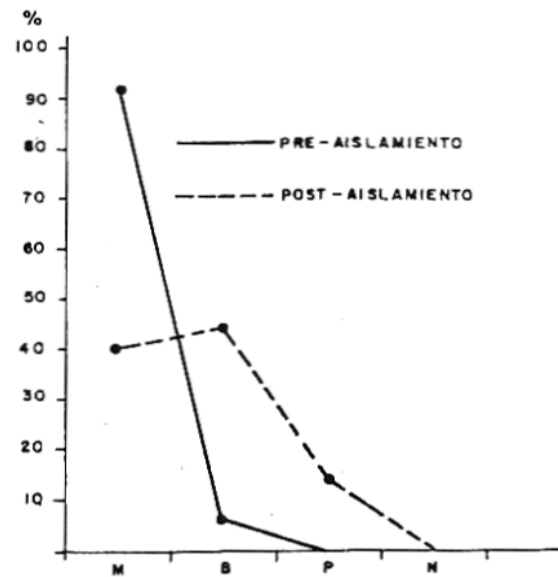


Fig 5. % de profesores según el grado de interferencias sufridas en la comunicación. M:Mucho; B:Bastante; P:Poco; N:Nada.



del profesorado como la más frecuentemente adoptada ante el ambiente de ruido.

Después del aislamiento se comprueba que la comunicación ha sido favorecida por la reducción del ruido, dado que el grado de interferencias en la comunicación fue significativamente menor en la fase post-aislamiento ( $T=0$ ;  $P<0,01$ ). El resto de las actividades estudiadas: concentración, rendimiento, relaciones interpersonales se hallan interferidas en menor grado por el ambiente de ruido, aunque las diferencias respecto a la fase pre-aislamiento no son significativas.

El menor grado de interferencias en la comunicación tras la atenuación del ruido queda reflejado por los cambios adoptados por el profesorado, en esta fase post-aislamiento, en las actitudes frente al ruido. Así, aunque la actitud de "interrumpir las explicaciones" continúa siendo la más adoptada, se ha producido, no obstante, un incremento significativo en la conducta de "mantener el mismo tono de voz". Este resultado muestra que la actual situación ambiental respecto al ruido permite, en mayor medida, la percepción de la palabra a los niveles normales de emisión.

Efectos en la salud. Los resultados del ítem que hacía referencia a los síntomas o trastornos fisiológicos que más frecuentemente padecían los profesores mostraron que en la fase pre-aislamiento, las perturbaciones vocales: voz cansada, afonía y dolores de garganta, fueron las más citadas por el conjunto de los profesores entrevistados, seguido de dolores de cabeza y problemas de audición.

En cuanto a los estados psicológicos más frecuentes durante la actividad escolar, los profesores citaron el de tenso, irritado y cansado. La tranquilidad y la satisfacción fueron, por el contrario, los estados de ánimo menos frecuentes.

Después del aislamiento no se ha constatado ningún cambio significativo en lo relativo a los efectos fisiológicos. Respecto a los estados psicológicos, aunque los más frecuentes continúan siendo los analizados en la fase pre-aislamiento, el porcentaje de profesores que los han citado ha disminuido ligeramente. A la vez la satisfacción, uno de los estados menos citados en la etapa pre-aislamiento, ha aumentado en esta fase post-aislamiento.

Del conjunto de estos resultados se puede inferir que, después del aislamiento, los cambios producidos, en los efectos psicológicos estudiados, apuntan hacia un mayor bienestar psicológico del profesorado.

## 5.- CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio han confirmado que, antes del aislamiento, el ambiente de ruido (tráfico y aviones) afectaba gravemente el desarrollo de las actividades docentes como consecuencia principalmente de las constantes interferencias en la comunicación producidas por el ruido de aviones.

Estas interferencias obligaban a los profesores a constantes interrupciones en la enseñanza, conducta más frecuentemente adoptada por el profesorado ante el ambiente de ruido, la

cual parece estar relacionada con la pérdida de concentración. No obstante, los profesores antes de recurrir a la "interrupción" tienden a elevar la voz a fin de ser oídos por sus alumnos, estas continuas elevaciones de la voz son el origen de los frecuentes trastornos fisiológicos, disfonías, que sufren los profesores.

Por otro lado, se constató que las condiciones adversas, desde el punto de vista acústico, en las que se impartía la enseñanza suponían un coste a nivel psicológico que se traducía en estados de irritación y tensión que, a su vez, conducían al cansancio y agotamiento al finalizar la jornada escolar.

La atenuación del ruido (barrera/dobles ventanas) ha supuesto una reducción significativa del nivel de ruido de tráfico. En cuanto al ruido de aviones, dados sus elevados niveles, la atenuación no se muestra suficiente ya que los niveles sonoros por el sobrevuelo de aviones, medidos en el interior de las aulas, continúan sobrepasando el nivel límite recomendado.

Esta diferencia en la eficacia del aislamiento en la reducción de estas dos fuentes de ruido queda reflejada en la valoración por parte de los profesores del ambiente de ruido.

Después del aislamiento los profesores manifestaron un impacto del ruido de tráfico significativamente menor en las actividades de clase lo que ha provocado, a su vez, una disminución significativa en el grado de molestia sentida. Respecto al ruido de aviones, aunque se percibe en menor grado la valoración del impacto en la escuela así como la molestia que elicitaba sigue siendo prácticamente similar a la fase pre-aislamiento.

A pesar de la escasa eficacia del aislamiento en la reducción del ruido de aviones se ha confirmado que las interferencias sufridas en la comunicación han disminuido significativamente lo que confirma que la actual situación permite, en mayor medida, la percepción de la palabra.

Asimismo, respecto a los efectos fisiológicos y psicológicos asociados al ruido los cambios, aunque no significativos, apuntan hacia un mayor bienestar del profesorado.

## BIBLIOGRAFIA

BRONZAFI, A. (1981). The effect of a noise abatement program on reading ability. *Journal of Environmental Psychology*, 1, 215-222.

EVANS, O.W. (1988). The nonauditory effects of noise on child development. *The 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. Stockholm (Sweden).

KO, N. (1979). Responses of teachers to aircraft noise. *Journal of Sound and Vibration*, 62, 277-292.

MOCH-SIBONI, A. (1986). *Los efectos nocivos del ruido*. Barcelona. Planeta.

SARGENT, J.W., GIDMAN, M.I., HUMPHREYS, M.A. y UTLEY, W.A. (1980). The disturbance caused to school teachers by noise. *Journal of Sound and Vibration*, 70, 557-572.