

PERCEPCIÓN SONORA DE LA POBLACIÓN INFANTIL DE PRIMARIA DE LA CIUDAD DE CÁDIZ

PACs: 43.66.-Lj. PERCEPTUAL EFFECTS OF SOUND

Giménez Anaya, Isabel¹; Hernández Molina, Ricardo²; Martínez Gómez, Francisco Javier¹

¹ Grupo de Vibroacústica, Universidad de Zaragoza. C/ María de Luna s/n – Edificio Betancourt. Campus Universitario Río Ebro, 50018 Zaragoza. Tel: 976 762 162. isabel@grupovac.org; fjmargo@unizar.es

² Laboratorio de Ingeniería Acústica. UCA. C.A.S.E.M .Campus Río San Pedro Puerto Real 11510. Cádiz Tel/Fax: 956 016 051 ricardo.hernandez@uca.es

ABSTRACT

A lot of studies developed in different countries have been focused on the levels of environmental noise at schools, on the differences in the learning depending on the acoustic conditioning of the classrooms and on the problems of comprehension due to the outdoors noise. There are not many surveys based on the sound perception in the children population.

A previous study which was presented in *Tecniacústica 2008* was based on the descriptive analysis of the surveys concerning the children's perception. The present paper is a review of the precedent study and it has the goal of advancing in the relationships between the children's perceptions and the measures of the levels of environmental noise that the children are exposed to at their schools.

Keywords: Perception sound, effects of noise, psychoacoustics

RESUMEN

Numerosos estudios realizados en diferentes países han sido enfocados al ruido en los colegios, a las diferencias en el aprendizaje en función del acondicionamiento acústico de las aulas y a problemas de comprensión debidos al ruido exterior, sin embargo, se echa de menos en estos estudios un análisis en profundidad de la percepción sonora del niño en función de la calidad de su entorno sonoro.

Tras una primera etapa expuesta en *Tecniacústica 2008* basada en el análisis descriptivo de las encuestas sobre percepción sonora realizadas por los alumnos de primaria de la ciudad de Cádiz, el objetivo del presente estudio ha sido avanzar en el análisis descriptivo anteriormente mencionado, correlacionando el aspecto subjetivo del primer trabajo con las medidas objetivas realizadas en el entorno ambiental de la propia población infantil.

Palabras clave: Percepción sonora, efectos del ruido, psicoacústica

1. INTRODUCCIÓN

El ruido es un agente contaminante con una importante componente subjetiva, siendo la realización de encuestas a la población expuesta uno de los caminos para obtener el grado o índice de molestia que el ruido provoca sobre ella. [1]

Los niños son, sin duda, la población que puede verse más afectada por los efectos de la contaminación acústica [2] y por lo tanto la población más vulnerable. Numerosos estudios han indicado que los niños están expuestos a altos niveles de ruido a lo largo del día, mostrando algunos de los más recientes realizados, partiendo de medidas realizadas en las escuelas cercanas a aeropuertos y próximas a las principales arterias de tráfico, que los niños que se encuentran en esta situación, están expuestos a altos niveles de ruido ambiental y por tanto a elevados niveles de molestia. [3]

Otros estudios se han basado en los efectos del ruido en los niños tanto sobre el aprendizaje como sobre el trabajo en las escuelas, incluyéndolo los efectos de la exposición crónica a diferentes tipos de ruido ambiental y escolar. [4] Un número más limitado de trabajos ha estudiado la molestia experimentada por los niños en relación con la exposición al ruido en sus escuelas,[4] y es aquí donde podemos encuadrar nuestro estudio, ya que vamos a intentar conocer, a través de la realización de encuestas, las fuentes de ruido que los niños perciben como más molestas de la ciudad de Cádiz para posteriormente y de manera objetiva compararlas con medidas realizadas en el exterior de las escuelas pudiendo corroborar dichas respuestas.

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo no es la mejora de la calidad acústica de las aulas, ni el cumplimiento de los objetivos de calidad en estas zonas acústicamente más sensibles, ni la mejora de la inteligibilidad de la palabra en el aula y sus consecuencias en el aprendizaje; sino el conocimiento de la sensibilidad de un niño frente al ruido, el tipo de fuentes de ruido que producen mayor molestia y su reacción ante ellas. Finalmente se cuantifica y se justifica esa sensibilidad mediante medidas objetivas de los niveles de presión sonora de los exteriores del entorno en el que viven los niños objetos de estudio.

3. DESARROLLO DEL ESTUDIO

La primera aproximación realizada de este trabajo fue expuesta en el *Tecniacústica 2008* [2], tratándose de un trabajo dedicado única y exclusivamente al procesado de las encuestas y a la obtención de los primeros resultados. Es importante recalcar que el resultado final del procesado de datos ha reforzado las primeras conclusiones obtenidas.

Una vez hecho el primer análisis de la percepción sonora infantil de los niños de primaria de la ciudad de Cádiz, se necesitaba afianzar de alguna manera los conocimientos adquiridos sobre el entorno sonoro que rodea a estos niños realizándose para ello una serie de medidas en el entorno de los colegios de la ciudad de Cádiz.

Es necesario recoger en la presente comunicación los resultados obtenidos de este primer trabajo [2] como referencia para poder justificar el desarrollo del presente estudio.

3.1 Análisis de las encuestas y resultados obtenidos.

El alcance de la muestra fue de 6.443 niños escolarizados durante el curso 2006-2007, repartidos entre 31 colegios y con edades comprendidas entre los 6 y 12 años de edad. De estos niños realizaron las actividades planteadas en la encuesta un total de 3.844 alumnos, de los cuales 1.904 fueron niños y 1.940 niñas. En porcentajes, el alcance de la muestra representó una participación del 59,66% del total, de los cuales, el 49,53% fueron niños y el 50,47% niñas. [2]

La encuesta estaba constituida por dos actividades, la primera era de carácter artístico y consistía en la realización de unos dibujos representativos de la percepción (Ruido y silencio), mientras que en la segunda se debía completar un cuestionario de diez preguntas relativas a conceptos de ruido y sonoridad.

El proceso de análisis comenzó con una clasificación de los datos por colegios con el objeto de conocer cuál era la principal fuente generadora del ruido que rodeaba a los alumnos, con esta clasificación se pretendía poder caracterizar el entorno en el que viven contrastándolo con las mediciones de niveles sonoros realizadas en el exterior de los colegios.

De acuerdo con los principales resultados obtenidos, las principales fuentes de ruido percibidas por los niños según el colegio fueron las siguientes:

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tráfico | 21,5 | 23,1 | 14,5 | 27,2 | 14,8 | 25,2 | 20,8 | 15,4 | 32,7 | 20,1 | 13,2 | 29,1 | 29,6 | 25,8 | 34,8 |
| Obras | 18 | 19,9 | 14,5 | 9,6 | 19,7 | 15,9 | 31,2 | 15,4 | 17,7 | 10,4 | 9,1 | 4 | 22 | 28,8 | 7,6 |
| Gritos | 9,4 | 16,2 | 11,8 | 16 | 13,1 | 12,1 | 13,6 | 30,8 | 7,7 | 11 | 14,7 | 8,5 | 10,5 | 7,6 | 7,6 |
| Música | 22,9 | 12,3 | 23,7 | 16 | 24,6 | 17,8 | 15,2 | 7,7 | 13,6 | 26,8 | 15,7 | 26,1 | 10,1 | 10,6 | 13,6 |
| Tormenta | 6,3 | 4 | 7,9 | 3,2 | 3,3 | 8,4 | 3,2 | 0 | 4,5 | 12,2 | 5,58 | 4,52 | 5,78 | 1,51 | 9,09 |

Tabla 1: %Ruido percibido según colegio de C1 a C15

| | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | C21 | C22 | C23 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 | C30 | C31 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tráfico | 28,7 | 35,8 | 39,6 | 30 | 31,1 | 30,2 | 20,8 | 29,9 | 15,7 | 36,7 | 27,6 | 31,3 | 41,4 | 30,4 | 28,4 | 32,9 |
| Obras | 20,2 | 17,6 | 14,6 | 0 | 33,8 | 30,2 | 26,4 | 19,7 | 15,7 | 2 | 26,7 | 28,1 | 8,6 | 16,1 | 19 | 9,6 |
| Gritos | 14,9 | 9,7 | 4,2 | 30 | 5,4 | 4,7 | 11,1 | 12,7 | 13,7 | 12,2 | 18,1 | 3,1 | 8,6 | 8,9 | 7,8 | 6,8 |
| Música | 12,8 | 19,4 | 8,3 | 0 | 9,5 | 14 | 19,4 | 16,6 | 21,6 | 28,6 | 12,1 | 5,2 | 10,3 | 35,7 | 14,7 | 16,4 |
| Tormenta | 2,13 | 7,3 | 18,7 | 10 | 1,35 | 2,3 | 4,2 | 7 | 17,6 | 2 | 0,9 | 2,1 | 1,7 | 8,9 | 6,9 | 6,8 |

Tabla 2: %Ruido percibido según colegio de C15 a C31

A la vista de los resultados obtenidos el 61% de los 31 colegios existentes en la ciudad de Cádiz, asocian el ruido al tráfico rodado, el 23% lo asocian a la música, el 16% lo asocian a las obras y el 6% a los gritos. [5]

Es destacable que en el colegio C8, situado en el centro de la ciudad de Cádiz en una zona con un nivel de vida medio - bajo, el mayor porcentaje de asociación perceptiva al ruido sea la de los gritos (30,8%).

Los colegios C7, C14 y C21 por su parte asocian el ruido con las obras; resultando interesante apuntar que el colegio C7 colinda con una obra de construcción de un nuevo edificio de viviendas estando el colegio C21 situado enfrente de esa misma. Al colegio C14 le sucede lo mismo dado que tiene una ubicación próxima a una parcela en la que se están empezando obras de construcción en el momento de realizar la encuesta.

3.2 Ubicación de los colegios y puntos de medida

El estudio se llevó a cabo en la Ciudad de Cádiz abarcando la totalidad de los colegios públicos y privados de la misma. Conviene considerar que la ciudad de Cádiz se caracteriza por ser una ciudad consolidada desde el punto de vista acústico, ya que la propia geografía de la ciudad impide la ampliación urbanística, circunstancia ésta que le dota de estabilidad en lo referente al tráfico, industria y otros focos de ruido. El comportamiento acústico general de la ciudad es bastante homogéneo, tanto de día como de noche, pudiendo afirmarse que la principal fuente de ruido es el tráfico rodado junto con la maquinaria empleada en obra civil. [2]

La asignación de los niños a cada uno de los colegios se encuentra supeditada a un criterio de proximidad, es decir los colegios están obligados a admitir, preferentemente, a los niños que

residen en su entorno más próximo. Este hecho es importante ya debemos tener en cuenta, en relación al entorno acústico en el que los niños se desenvuelven, los siguientes aspectos: características del barrio, su nivel social, la proximidad a parques, plazas o playas, la existencia de obras próximas a su residencia, el volumen de tráfico rodado, la geometría de las calles, etc. [2]

A continuación, en la *Figura 1* se localizan los colegios de primaria, tanto públicos como concertados, de la ciudad de Cádiz, asimismo se representa una zona sombreada ilustrando el criterio de proximidad.

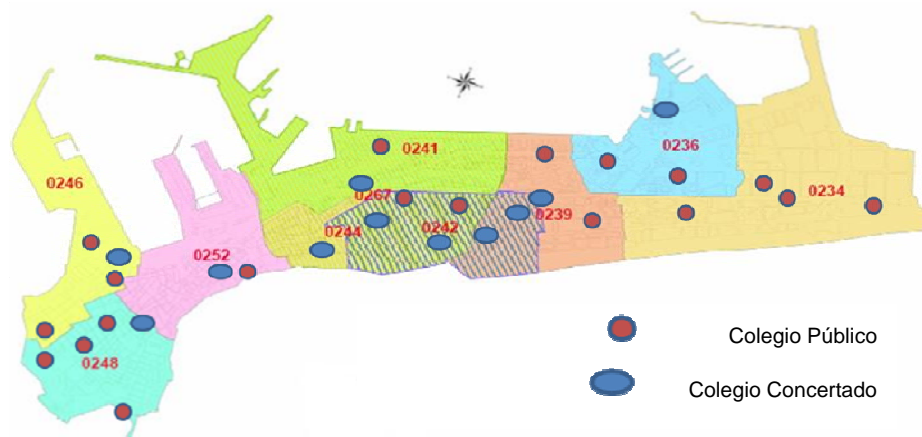


Figura 1: Ubicación de los colegios y criterio de proximidad.

Una vez localizados todos los colegios, realizada la encuesta y analizados los datos obtenidos, se decidió medir los niveles de ruido exterior (L_{Aeq}) promediados a lo largo de un año para poder conocer el nivel ruido al que están sometidos los niños en su entorno más próximo, esta medición se realizó para poder relacionar su percepción con el entorno que les rodea y por último, observar si existe alguna correlación entre este nivel medido y la percepción subjetiva que el niño tiene de dicho entorno.

Asimismo, a partir de los datos obtenidos se pudo conocer el grado de contaminación acústica exterior al que los niños están sometidos, realizándose una comparación entre los valores medidos y los niveles recomendados, tanto por la Organización Mundial de la Salud [10, 11] como por Legislación Estatal vigente en materia de ruidos (Real Decreto 1367/2007) [9].

Las medidas se realizaron a lo largo de un año en las calles cercanas a los centros escolares. Una vez promediadas las medidas (L_{Aeq}) los niveles de ruido obtenidos fueron los que se muestran en la *Tabla 3*:

| Colegio | L_{Aeq} | Colegio | L_{Aeq} | Colegio | L_{Aeq} | Colegio | L_{Aeq} |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| C1 | 74,1 | C9 | 72,4 | C17 | 71,5 | C25 | 71,9 |
| C2 | 74,6 | C10 | 76,7 | C18 | 77,1 | C26 | 69,5 |
| C3 | 77,1 | C11 | 76,8 | C19 | 74,1 | C27 | 68,7 |
| C4 | 72,4 | C12 | 76,2 | C20 | 74 | C28 | 74,9 |
| C5 | 68,7 | C13 | 73,5 | C21 | 76,2 | C29 | 76,7 |
| C6 | 68,7 | C14 | 74,8 | C22 | 72,1 | C30 | 73,5 |
| C7 | 72,1 | C15 | 76,7 | C23 | 68,4 | C31 | 76,1 |
| C8 | 69,7 | C16 | 73,7 | C24 | 71,1 | | |

Tabla 3: L_{Aeq} en las proximidades de los colegios.

Se observa que todos los niveles exteriores se encuentran en un rango de valores comprendidos entre 68,7 dBA – 77,1 dBA.

Del análisis de los resultados se desprende que los valores medidos realizadas en los exteriores de los colegios incumplen con los valores guía recomendados por la OMS (Ver *Tabla 4*), incumpliendo igualmente los objetivos de la calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas recogidos en el Anexo II del RD 1367/2007 (Ver *Tabla 5*)

| Ambiente específico | Efecto crítico sobre la salud | L _{Aeq} |
|--|---|------------------|
| Exteriores | Molestia grave en el día y al anochecer | 50 - 55 |
| | Molestia moderada en el día y al anochecer | |
| Escuelas, áreas exteriores de juego | Molestia (fuente externa) | 55 |
| Salas de clase e interior de centros preescolares | Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje | 35 |
| Interior de la vivienda, dormitorios | Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer | 35 - 30 |
| | Trastorno del sueño durante la noche | |

Tabla 4: Valores guía para el ruido urbano (Fuente: OMS).

| Tipos de área acústica | | L _{Aeq} |
|------------------------|--|------------------|
| e | Predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica | 60 – 50 |
| a | Predominio de suelo de uso residencial | 65 – 55 |
| d | Predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c) | 65 – 70 |
| c | Predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos. | 63 – 70 |
| b | Predominio de suelo de uso industrial | 65 – 75 |
| f | Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. | Sin determinar |

Tabla 5: Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes (Fuente: RD 1367/2007).

En la *Figura 2* se presentan de forma gráfica los L_{Aeq} promediados anualmente para cada colegio frente a los valores guía recomendados por la OMS y los Objetivos de Calidad establecidos en el Real Decreto 1367/2007:

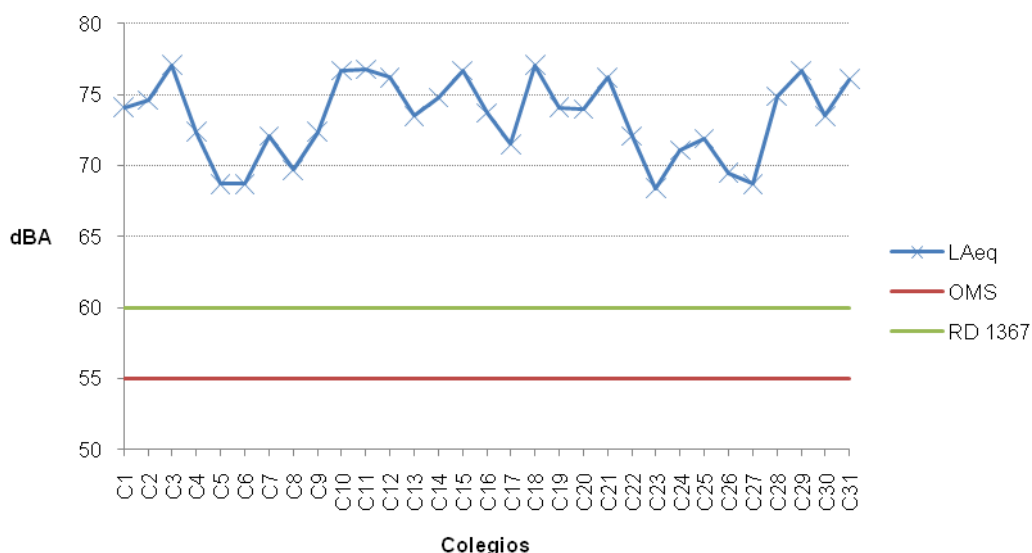


Figura 2: Representación gráfica de LAeq medido frente a LAeq recomendados por OMS y Real Decreto 1367/2007

3.3 Percepción y niveles de presión sonora

En la *Tabla 6* se presentan los resultados obtenidos en los apartados anteriores:

| Colegio | Ruido | LAeq | Colegio | Ruido | LAeq | Colegio | Ruido | LAeq | Colegio | Ruido | LAeq |
|-----------|---------|------|------------|---------|------|------------|---------|------|------------|---------|------|
| C1 | Música | 74,1 | C9 | Tráfico | 72,4 | C17 | Tráfico | 71,5 | C25 | Tráfico | 71,9 |
| C2 | Tráfico | 74,6 | C10 | Música | 76,7 | C18 | Tráfico | 74,8 | C26 | Tráfico | 69,5 |
| C3 | Música | 77,1 | C11 | Música | 76,8 | C19 | Tráfico | 74,1 | C27 | Tráfico | 68,7 |
| C4 | Tráfico | 72,4 | C12 | Tráfico | 76,2 | C20 | Obras | 74 | C28 | Tráfico | 77,1 |
| C5 | Música | 68,7 | C13 | Tráfico | 73,5 | C21 | Tráfico | 76,2 | C29 | Música | 76,7 |
| C6 | Tráfico | 68,7 | C14 | Obras | 74,8 | C22 | Obras | 72,1 | C30 | Tráfico | 73,5 |
| C7 | Obras | 72,1 | C15 | Tráfico | 76,7 | C23 | Tráfico | 68,4 | C31 | Tráfico | 76,1 |
| C8 | Gritos | 69,7 | C16 | Tráfico | 73,7 | C24 | Música | 71,1 | | | |

Tabla 6: Clasificación por colegios, fuente de ruido y LAeq.

Analizando los resultados de la *Tabla 6* se puede observar que los mayores niveles de ruido (77,1 dBA) se han medido en los colegios C3 y C28, siendo importante resaltar que estos dos colegios se encuentran en la misma vía principal que rodea el centro de la ciudad de Cádiz. Esta vía, resaltada en amarillo en la *Figura 3*, posee características diferenciales importantes desde el punto de vista acústico como son el tipo de pavimento, la pendiente y la limitación de la velocidad.

En el tramo Sur, donde se encuentran ubicados los colegios C28, C16 y C3, la calzada tiene un pavimento tipo adoquín teniendo en la parte sureste de la misma una pendiente más pronunciada que en el resto de su trazado.

Estas características, pendiente, tipo de pavimento y límite de velocidad de los vehículos en la vía urbana (< 50 Km/h), hace que los niveles de presión sonora medidos sean mucho mayores.

Un dato interesante relativo al colegio C28, situado en la misma vía, es el porcentaje (41,4%) de niños que consideran como ruido más molesto el del tráfico rodado mostrando, las medidas realizadas en este colegio elevados niveles de ruido (77,1 dBA) sufridos por los alumnos. En la *Figura 3* se localizan los colegios en color rojo.



Figura 3: Foto aérea del centro de Cádiz con la ubicación de los colegios C3, C16 y C28 y la vía (Fuente: Google Earth).

Los menores niveles de ruido corresponden a los colegios C5, C6, C23 y C27, estando situados en zonas interiores de la ciudad donde el tránsito vehicular es menor.

Cabe concluir que debido a esta circunstancia los alumnos del colegio C5 asocian el ruido a música alta y no al tráfico rodado. Sin embargo en el Colegio C23 al estar situado en una vía de entrada a la ciudad los alumnos asocian la percepción de ruido al tráfico rodado.

CONCLUSIONES

Los niños de primaria de la ciudad de Cádiz están expuestos a elevados niveles de ruido tanto en la escuela como en sus lugares de residencia. Corroborándose que el tráfico rodado es el principal problema del ruido urbano en las ciudades incluso para este estrato de la población.

Los alumnos de primaria asocian el ruido urbano a otras fuentes, la mayoría de ellas producidas por las actividades humanas del día a día, como son las obras, la música, los gritos, los aparatos electrónicos y los instrumentos musicales. La única asociación del ruido a una causa natural es la debida a los fenómenos meteorológicos, asociando los niños el ruido con el sonido producido por una tormenta o el silbido del viento.

Existen diferencias de percepción del ruido atendiendo a los siguientes criterios:

- Localización del colegio como son los casos de los colegios C5 y C23.
- Nivel social de los niños, colegio C8
- Características de la vía urbana (tipo de pavimento y pendiente) C28 y C16

En relación a la percepción por parte de los niños del ruido y el silencio, se puede concluir:

- El ruido supone para los niños molestia, daño y tener enfermedades. Lo asocian con lo desagradable, los tonos fuertes, el sonido en general, el escándalo y/o jaleo. Ante el ruido reaccionan de manera física, tapándose los oídos; y de manera sentimental provocándoles enfados, miedos, sustos, etc.
- El silencio supone para ellos relajación, calma, tranquilidad, descanso, bienestar, estar callados e incluso nada (algo que no existe). Lo identifican con la naturaleza (lugares donde no hay tráfico), lugares vacíos o de recogimiento personal.

Bibliografía

[1] Suárez Silva, Enrique; Recuero López, Manuel. Study of perception on the acoustic environmental of students in the Menorca Island.

[2] Hernández Molina, Ricardo; Giménez Anaya, Isabel; Cueto Ancela, José Luis; Jiménez Pérez, Tamara; Giménez Sanz, José Luis. Una primera aproximación a la percepción sonora en la población infantil de la ciudad de Cádiz. Coimbra 2008

[3] Dockrell, Julie E; Shield, Bridget. Children's perceptions of their acoustic environment at school and at home. *Acoustical Society of America*, 2004, pp. 2964–2973.

[4] Shield, Bridget M.; Dockrell, Julie E. The effects of noise on children at school: a review. *J. Building Acoustics* 10(2), 97 – 106, 2003.

[5] Giménez Anaya, Isabel. Percepción sonora en la población infantil de primaria de la Ciudad de Cádiz. Trabajo de Investigación de Máster.

[6] Klatte, Maria; Wegner, Marlis; Hellbrück, Jürgen. Noise in the School Environment and Cognitive performance in Elementary School Children, *ForumAcusticum*, 200.

[7] S A Stansfeld, B Berglund, C Clark, I Lopez-Barrio, P Fischer, E Öhrström, MMHaines, J Head, S Hygge, I van Kamp, B F Berry. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study, OMS.

[8] Ouchterlony, Helena; Norell, Marie. Pupils'Environment in schools. Swedish work environment authority.

[9] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

[10] Occupational and community noise, Organización Mundial de la Salud.

[11] Guía para el ruido urbano. *OMS*