

## Paradigmas para la investigación de las molestias por ruido

**Ing. Federico Miyara**

*Laboratorio de Acústica y Electroacústica  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Universidad Nacional de Rosario*

### 1. Introducción

Se han realizado gran cantidad de investigaciones sobre las molestias ocasionadas por el ruido. La mayor parte de los estudios ha procurado obtener relaciones cuantitativas que permitieran predecir la molestia a partir de mediciones objetivas del ruido. En otros casos se ha procurado establecer vinculaciones con afecciones a la salud relacionadas con la molestia, por ejemplo, trastornos psicológicos como el estrés.

Probablemente muchos trabajos exhaustivos han sido impulsados por investigaciones encomendadas a la Agencia de Protección Ambiental norteamericana (EPA). Sin embargo, se han efectuado estudios de ruido ya en 1925 [1,2], y, posteriormente, en 1929, cuando la Comisión de Lucha Contra el Ruido hizo la primera determinación de ruido en la ciudad de Nueva York [3].

Revisaremos en este trabajo los principales paradigmas que se han seguido para el estudio de esta interesante problemática, así como las dificultades encontradas y los resultados típicos obtenidos. Finalmente, se expondrán algunas propuestas.

### 2. Indicadores

Los indicadores numéricos destinados a cuantificar el ruido se han venido desarrollando desde los comienzos de la instrumentación acústica, en las primeras décadas del siglo XX [4]. En 1933 Fletcher y Munson publicaban el primer informe detallado sobre la compleja relación existente entre la sonoridad, un atributo subjetivo del sonido, y sus propiedades físicas (frecuencia y nivel de presión sonora) [5]. Esto condujo al intento fallido de resolver el problema de la valoración numérica de la sonoridad mediante las redes de ponderación A, B y C [6, 7]. La falla residía en que los contornos de Fletcher y Munson habían sido obtenidos para tonos puros y no para sonidos poliarmónicos o de espectro continuo. Es interesante destacar que en el estudio ya mencionado de Nueva York [1,2] se aplicó un método comparativo de medición, que en lugar de utilizar un sonómetro o medidor de nivel sonoro (o *acustímetro*, como se lo denominaba al principio), empleaba un audiómetro, el cual se utilizaba para enmascarar el ruido a medir. Pese a las dificultades prácticas, este método se aproximaba más a una medición subjetiva.

La verdadera determinación de la sonoridad subjetiva vendría mucho más tarde, con los métodos de Stevens [8] y Zwicker [9], plasmados luego en la Norma ISO 532 [10]. Sin embargo, la sonoridad no constituye por sí misma una indicación del grado de molestia, como lo prueba el ejemplo de la gota de agua de un grifo que pierde en contraste con las millones de gotas de la lluvia.

A pesar de todo esto, la amplia difusión y disponibilidad de los sonómetros con ponderaciones de frecuencia A y C condujo a que fueran éstos los instrumentos de medición más ampliamente utilizados por los investigadores para estudiar los efectos del ruido en el ser humano [6], alentados por algunos importantes éxitos. Ya en décadas más recientes, se incorpora el sonómetro integrador, relevando al usuario de tener que efectuar integraciones manuales y de menor confiabilidad.

En 1974 la Agencia de Protección Ambiental norteamericana publicó un documento sobre los niveles de ruido aceptables para proteger la salud y el bienestar encargado en 1972 por ley del Congreso [11]. En el mismo, conocido como *el documento de los niveles* (The Levels Document) se consideran detalladamente cuestiones como el daño auditivo y la molestia. Una de las primeras consideraciones se refiere a la elección del indicador más ventajoso. Las condiciones que ha de cumplir tal indicador son:

1. Debe poder aplicarse a la evaluación del ruido en varios ámbitos de percepción y durante períodos largos de tiempo
2. Debe exhibir una buena correlación con los efectos individuales y públicos del ruido.
3. Debe ser simple y precisa. Debería servir al mismo tiempo para planificación para límites reglamentarios y para monitoreo.
4. El instrumento capaz de medirlo debe ser normalizado y estar disponible comercialmente.
5. El indicador debería estar relacionado con los métodos habituales.
6. El valor del indicador debería ser predecible a partir del conocimiento de las fuentes y los fenómenos físicos causantes del ruido.
7. El indicador debería poder medirse con monitores autónomos ubicados en espacios públicos durante tiempos prolongados.

Condiciones tan específicas conducen rápidamente a que el indicador sea el nivel equivalente  $L_{Aeq}$ , o alguna de sus variantes como el nivel día-noche,  $L_{dn}$ , definido como el nivel equivalente al cual se le ha aplicado una *penalización* (incremento) de 10 dB a los ruidos ocurridos durante la noche:<sup>1</sup>

$$L_{dn} = 10 \log \frac{1}{24} \left( 15 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right)$$

Según el documento *Position paper on EU noise indicators* [12] emitido por la Comisión Europea, los indicadores deberían tener varios atributos para su adopción generalizada.

El primero de ellos es la *validez*, es decir que se correlacione con los efectos que se pretenden controlar. Debe tenerse en cuenta que el objetivo de estos indicadores es, en la mayoría de los casos, fijar una base numérica sobre la cual regular, controlar, reprimir o prevenir actividades causantes de ruido, de allí que los efectos a considerar dependan de cuestiones contextuales y políticas además de técnicas. Por ejemplo, en ambientes laborales, particularmente en ciertos tipos de industria, es muy difícil lograr niveles de ruido muy bajos, por lo cual los efectos pertinentes son el daño auditivo y otras enfermedades derivadas de la exposición a ruidos intensos (estrés, hipertensión,

---

<sup>1</sup> Se considera el día como el período de 15 horas entre las 7 y las 22, y la noche entre las 22 y las 7 del día siguiente,

daños de la voz, etc.). En estos casos hay recursos para detectar tempranamente los individuos más lábiles o susceptibles. En ambientes urbanos, donde está en juego una población mucho más extensa (y sobre la cual es impráctica la realización de exámenes otológicos periódicos), los criterios son siempre más exigentes, prestándose atención a efectos tales como la molestia.

El segundo atributo es la *aplicabilidad práctica*, es decir la facilidad para calcularlo a partir de mediciones efectuadas con equipamiento ampliamente disponible. Esto conlleva la desventaja de que los equipos más difundidos permiten medir el nivel sonoro ponderado y el nivel equivalente, lo cual restringe otras posibilidades.

Otros atributos son la *transparencia*, es decir que resulte sencillo de explicar y usar, la *consistencia* con las prácticas habituales más ampliamente difundidas, y la factibilidad de su uso para comprobación de cumplimiento o no de límites reglamentarios.

En el *Position paper on EU noise indicators* [12] publicado por la Comisión Europea se propone como indicador recomendado para los informes sobre ruido en toda la Unión Europea el valor  $L_{EU}$ , definido como

$$L_{EU} = 10 \log \frac{1}{24} \left( 12 \times 10^{\frac{L_{día}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{tarde} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{noche} + 10}{10}} \right)$$

donde  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$ ,  $L_{noche}$ , son, respectivamente, los niveles equivalentes extendidos a periodos de 12, 4 y 8 horas respectivamente, seleccionados apropiadamente a las características regionales de cada país.

En resumen, en ambos casos, representativos de dos momentos históricos dos contextos políticos y dos situaciones geográficas diferentes, se adoptan indicadores similares que tienen en cuenta muy especialmente la disponibilidad masiva del equipamiento y la conveniencia de atenerse a la tradición. Las ventajas son varias: simplicidad, aprovechamiento de resultados anteriores, comparabilidad de estudios, etc. La desventaja es un estancamiento histórico considerable, al desaprovechar las posibilidades que brinda actualmente la tecnología [6].

### 3. Encuestas

Uno de los primeros enfoques, y, en consecuencia uno de los más transitados, ha sido el de llevar a cabo encuestas a poblaciones expuestas a diferentes tipos y niveles de ruido, para luego intentar correlacionar los resultados de estas encuestas con las mediciones efectuadas

En el estudio realizado en Nueva York en 1929 [3], se efectuó un primer análisis de la molestia pero no en términos de una encuesta formal, sino en función de la cantidad de protestas de los vecinos afectados en cada rango de niveles de ruido. Ya entonces los investigadores eran conscientes de que la molestia (expresada a través del número de protestas) no estaba determinada únicamente por el nivel del ruido. La frecuencia de aparición de los ruidos también demostraba ser importante, así como el espectro, el carácter estacionario o intermitente y la clasificación como innecesario o necesario.

El recurrir a las cifras de protestas espontáneas tiene el inconveniente de que no permite un adecuado control de las variables involucradas, por lo cual las conclusiones obtenidas pueden estar contaminadas por interferencia de variables, especialmente si los resultados han de extrapolarse a otras situaciones. La ventaja es que permite una evaluación interesante desde el punto de vista político a nivel municipal, ya que con muy baja

inversión se puede determinar la magnitud del problema social vinculado al ruido, particularmente el proveniente de fuentes específicas como discotecas, autopistas o fábricas.

La primera gran encuesta propiamente dicha que se halla descripta en el exhaustivo catálogo de Fields [14] es la *Encuesta de Ruido en el Hogar* (British Home Noise Survey) realizada en 1943 a 2017 personas en 40 ciudades de Gran Bretaña, orientada hacia los ruidos comunitarios y los generados en el propio hogar. Otras importantes encuestas han sido la *Encuesta Nacional Canadiense sobre Ruido Comunitario* de 1978, con 8838 encuestados, la *Encuesta sobre Ruido Comunitario* a 13.000 personas en Inglewood, California, Estados Unidos, hecha en 1969, y las *Encuestas Anuales sobre Vivienda* hechas por la Oficina de Censos de los Estados Unidos, que durante varios años (1976, 1977, 1979, 1981 y 1983.) contuvieron dos preguntas sobre ruido, se extendieron a alrededor de 70.000 personas de zonas geográficas estadísticamente representativas.

Como ejemplo de una encuesta realizada con gran control sobre las variables, en la primavera de 1974 [15] la Agencia de Protección Ambiental norteamericana llevó a cabo una importante encuesta nacional cuyos resultados fueron dados a conocer en 1977 por la propia EPA y en 1978 por Fidell [16]. La encuesta se extendió a más de 2037 personas cuidadosamente seleccionadas en 24 sitios de 7 ciudades (Atlanta, Boston, Chicago, Los Ángeles, San Francisco, Seattle, Washington) cubriendo virtualmente todos los tipos de fuentes (pero no predominantemente de origen aeronáutico o de autopistas), a diferencia de otros estudios previos, así como todos los estilos de vida. Los sitios se seleccionaron entre cien sitios en toda la nación en los cuales existían detalladas mediciones de ruido previas. Además, al mismo tiempo en que se efectuaban los cuestionarios se tomaron mediciones de ruido extendidas a 24 horas. Se adoptó como criterio encuestar a un número similar de personas en cada rango de 5 dB de exposición  $L_{dn}$ , cubriendo los rangos 50, 55, ..., 75 dB. Como segundo criterio, se entrevistaron personas representativas de cuatro rangos de densidades poblacionales: 2000, 6300 (suburbano), 2000 y 63000 (céntrico) habitantes por milla cuadrada. El tercer criterio fue que el número de habitantes en cada densidad tuviera igual distribución que a nivel nacional. Finalmente, se seleccionaron ciudades representativas de las grandes áreas geográficas del país. Las preguntas fueron administradas por teléfono y en algunos casos personalmente. Algunas conclusiones fueron que había una conexión entre el ruido típico en la población norteamericana y la molestia generalizada, la interferencia a la palabra y la interferencia al sueño. Además se obtuvo una relación dosis-efecto que permitía predecir el porcentaje de personas altamente molestas por el ruido. También se concluyó que la predominancia de problemas de interferencia a la palabra es un buen predictor de la predominancia de la molestia por ruido. Finalmente, el porcentaje de personas que realmente protestan en forma espontánea es un indicador poco efectivo de la predominancia de la molestia. El cuidadoso control de las variables y un adecuado tratamiento estadístico permitió reducir la cantidad de encuestados pero al mismo tiempo obtener conclusiones significativas.

Las encuestas proveen información valiosa ya que permiten conocer directamente la opinión de los habitantes expuestos al ruido, pero requieren una considerable labor previa, una infraestructura logística muy importante y a menudo costosa, y un importante procesamiento ulterior de la información recogida. Esto eleva los costos, particularmente cuando la cifra de encuestados es grande. Afortunadamente es posible programar encuestas de forma tal que con una mínima cantidad de encuestados se puedan obtener resultados representativos, como en el caso descrito. Para ello se procura que la muestra sea representativa en todas las variables que pudieran importar o influir en lo que se quiere determinar [17].

En ese sentido muchas encuestas metodológicamente correctas, son organizadas por los entes municipales o nacionales para obtener información de apoyo para diagramar sus políticas. Pero una encuesta cuidadosamente elaborada y aplicada permite también recoger información con valor científico intrínseco, es decir, que ayuda a comprender la naturaleza del fenómeno de la molestia. Es común, también, que se logren conjugar ambos objetivos, cuando la municipalidad delega la realización de las encuestas en centros de investigación, por ejemplo las universidades. En este caso el órgano político logra la información que necesita, y la universidad le agrega valor, aprovechando la costosa logística desplegada para incorporar sus propios paradigmas y protocolos.

En estos casos es de rigor un control meticuloso de las condiciones en las que se realiza la encuesta. Así, el propio encuestador no debe perturbar el fenómeno a describir o a informar. Por ejemplo, debe evitarse crear prejuicios en el entrevistado, así como hacerle perder el interés o el entusiasmo por responder el cuestionario, provocarle cansancio, tedio, etc. Esto es importante dado que la encuesta no mide directamente la realidad, sino que la informa mediatizada por lo que manifiesta el encuestado. Podría suceder que la persona encuestada no tenga una opinión definida con respecto al asunto interrogado, y que, o bien transmita una opinión ajena, o bien adapte su respuesta según cómo se formule la pregunta. En algunos casos se pueden realizar más de una pregunta sobre un determinado punto, que permitan determinar la coherencia entre las respuestas.

En algunos casos los cuestionarios son conducidos por el encuestador, quien solicita las respuestas personalmente, telefónicamente, etc. En otros, el cuestionario debe ser respondido por escrito por el encuestado, sin intervención del encuestador (ya sea que éste se lo entregue en mano para recogerlo después, o se le envíe por correo). En cualquiera de los dos casos, las preguntas deben estar redactadas de una manera sencilla y muy clara, de manera de garantizar que el encuestado comprenda con rapidez exactamente qué se le está preguntando, lo cual puede depender de su nivel cultural. Debe evitarse toda ambigüedad, o preguntas que abarquen más de una cuestión. Por ejemplo, sería incorrecto preguntar si un determinado ruido es más intenso y más molesto que otro, ya que no podrá discriminarse a cuál de las preguntas se responde. También deben evitarse las preguntas con contenido emocional que pudiera alterar la actitud del encuestado y por lo tanto su respuesta. Siempre es conveniente hacer una prueba piloto con una pequeña cantidad de personas para corregir defectos de redacción que podrían hacer que una pregunta fuera tendenciosa, o ambigua, o de difícil interpretación.

Una cuestión importante en cuanto a las encuestas es la información que debe suministrarse al término de su evaluación. Fields, en la Guía para la comunicación de información relativa a encuestas acerca del ruido comunitario [18], observa que frecuentemente existen inconsistencias en la presentación de la información, lo cual torna los resultados de los diferentes estudios difíciles de comparar, lo cual a su vez dificulta el avance de la comprensión de fenómenos como la molestia a causa del ruido. Así, de más de 400 encuestas citadas en la literatura, sólo algunos proporcionaban información completa. Por ejemplo, apenas un 68% daban cuenta del mes de realización de la encuesta. Fields recomienda una guía mínima de información a proporcionar junto con los resultados de la encuesta y/o de la investigación subyacente, y da tres niveles. El más limitado, el I, está destinado a ponencias en los congresos. Luego prosigue el II, apropiado para la publicación en revistas técnicas y científicas, y por último el III, destinado a informes completos a los comitentes de los estudios. La guía fue desarrollada sobre la base de identificar metas limitadas pero asequibles, proveer herramientas para los profesionales, no inhibir la innovación, y consolidar los consensos recientes entre investigadores. La idea general es facilitar la comparabilidad de los estudios. Algunos

detalles requeridos son la fecha, el país, la(s) fuente(s) de ruido más importante(s), ubicaciones de los puntos estudiados. También se requiere una adecuada especificación de la muestra, así como el texto exacto de las preguntas formuladas en la encuesta, las condiciones acústicas, siendo preferible la medición directa del ruido de acuerdo con las pautas de la Norma ISO 1996 [19], por ejemplo a través del  $L_{dn}$ .

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha hecho circular hacia fines de 2000 el borrador de una Norma Internacional (ISO 15666 [20]) sobre encuestas sociales y acústico-sociales. Este documento exige la comunicación de ciertos datos para las encuestas con fines científicos, tal como lo plantean Fields et al. en la Guía ya comentada [18]. En cuanto a las preguntas específicas con respecto al grado de molestia, propone una redacción normalizada, con versiones en 9 idiomas. Las palabras en cada uno de ellos han sido seleccionadas de manera que pueda considerarse que el significado será el mismo en los 9 idiomas. Por ejemplo, una de las preguntas para el castellano dice: “Tomando en consideración los últimos (..12 meses..), indique Vd. en qué cuantía le molesta o perturba el ruido producido por (..indicar la fuente de ruido..), cuando se encuentra en su casa: absolutamente nada, ligeramente, medianamente muy, o extremadamente?”

Algunas encuestas, como la de Barrigón et al., [21,22], no se adhieren a los principios estipulados, y avanzan en cambio en un gran detalle con respecto a los diferentes tipos de ruido.

#### 4. Trabajos de síntesis

El siguiente paso natural lo constituyen los trabajos denominados de *síntesis*, como los de Schultz [23], Fidell et al. [24] y Miedma et al. [25]. En estos estudios se ha procurado reunir los resultados de diferentes encuestas para las que además se tuviera información detallada del nivel de ruido, medido de acuerdo a algún indicador relativamente común, para obtener las denominadas *relaciones dosis-efecto*, es decir, curvas que permitieran determinar la proporción de personas molestas o altamente molestas en función del nivel provisto por el indicador.

La mayor dificultad con que se han encontrado los investigadores que encararon este tipo de investigación fue la manifiesta discrepancia en los criterios seguidos por los diferentes autores en cuanto al tipo de preguntas, documentación, metodologías de medición, interpretación, etc. Así, Schultz [23], el primero en efectuar una síntesis abarcativa, señala algunas de las dificultades encontradas. En primer lugar, la correlación entre las medidas objetivas de exposición y la reacción subjetiva individual es mucho más débil ( $r^2 = 0,3$ ) que si se agrupan previamente los individuos en grupos expuestos en forma similar ( $r^2 = 0,8$ ). En segundo lugar, la forma en que se redactan las preguntas, aún las que son sustancialmente parecidas (por ejemplo responder en una escala de molestia que va desde “no molesto” a “altamente molesto”), puede tener una influencia importante en la respuesta, sobre todo cuando la pregunta se efectúa en diferentes países, y por lo tanto diferentes idiomas. En tercer lugar, la importancia de las variables no acústicas ha sido subestimada en muchos de los estudios disponibles, siendo difícil reconstruirlas por su insuficiente documentación. La importancia de dichas variables no acústicas se manifiesta en mayor grado cuando la exposición es baja. En cuarto lugar, no en todos los casos se ha justipreciado la relación entre el ruido medido y aquél al que verdaderamente está expuesto el encuestado. Así, si se mide el ruido en la esquina, donde paran los vehículos y donde luego aceleran, pero se consulta a quien vive en la mitad de la cuadra, puede estar respondiendo a una realidad diferente de la que se ha medido.

Este factor tiene menos incidencia en el caso de los que manifiestan estar “altamente molestos”, por esa razón se ha propuesto utilizar como indicador de la respuesta el porcentaje de individuos altamente molestos.

Así y todo, los criterios para establecer qué personas están “altamente molestas” no han sido uniformes. De hecho, la mayor incertidumbre en este trabajo de síntesis fue, sin duda, con respecto a la delimitación de la calificación de “altamente molesto”. Aún antes de la publicación, Schultz recibió críticas sobre la arbitrariedad de los criterios para seleccionar el límite, sobre todo en los casos en que la escala era numérica.<sup>2</sup> Para establecer un criterio homogéneo, resolvió, de un modo más o menos arbitrario pero razonable, colocar el límite en el 27% al 29% superior de todas las escalas adoptadas en los diversos estudios (había escalas de 5, 7, 11, etc. niveles). En otras palabras, se consideraban “altamente molestos” los que declaraban estar comprendidos en el 27% al 29% más alto del grado de molestia. En una escala de 11 niveles esto corresponde a los tres últimos. En una de 7, a los dos últimos. En las escalas que contenían explícita referencia a la frase “altamente molesto”, Schultz no efectuó ninguna retraducción, considerando altamente molestos a quienes manifestaban estarlo.

Otra dificultad encontrada es que los parámetros utilizados para describir el ruido tampoco fueron siempre uniformes. Por esa razón Schultz procuró restringirse a los estudios en los cuales pudiera acceder a los datos crudos de los investigadores precursores, es decir sin procesar estadísticamente, ya que uno de los enfoques era procurar traducir toda la información a valores comparables entre sí, para lo cual adoptó el nivel día noche  $L_{dn}$ .

A partir de un análisis de numerosos estudios, y restringiéndose a los 18 (y posteriormente 22) que cumplían con las condiciones establecidas para que fuera posible la traducción confiable a parámetros comunes, Schultz arriba a su célebre expresión polinomial:

$$HA\% = 0,8553 L_{dn} - 0,0401 L_{dn}^2 + 0,00047 L_{dn}^3$$

donde  $HA\%$  es el porcentaje de personas altamente molestas. El trabajo es muy elaborado, y realmente vale la pena su lectura detallada. Se incluyen, además de los detalles metodológicos, críticos, etc., los resultados parciales para los diversos estudios utilizados una vez traducidos a un conjunto de parámetros común a todos.

Este trabajo es posteriormente actualizado por Fidell, Barber y Schultz [24], obteniéndose una aproximación cuadrática sobre la base de nuevos datos (el triple de los del estudio original). Esta aproximación es

$$HA\% = 78,9181 - 3,2645 L_{dn} + 0,0360 L_{dn}^2$$

Los autores hacen la salvedad de que esta expresión carece de interpretación física, siendo tan sólo una función de ajuste conveniente, que no debería ser extrapolada fuera del rango para el cual fue obtenida ( $L_{dn}$  entre 40 y 90 dB).

El enfoque de la síntesis fue seguido también por otros investigadores, y así, en años recientes Miedma [25] adopta un criterio similar, pero separa los ruidos prove-

---

<sup>2</sup> En la mayoría de los estudios se pedía al encuestado situar su nivel de molestia en una escala arbitraria que iba desde “no molesto” hasta “extremadamente molesto” (o calificaciones similares). En algunos casos se pedía una calificación numérica (por ejemplo 1 = “no molesto”, 7 = “extremadamente molesto”) y en otros se daban calificaciones verbales intermedias (poco molesto, molesto, muy molesto, altamente molesto...).

nientes de diversos tipos de transporte, particularmente, el transporte aéreo, automotor y ferroviario.

Es interesante también el hecho de que la norma ANSI correspondiente a ruidos molestos [26], adopta también estos criterios sintéticos. También lo hace la HUD norteamericana (House and Urban Development) para establecer criterios de zonificación, prohibiendo la construcción en zonas en donde el porcentaje prospectivo de molestias sea elevado. Es un ejemplo de cómo el conocimiento científico es aprovechado en las actividades normalizadoras y reguladoras.

## 5. Enfoques experimentales

Numerosos investigadores han recurrido a enfoques experimentales para la evaluación de la molestia. Laird et al., en 1929, es uno de los primeros en utilizar este tipo de enfoque [13]. En este caso utilizaron tonos puros de frecuencias entre 64 Hz y 8192 Hz<sup>3</sup> generados por un audiómetro, los cuales fueron presentados de a 2 sucesivos, manteniendo constante el nivel de sensación. Se pedía a los sujetos que manifestaran cuál de cada par les parecía más molesto. Resultó que los menos molestos eran los de 256 Hz, 512 Hz y 1024 Hz. En un segundo experimento se tomaba un tono de 256 Hz como “molestia patrón”, contra la que se comparaban las otras frecuencias, ajustándolas hasta que la molestia fuera similar a la molestia patrón. Esto se repetía para varios niveles de sensación, obteniéndose unas curvas de igual molestia. Concluyen correctamente que la molestia no responde directamente a la sonoridad.

Spieth, en 1956 realiza un experimento utilizando bandas de ruido generadas filtrando ruido térmico amplificado [27]. Utiliza 13 bandas entre 50 Hz y 13000 Hz, en pasos de 250 mel.<sup>4</sup> La consigna dada a cada sujeto era aumentar el nivel hasta que le pareciera que de estar presente la mayor parte del tiempo en una situación normal de trabajo le molestaría.

Más adelante, y aprovechando la posibilidad de efectuar grabaciones de alta fidelidad de ruidos reales, o de generarlos y editarlos por computadora, varios investigadores encararon estudios que utilizaban estas grabaciones como fuentes de señal. [28-31]

La aproximación experimental comporta algunas dificultades, por ejemplo, la necesidad de trabajar en el laboratorio, que es habitualmente un ambiente extraño para el sujeto bajo estudio. Un ejemplo de esto los constituyen los llamados *laboratorios del sueño*, en los que se investigan diversas características del sueño y efectos sobre el mismo de diversos agentes y estímulos (entre ellos, el ruido). Berglund cita la no familiaridad del ambiente como una potencial interferencia con la investigación [32-VI]. Otro caso aún más interesante lo constituye la diferente variación temporal del umbral de audición en condiciones de campo y de laboratorio,<sup>5</sup> ante estímulos totalmente comparables (por ejemplo, las mismas muestras de música), como lo ha observado Serra [33, 34]. Esto ha llevado a algunos investigadores a desplazar el “laboratorio” hasta el domicilio del sujeto, propalando los ruidos en condiciones controladas en el hábitat usual del sujeto.

Dentro de las cuestiones metodológicas a tener en cuenta para los estudios experimentales se encuentran la posibilidad de crear un campo acústico similar al real. Esto

---

<sup>3</sup> En esa época las frecuencias normalizadas eran potencias de 2: 32 Hz, 64 Hz, ..., 16384 Hz.

<sup>4</sup> El *mel* es una unidad de *altura*, correspondiente a 1 Hz por debajo de 500 Hz, y a partir de 500 Hz decreciente en forma no lineal.

<sup>5</sup> Un efecto sorprendente, ya que el corrimiento temporal del umbral parecería responder a cuestiones fisiológicas más que psicológicas.

tiene tres aspectos: la fidelidad (vinculada con una respuesta en frecuencia y un rango dinámico amplios y un muy bajo ruido), que hoy en día está garantizada con los sistemas digitales, la calibración (necesaria para garantizar resultados comparables con los de otros estudios efectuados en similares condiciones), y la adecuada respuesta direccional y espacial. En efecto, no es lo mismo escuchar el ruido grabado o generado electrónicamente a través de auriculares que a través de monitores estéreo o cuadrafónicos. Tampoco es exactamente lo mismo percibir el ruido como proveniente de uno o más altavoces ubicados dentro de una habitación (por ejemplo un living o un dormitorio) que los que penetran desde el exterior, a través de una ventana, por ejemplo. La compleja microestructura de las reflexiones tempranas, tan importante en la definición de la espacialidad, podría tener relevancia en la valoración subjetiva del ruido, e introducir un factor interferente con el experimento.

Otra cuestión es el tiempo de exposición al ruido en el laboratorio [29-II], en general significativamente diferente de los tiempos mucho más prolongados en situaciones reales. Sin embargo, experimentos realizados por Poulsen [36] sugieren que en presentaciones de 1 a 30 minutos no había variantes significativas en cuanto a la valoración de la molestia, al menos para ruidos como el del tránsito o el de armas de fuego.

Berglund ha utilizado en repetidas oportunidades el enfoque experimental, sometiendo a los sujetos bajo estudio a diversos sonidos grabados o generados y/o procesados electrónicamente. En [35], por ejemplo, ha evaluado un importante aspecto del ruido: el contenido semántico, para lo cual sometió a diversos sujetos a la palabra hablada en varios idiomas y con diferentes tipos de distorsión y ruidos agregados, concluyendo que quienes no comprendían el idioma se veían menos afectados que quienes sí lo comprendían. Quienes no lo comprendían eran más afectados por la sonoridad que por el contenido.

En otro trabajo [31], después de considerar que la sonoridad es una magnitud más susceptible de ser estudiada en términos psicofísicos que la ruidosidad o la molestia, Berglund se plantea obtener la relación entre la sonoridad y la ruidosidad o molestia, y entonces intenta obtener una escala para cada uno de estos conceptos. La metodología experimental consistió en grabar en cinta magnética siete tipos de ruidos comunitarios típicos captados por medio de un sonómetro de precisión (tránsito urbano, lengua extranjera hablada, música, martinete, dactilografía, martillo neumático, sobrevuelo de un jet). La grabación se efectuó analógicamente dado que el estudio es de 1976 y todavía la grabación digital no era fácilmente accesible. Se efectuaron tres experimentos: uno piloto, uno principal y el último, de calibración). El experimento piloto se proponía seleccionar ruidos de diferente tipo pero igual nivel de sonoridad, por comparación con la sonoridad de un ruido blanco ajustable. Algunos de los siete tipos de ruidos se repetían con diferentes niveles, obteniéndose un total de 24 ruidos. En el experimento principal se hacían escuchar los 24 ruidos en orden aleatorio, durante 40 s, separados entre sí por un ruido blanco de 96 dBA y 15 s. El sujeto debía situarlos en una escala respecto a sonoridad, ruidosidad y molestia por comparación con el ruido blanco estándar. El experimento de calibración consistía en 11 sonidos más el ruido blanco, debiendo el sujeto apreciar la ruidosidad y la molestia como porcentaje de la sonoridad.

Finalmente, otros dos experimentos, [29] y [30], intentan estudiar la molestia acumulada proveniente de varios tipos de ruido, presentando sonidos similares a los anteriores aislados o superpuestos durante un tiempo determinado. En [29], un trabajo de 1981, Berglund ensaya tres hipótesis: una superposición vectorial, una superposición aritmética simple, y una superposición sobre la base de la componente más sonora. Con adecuado ajuste, las tres dan resultados satisfactorios, inclinándose por la última por ser

más sencilla. Sin embargo, la misma no da buenos resultados cuando las sonoridades son semejantes.

En [30] se elabora un modelo cuantitativo en el cual primero se obtiene una corrección para cada ruido por comparación con el ruido del tránsito. Para ello se le asigna un valor de  $L_{eq}$  “corregido”, es decir el valor  $L_{eq}$  correspondiente a un ruido de tránsito igualmente molesto. Luego se aplica una superposición del tipo

$$L_{eq \text{ corregido total}} = k \log \sum_j 10^{\frac{L_{eq \text{ corregido},j}}{k}}$$

donde  $k$  se adopta por ajuste a los grados de molestia declarados por los sujetos del experimento. Resulta  $k = 15$ . Claramente, la superposición corresponde a una superposición *sub-energética*.

## 6. Enfoques desde la psicología

Stansfeld et al. publican en 1993 un estudio [37] sobre la relación entre la exposición al ruido del tránsito y la morbilidad<sup>6</sup> psicológica utilizando una encuesta realizada a 2398 hombres de Caerphilly, en el cual concluyen que no había una asociación directa pero sí interacciones con la *sensibilidad al ruido*.<sup>7</sup> En ese trabajo se cuestionan otros estudios por no tomar recaudos para evitar las tendencias dadas por la selección de las muestras. Por ejemplo, en estudios sobre respuestas a largo plazo, puede no haberse tenido en cuenta que las personas más sensibles al ruido pueden abandonar al poco tiempo un barrio ruidoso, permaneciendo en él en cambio los menos sensibles, lo cual altera la distribución poblacional en estudios a largo plazo. En el trabajo confirman la relación directa entre el nivel equivalente y la molestia expresada como porcentaje de personas molestas o altamente molestas. También confirman la relación entre la sensibilidad al ruido (ordenada en tres terciles de creciente sensibilidad al ruido) y la molestia. Así, en el tercil inferior (los menos sensibles) hay sólo un 13% que frecuentemente o siempre están molestos por el ruido, mientras que en el tercil más sensible, el 66% lo están. En cambio, no se encontró una correlación importante entre la sensibilidad y el nivel de ruido. La escasa correlación inversa que se encontró (menor proporción de altamente sensibles en las zonas con mayor nivel de ruido) es atribuible a la ya mencionada tendencia de los altamente sensibles a abandonar las zonas más ruidosas. La correlación entre casos probables de afecciones psicológicas (obtenidos mediante el test de Goldberg,<sup>8</sup>) depende muy débilmente del ruido, y no de manera monótona, de donde los autores concluyen que es posible que haya interferencia de factores sociodemográficos. En cambio hay una importante correlación entre casos de personas sensitivas y el test de Goldberg, evidenciando una concomitancia entre la sensibilidad al ruido y el desorden psicológico, que no necesariamente significa una relación de causalidad. Podría haber una causa común subyacente, por ejemplo. Por ejemplo, la sensibilidad al ruido podría estar midiendo una afectividad negativa, aunque también podría ser un

<sup>6</sup> La morbilidad es el porcentaje de enfermos de una determinada patología en un contexto dado.

<sup>7</sup> La sensibilidad al ruido es la actitud subyacente frente al ruido en general, a diferencia de la molestia, que se refiere a actitudes frente a un ruido específico. Weinstein ha propuesto un test para medir la sensibilidad al ruido [38].

<sup>8</sup> El test de Goldberg permite discriminar entre los casos probables y no probables de afecciones depresivas o ansiosas, las más frecuentes en la comunidad [39].

indicador de vulnerabilidad a un rango más amplio de factores estresantes, de los cuales el ruido es sólo uno.

## 7. Estudios específicos

Algunos estudios apuntan específicamente a determinados tipos de ruidos, como el de la música funcional [40]. Este tipo de música resulta especialmente penosa para personas con discapacidad auditiva, dado que muchas veces dicha discapacidad va acompañada por *reclutamiento*, una afección por la cual se ve reducido el rango dinámico del oído, con una disminución del umbral de dolor. En otros casos, debido al equipamiento con audífonos, el ruido es amplificado igual que la voz, siendo muy difícil la separación. Finalmente, la dicción imperfecta del sordomudo se torna todavía más ininteligible para el normoyente en presencia de la música de fondo. En estos estudios se intenta correlacionar los resultados de cuestionarios con diversas variables sociodemográficas. Se consulta a los encuestados sobre si les resulta molesto el ruido en cuestión, además de registrar una serie de datos demográficos (situación económica, estudios, región geográfica, etc.), y se cruzan las variables. Algunos resultados revelan, por ejemplo, un incremento en la reacción con la edad, y una mayor incidencia en el caso de hipocúsicos. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, la posibilidad de interacción entre variables, fantasma que siempre hace aparición en este tipo de investigaciones. Por ejemplo, debería analizarse si la sensación de molestia es una sensación directamente provocada por el ruido, o es el resultado de alguna interferencia con actividades que el individuo desea realizar y no puede a causa del ruido.

Otros estudios se proponen poner de manifiesto la influencia de factores intersensoriales. Por ejemplo, en un trabajo de Aylor y Marks [41], se estudia el efecto de una barrera acústica sobre la sonoridad percibida, concluyéndose que si el sujeto puede ver la barrera la reacción es diferente que si no la ve. Específicamente se observa que si la fuente está en la zona de visibilidad (conexión visual), la sonoridad aparente es máxima, si sólo se ve parcialmente se reduce, y si deja de verse, vuelve a aumentar. En cambio, si el sujeto tiene los ojos vendados, no puede distinguir diferencias significativas.

## 8. Enfoques teóricos

Finalmente, ha habido intentos de enfocar el problema, a partir de los datos recogidos, mediante un enfoque teórico, postulando modelos. Uno de tales trabajos se debe a Fidell, Schultz y Green [42]. En este modelo estadístico se propone un único parámetro independiente que explica la variabilidad en la relación dosis-efecto entre una métrica integrada de la exposición a ruido y el predominio de la molestia en la comunidad según Schultz. En este modelo se supone que la dosis de exposición es consecuencia de la exposición a largo plazo obtenida por la compresión del  $L_{dn}$ .

Los autores se refieren a las agrias disputas que sucedieron al trabajo original de Schultz, las cuales se refieren no sólo a la relación dosis-efecto obtenida, sino, y muy principalmente, a las suposiciones efectuadas, por ejemplo, las de Kryter [43, 45; véase también 44]. Señalan, sin embargo, varios aspectos más fundamentales de los que los críticos no se ocuparon, como ser: los mecanismos por los cuales el ruido genera molestia, las razones para creer que la predominancia de la molestia por ruido puede predecirse a partir de mediciones físicas del ruido, y la incertidumbre en cuanto a la exposición real de los residentes en un vecindario a determinadas fuentes de ruido.

Según estos investigadores, la proporción de individuos que se declaran altamente molestos depende de la probabilidad de que las dosis individuales excedan cierto umbral. Las predicciones a partir de este enfoque requieren conocer la distribución de las reacciones individuales producidas por diferentes dosis de ruido, lo cual se logra con una simple distribución dependiente de un solo parámetro: la dosis de ruido. Otra cuestión es la relación física entre la dosis (significativa) y la exposición medible físicamente. Para esta última cuestión, utilizan la relación de Stevens [46] relativa a la sonoridad, según la cual ésta es proporcional a la potencia 0,3 de la energía, con lo cual la dosis  $m$  estará dada por

$$m = \left(10^{L_{dn}/10}\right)^{0,3}.$$

El fundamento para utilizar esta relación y no directamente  $L_{dn}$  reside en que el ser humano percibe según la sonoridad, más que según la energía.

Con esta dosis plantean una distribución exponencial para la intensidad  $x$  de la molestia, es decir que la probabilidad de tener una molestia  $x$  siendo la dosis  $m$  es

$$f(x/m) = \frac{1}{m} e^{-x/m}.$$

La probabilidad de que se un individuo se sienta altamente molesto para un dado umbral de “alta molestia”  $A$  será, entonces:

$$P(\text{altamente molestos}) = e^{-A/m}.$$

Esta probabilidad, multiplicada por 100, brinda el porcentaje de altamente molestos. Los autores observan que cambiando el criterio para el umbral se obtienen diferentes curvas entre la dosis “física”, es decir  $L_{dn}$ , y el porcentaje de altamente molestos. Concluyen que tomando un umbral  $A = 178$  se logra una coincidencia importante con la curva de Schultz por debajo de los 80 dB. Por encima de los 80 dB, la coincidencia es peor, tendiendo a caer. Esto representa mejor el problema de la “saturación”, es decir para exposiciones muy alta, Schultz predice porcentajes mayores al 100%. Con este planteo, eso no puede suceder.

## 9. Conclusiones y recomendaciones

Hemos revisado un considerable número de paradigmas para la investigación de la molestia por ruido. La gran mayoría de ellos adolece del defecto de que el propio material sobre el que se realiza la investigación, es decir el ruido, no está documentado, lo cual impide efectuar una reinspección e inclusive una comparación de los diferentes métodos. En un trabajo previo [47] hemos propuesto la grabación sistemática en formato y soporte digital de todos los ruidos investigados, lo que debería ser el comienzo de un nuevo paradigma, o mejor, un *metaparadigma*, es decir, un protocolo para la documentación y gestión de todos los aspectos de la investigación, incluida la señal misma como parte de la documentación. Esto permitirá en el futuro compartir el material entre diversos centros de investigación, mejorando las posibilidades de obtención de resultados de gran generalidad.

De haberse contado con este tipo de protocolo y de haber sido el mismo ampliamente conocido, es posible que los trabajos de síntesis como el de Schultz y sus sucesores hubieran recibido menos objeciones y se habrían concretado con mayor rapidez, ya que se hubiera evitado el considerable trabajo casi administrativo de reinterpretar las escalas y condiciones para hacerlas compatibles con un único formato

Algunos avances en tal sentido son los esfuerzos de Fields [18, 48, 49], y la voluntad normalizadora de ISO [20]. Próximamente propondremos los primeros postulados de este posible protocolo.

## Referencias

1. Free, E. E. "Measurements of the Street Noise in New York City". *Physical Review*, Vol 27, page 507. April, 1926.
2. Free, E. E. "Practical Methods of Noise Measurement". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 2, No. 1, pp. 18-29. July, 1930.
3. Galt, Robert H. "Results of Noise Surveys. Part I. Noise out-of-doors". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 2, No. 1, pp. 30-58. July, 1930.
4. Beranek, Leo L.: "Acoustical Measurements". American Institute of Physics. Cambridge (U.S.A.), 1993.
5. Fletcher, H.; Munson, W. A.: "Loudness, its definition, measurement and calculation". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 5, pp. 82-108, 1933.
6. Miyara, Federico. "¿Ruido o señal? La otra información. En defensa del registro digital del ruido urbano". Cuarta Jornada Regional sobre Ruido Urbano. Montevideo, 14/07/01
7. Scott, H. H. "Historical development of the sound level meter". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 29, 12, pp. 1331-1333, 1957.
8. Stevens, S. S.: "Procedure for Calculating Loudness: Mark VI". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 33, No 11, November, 1961, pp 1577-1585
9. Zwicker, E.; Feldtkeller, R.: "The Ear as a Communication Receiver". American Institute of Physics (Acoustical Society of America) . USA, 1999.
10. ISO 532:1975 "Acoustics - Method for calculating loudness level"
11. EPA (US Environmental Protection Agency): "Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety". US Environmental Protection Agency, 550/9-74-004, Washington DC, USA, March 1974.
12. Comisión Europea. "Position paper on EU noise indicators". Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo, 2000.
13. Layrd, Leonard; Coye, Kenneth. "Psychological Measurements of Annoyance as Related to Pitch and Loudness" *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 1, No 1, September, 1929, pp 158-163
14. Fields, James M. "An Updated Catalog of 360 Social Surveys of Residents' Reactions to Environmental Noise (1943-1993)". Georgia Institute of Technology, GTRI/ASTL (Contract NAS1-19061) Atlanta, Georgia JULY 1994. The surveys are deposited in the ESRC Data Archive, University of Essex, Wivenhoe Park, Colchester, Essex CO4 3SQ, United Kingdom
15. EPA (U.S. Environmental Protection Agency) "The Urban Noise Survey". Office of Noise Abatement and Control (ONAC). Washington, August 1977.
16. Fidell, S.: 1978. "Nationwide Urban Noise Survey". *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 64, no. 1, pp. 198-206.
17. Grimm, Laurence G. "Statistical Applications for the Behavioral Sciences". John Wiley & Sons. New York, 2993
18. Fields J. M.; de Jong. R. G.; Brown, A. L.; Flindell, I. H.; Gjestland, T.; Job, R.,F.,S., Kurra S., Lercher, P.; Schuemer-Kohrs, A.; Vallet M.; Yano, T. "Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys". *J. Sound Vibr.* (1997) 206 (5), 685-695.
19. ISO 1996-1:1982 Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 1: Basic quantities and procedures
20. ISO 15666 "Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys". ISO/TC 43/SC 1 N 1284. December, 2000.
21. Barrigón Morillas, J.M.; Vílchez Gómez, R.; Gómez Escobar, V.; Méndez Sierra, J. A.; Tejeiro Vidal, C. "Formalización de una encuesta sobre los efectos del ruido urbano". II Iberoamericano de Acústica (Tecnicaústica). Madrid, España, 2000.
22. Méndez Sierra, J. A.; Barrigón Morillas, J. M. "Encuesta". Comunicación personal.
23. Schultz, T. J.: "Synthesis of social surveys on noise annoyance". *Journal of the Acoustical Society of America* 64 (2), Aug. 1978.
24. Fidell, S.; Barber, D.S.; and Schultz, T.J.: 1991. "Updating a Dosage-effect Relationship for the Prevalence of Annoyance due to General Transportation Noise". *Journal of the Acoustical Society of America*, vol 89. pp. 221-233.
25. Miedema, H.M.E.; Vos, H.: "Exposure-response relations for transportation noise". *Journal of the Acoustical Society of America* 104 (6), December. 1998.
26. ANSI S12.9-1996/Part 4 Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 4: Noise Assessment and Prediction of Long-Term Community Response

27. Spieth, Walter. "Annoyance Threshold Judgement of Bands of Noise". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 28, No 5, September, 1956, pp 872-877
28. Fidell, Sanford; Tefeffeller, Sherri; Horonjeff, Richard, Green, David. "Predicting annoyance from detectability of low-level sounds". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 66, No 5, November, 1979, pp 1427-1434
29. Vos, Joos. "Annoyance caused by simultaneous impulse, road traffic, and aircraft sounds: A quantitative model". *Journal of the Acoustical Society of America* 91 (6), June 1992, pp 3330-3345.
30. Berglund, Birgitta. "Loudness (or annoyance) summation of combined community noises". *Journal of the Acoustical Society of America* 70 (6), Dec 1981, pp 1628-1634.
31. Berglund, Birgitta; Berglund, Ulf; Lindvall, Thomas. "Scaling loudness, noisiness and annoyance of community noises". *Journal of the Acoustical Society of America* 60 (5), Nov 1976, pp 1119-1125.
32. Berglund, Birgitta; Hassmén, Peter; Job, R. F. Soames. "Sources and effects of low-frequency noise". *Journal of the Acoustical Society of America* 99 (5), May 1996, pp 2985-3002.
33. Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Richter, U.; Carignani, A.J.; Joekes, S.; Yacci, M.R.; Minoldo, G.; Abraham, S.; Franco, G.; Pollet, A.R. "Exposición a altos niveles sonoros de música y efectos auditivos en adolescentes: tercer año de un estudio longitudinal". *Cuartas Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica*. Rosario, Argentina, 22-24/10/01
34. Serra, M.R. *Comunicación personal relativa al mayor desplazamiento del umbral de audición de jóvenes sometidos a música de discoteca en el laboratorio con respecto al experimentado en la discoteca*. 2001.
35. Berglund, Birgitta; Harder, Kathleen; Preis, Anna. "Annoyance perception of sound and information extraction". *Journal of the Acoustical Society of America* 95 (3), March 1994, pp 1501-1509.
36. Poulsen, T. "Influence of session length on judged annoyance". *Journal of Sound and Vibration...*, 145 (2), 217-224.
37. Stansfeld, Stephen A.; Sharp, Dan S.; Gallacher, John; Babisch, Wolfgang. "Road traffic noise, noise sensitivity and psychological disorder". *Psychological Medicine*, 1993, 23, 977-985. Cambridge University Press
38. Weinstein, N.D. "Individual differences in critical tendencies and noise annoyance". *Journal of Sound and Vibration* 68, 241-248 (1980).
39. Goldberg, D. P. "The Detection of Psychiatric Illness by Questionnaire". Oxford University Press. London (1972)
40. Royal National Institute for Deaf People (RNID). "MUZAK - Music to whose ears? - A brief overview of research commissioned by The Royal National Institute for Deaf People, December 1998". RNID, Gran Bretaña, Diciembre de 1998. Internet: <http://www.rnid.org.uk>
41. Aylor, Donald E.; Marks, Lawrence E. "Perception of noise transmitted through barriers". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 59, No 2, February, 1976, pp 397-400.
42. Fidell, Sanford; Schultz, Theodor; Green, David M. "A theoretical interpretation of the prevalence rate of noise-induced annoyance in residential populations". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 84, No 6, December, 1988, pp 2109-2112.
43. Kryter, Karl D. "Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 74, No 4, October, 1982, pp 1222-1242.
44. Schultz, Theodore J. "Comments on K. D. Kryter's paper 'Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise'". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 74, No 4, October, 1982, pp 1243-1252.
45. Kryter, Karl D. "Rebuttal by Karl D. Kryter to comments by T. J. Schultz". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 74, No 4, October, 1982, pp 1253-1257.
46. Stevens, S.S. "Psychophysics: Introduction to its Perceptual, Neural and Social Prospects". Wiley, New York, 1975
47. Miyara, Federico. "¿Ruido o señal? La otra información. En defensa del registro digital del ruido urbano." *Cuarta Reunión Regional sobre Ruido Urbano*. Montevideo, Uruguay, 14/7/01.
48. Fields J. M.; Jong. R. G. de; Gjestland, T.; Flindell, I. H.; Job, R. F. S.; Kurra S.; Lercher, P.; Vallet M.; Yano, T.; Guski, R.; Flescher-Suhr, U.; Schuemer, R.; "General-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation". Draft April 2000, to be published in *J. Sound Vibr.*
49. Fields, J. M.; "Progress towards the use of shared noise reaction questions". *Inter-noise* 96, 2389-2391.