

MEDIDA DE LA CALIDAD SONORA EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN

PACS: 43.66.Lj

Miralles, José Luis¹; Garrigues, José Vicente²; Giménez, Alicia³; Romero, José³; Navasquillo, Joaquín²; Cerdá, Salvador³

- | | | |
|---|---|--|
| 1. Universitat de València
Blasco Ibáñez, 21
Valencia
España
Tel: +34 963 864 849
Fax: +34 963 864 823
E-mail: mirallel@uv.es | 2. Universitat de València
Doctor Moliner s/n
Burjassot
España
Tel: +34 963 864 500
Fax: +34 963 864 546
E-mail: garrigue@uv.es | 3. Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n
Valencia 46022
España
Tel: +34 963 877 000-85 240
E-mail: agimenez@fis.upv.es |
|---|---|--|

ABSTRACT

The duration of a sound is a variable that modulates its processing due to the psychophysiological characteristics of the auditory system. With very short sounds, usually pure tones, loudness and pitch depend on the duration, within a critical interval. Annoyance, the opposite of pleasantness, also depends on the duration. In a previous work we have obtained significant low scores of pleasantness, also for musical sounds, of ten seconds of duration. In the present work the influence of duration on pleasantness is tested with a sample of sounds under two experimental conditions of 5 and 10 seconds of duration.

RESUMEN

La duración de un sonido es una variable que influye significativamente en su procesamiento, en base a las propiedades psicofisiológicas del sistema auditivo. En sonidos, generalmente puros, de muy corta duración, la intensidad y la tonalidad percibidas dependen de la duración, dentro de un intervalo crítico. La duración afecta también a la molestia subjetiva.

En un trabajo previo hemos obtenido valores significativamente bajos de agradabilidad, incluso para sonidos musicales, de 10 segundos de duración. En este trabajo se somete a verificación la influencia de la duración con una muestra de sonidos presentados en dos condiciones experimentales de 10 y 5 segundos de duración.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que influyen en determinados aspectos de la percepción del sonido es la duración de la señal acústica. Numerosos experimentos (Yost 1994) ponen de manifiesto la relación entre duración de la señal y características del procesamiento, basada en las propiedades fisiológicas o funcionales del sistema auditivo. Con tonos puros de corta duración y clicks, la capacidad de integración del sistema auditivo resulta determinante, dentro de un intervalo temporal crítico, en la percepción de la intensidad y la tonalidad (Moore 1973; Plomp y Bouman 1959). Cuando se trata de señales complejas, como la música o el habla, la percepción adecuada del sonido correspondiente depende tanto de la capacidad de análisis como de la de integración del sistema auditivo.

Los sonidos naturales ambientales son señales complejas, de composición espectral muy diferente, que los sujetos han almacenado en la memoria y reconocen como tales a partir de experiencias previas. En esta experiencia las señales no sólo han dejado impresa una huella acústica en memoria, que permite reconocerlas como tales sonidos, sino que, en virtud de la asociación con una situación concreta, han adquirido un significado cognitivo y emocional. En este sentido los sonidos de la experiencia subjetiva, además de la respuesta sensorial correspondiente, activan representaciones de conocimiento y emociones (Sloboda 1985). La duración de un sonido es una variable que afecta a la molestia percibida (Kryter 1985) pero cuando esta duración no supera los límites de fatiga fisiológica del sistema auditivo, es probable que ejerza su influencia a través de su huella cognitiva y emocional.

En un trabajo anterior (Miralles, Garrigues, Jiménez, Romero, Navasquillo, Cerdá 2005) sobre evaluación cualitativa del sonido se han obtenido valores significativamente bajos incluso para señales armónicas procedentes de instrumentos musicales, con una duración de 10 segundos. En este trabajo se propone investigar la influencia de la duración sobre los juicios de calidad con los mismos sonidos reduciendo su duración a 5 segundos.

METODOLOGÍA

Sujetos

Han participado en el experimento 40 alumnos, hombres y mujeres, de la Universitat de València entre 20 y 34 años, con audición normal. A estos sujetos hay que añadir los 160 del estudio anterior que realizaron el experimento con sonidos de una duración de 10 seg.

Material

Se grabaron 60 sonidos con un DAT TASCAM a 44.1k Hz de frecuencia de muestreo. Estos 60 sonidos fueron utilizados en otro estudio en el que se presentaron con una duración de 10 seg. En esta investigación, a partir de la muestra anterior, se tomaron los 5 segundos centrales de cada estímulo. Estos estímulos fueron presentados a los sujetos con un ataque y una caída de 250 msec. De cada uno de ellos se obtuvieron los parámetros psicoacústicos relativos a su *intensidad, aspereza, tonalidad, fuerza de la fluctuación y agudeza* de acuerdo con Zwicker (Zwicker y Fastl 1999) analizados con el sistema Sound Quality de Brüel & Kjaer.

Procedimiento

El procedimiento experimental seguido ha sido el mismo que el desarrollado en otro estudio sobre calidad del sonido (Miralles et al. 2005) con la única diferencia que en este caso los sonidos fueron presentados a una muestra de sujetos con una duración de cinco segundos. Cada dos estímulos estaban separados por 5 seg de silencio para que el sujeto diese la respuesta. La presentación se hizo en una cabina anecoica con auriculares TDH45 a 72dBA.

Resultados

Se han analizado los datos de dos muestras de sujetos. En una muestra los sonidos tenían una duración de 10 segundos y en la otra 5 segundos. Las respuestas de los sujetos han sido normalizadas de acuerdo con la fórmula

$$Z = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

donde Z es el valor normalizado y X el valor de las respuestas.

Se ha realizado un análisis factorial y obtenido los estadísticos descriptivos pertinentes para la comparación de las dos condiciones experimentales con el paquete SPSS.

El análisis muestra dos estructuras factoriales cuantitativamente diferentes en las que, no obstante, se observa una correspondencia entre los factores. En la condición de 10 seg. cinco factores explican el 40% de la varianza total mientras que en la condición de 5 seg. los primeros 5 factores explican el 60%, porcentaje admisible y suficientemente alto en estudios en los que la variable dependiente es una respuesta subjetiva.

El primer factor en ambos análisis puede ser considerado como un factor de “*ruido*” ya que engloba, tanto en un caso como en otro, ítems con los valores más bajos y negativos en indicadores de tonalidad en el Sound Quality.

El segundo factor es un factor de “*tonalidad*” en el que están presentes los mismos sonidos en una y otra condición. Dado que estos dos factores conjuntamente explican un porcentaje de la varianza mucho mayor que los otros tres, el 33% en la muestra de 5 segundos y el 25,6% en la de 10 segundos, se han comparado las medias de los sonidos en ambos factores en una y otra condición. Tanto la comparación del primer factor ($t_{33} = -2.67$; $p < .01$) como la del segundo ($t_6 = -2.92$; $p < .01$) muestran diferencias estadísticamente significativas.

El tercer factor debe ser interpretado de manera diferente una y otra condición. En la matriz de 5 segundos de duración puede ser considerado como un factor de “*agudeza*” mientras que la de 10 segundos tiene un carácter más indefinido en el que se agrupan sonidos con poca saturación, caracterizados por valores elevados en modulación en bajas frecuencias (*fluctuation strength*).

El cuarto factor de los sonidos de 5 segundos puede ser considerado como una extensión del tercero, en la medida en que los sonidos que aparecen tienen valores elevados en *agudeza* y en *intensidad* percibida, a pesar de la poca variación que tiene este parámetro, por las razones ya expuestas. En la muestra de 10 segundos este factor es de *agudeza* e incluye ítems del tercero y cuarto de la muestra de 5 segundos. En los dos análisis el quinto factor recoge sonidos de motores o que presentan un patrón acústico cíclico o repetido.

Es de notar que excepto el primer factor, que en ambas matrices explica un porcentaje parecido de la varianza, los demás factores se potencian significativamente al reducir la duración a cinco segundos, de manera que todos ellos explican un porcentaje doble que cuando la duración es de 10 segundos.

Del análisis factorial parece desprenderse con claridad que la agradabilidad o molestia parece estar asociada a dos características acústicas bien definidas como son el carácter aperiódico o tonal de los sonidos. Estos dos factores aparecen como consistentes en los dos análisis, explican la mayor parte de la varianza y tienen ítems comunes en una y otra condición.

Los datos descriptivos y la distribución de las puntuaciones en cada condición experimental evidencian, en primera instancia, un desplazamiento generalizado de las puntuaciones hacia valores más elevados en la muestra de 5 segundos (figura 1).

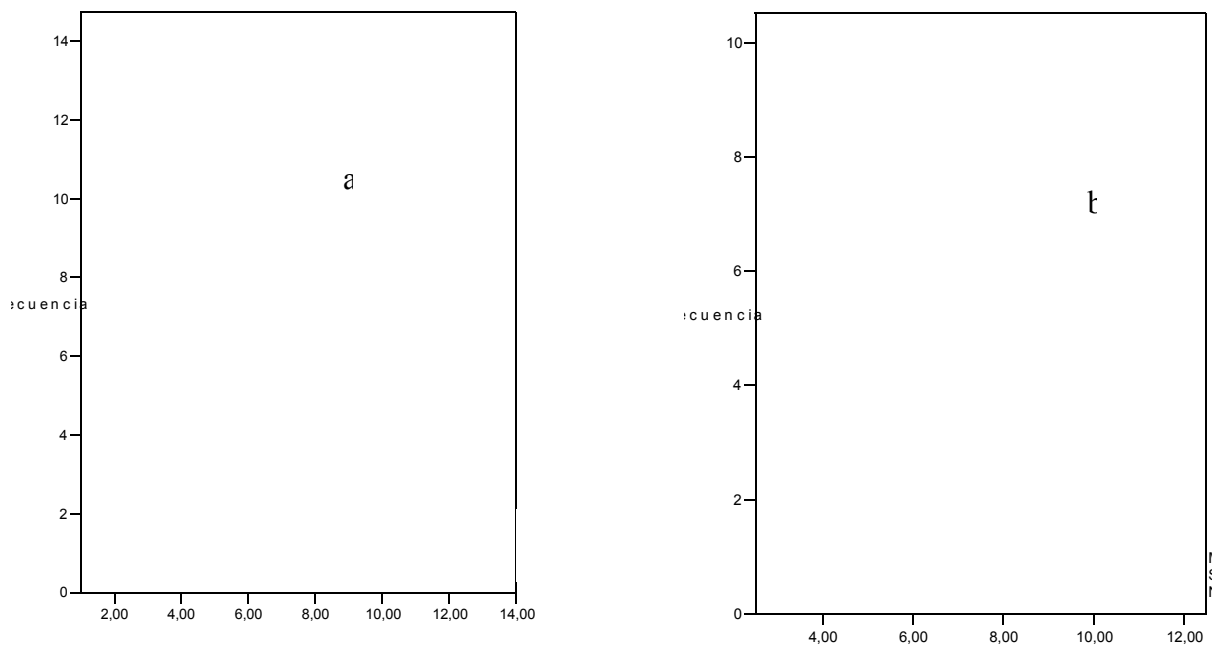


Figura 1. Histograma de distribución de frecuencias. (a) 10 segundos; (b) 5 segundos

La comparación entre medias de los dos grupos pone de manifiesto un incremento estadísticamente significativo en la evaluación de la calidad del sonido con un tiempo de presentación más corto ($t_{(198)} = - 4.164$; $p < . 000$). En la muestra de sonidos de 10 segundos de duración sólo ocho superan el valor de la media teórica 7,5 mientras que con cinco segundos son 16 los sonidos con valor por encima de 7,5 (tabla 1).

5 seg.	2	6	8	11	13	19	20	24	25	26	28	40	43	46	58	59
10 seg.								24	25	26	28	40	43		58	59

Tabla 1. Estímulos con media superior a la media teórica de 7,5.

	10	25	50	75	90
5 seg.	3,80	4,80	6,31	7,75	9,46
10 seg.	3,21	4,20	5,62	6,75	8,25

Tabla 2. Percentiles y cuartiles en 5 y 10 segundos de duración

En todos los datos referidos a los percentiles (tabla 2) se observa una mayor puntuación en el grupo de 5 segundos, acentuada a partir de la mediana. Mientras en los percentiles más bajos y la mediana la diferencia entre una y otra muestra es de 0,60 aproximadamente, en los percentiles altos la diferencia es superior a 1 punto.

En el primer y el tercer cuartil de las dos distribuciones aparecen prácticamente los mismos sonidos, lo que significa que al pasar de una presentación de larga duración a una más corta no han cambiado tanto los criterios de evaluación de la agradabilidad como la medida misma de la agradabilidad. Los sujetos posicionan los mismos estímulos en el mismo lugar pero con valores diferentes.

CONCLUSIONES

1. Al disminuir la duración de los sonidos se incrementa la agradabilidad percibida de los mismos de manera significativa. Ello puede hacer pensar que en sonidos de duración de diez segundos hay un sesgo negativo en su valoración asociado a la "fatiga" del sistema de procesamiento. Dado que esta fatiga no es necesariamente fisiológica cabe suponer que se trata de una fatiga de tipo cognitivo, relacionada probablemente con la "monotonía" de la duración.
2. La variación en la duración de los sonidos no parece afectar tanto a los criterios de valoración de la calidad como a la medida de la misma. En una y otra condiciones experimentales el análisis factorial muestra factores semejantes en su contenido pero con peso significativamente diferente. Lógicamente con más peso y mejor definición en la muestra de cinco segundos.
3. Las características de periodicidad y tonalidad de los sonidos aparecen como las propiedades acústicas más relevantes asociadas a la agradabilidad. En menor medida influyen los demás parámetros psicoacústicos resaltando, en todo caso una mayor influencia del contenido en altas frecuencias relacionada positivamente con la molestia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kryter, K. D. (1985). *The effects of noise on man*. Academic Press, London.
- Miralles, J.L.; Garrigues, J.V.; Giménez, A. ; Romero, J. ; Navasquillo. ; J. y Cerdá, S. (2005). *Parámetros psicoacústicos y calidad sonora*. Tecnicústica, Terrassa, Octubre 2005.
- Moore, B.C. (1973). Frequency difference limens for short duration tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 54, 610-619.
- Plomp, R. and Bouman, M.A. (1959). Relation between hearing threshold and duration for pure tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 31, 749-758.
- Sloboda, J.A. (1985). *The musical mind: the cognitive psychology of music*. University Press, Oxford.
- Yost, W.A. (1994). *Fundamentals of hearing*. Academic Press, London
- Zwicker, E. and Fastl, H. (1999). *Psychoacoustics. Facts and models*. Springer-Verlag, Berlin.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia en el marco de:

- Proyecto de Investigación I+D con referencia SEJ2004-06529/PSIC.
- Proyecto de Investigación Coordinado de referencia BIA2003-09306-C04.