

## CALIBRACIÓN DE FUENTES SONORAS PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS SUBJETIVAS DE AUDICIÓN EN NIÑOS DE CORTA EDAD

C. Delgado, J. Pons, J.S. Santiago

Instituto de Acústica del CSIC, c/ Serrano 144, 28006 Madrid.

### INTRODUCCIÓN

La audiometría por respuesta evocada permite realizar actualmente un diagnóstico preciso de la deficiencia auditiva siempre que la prueba sea realizada e interpretada por personal especializado; no obstante, debido por una parte a la dificultad de interpretación de los resultados, y por otra a la corta edad de un elevado número de pacientes a quienes se realizan las pruebas, los clínicos ORL aprecian cualquier tipo de datos que puedan ser complementarios de la misma, y, por tanto, de ayuda en su diagnóstico.

En el caso de pacientes que sean niños de corta edad, se considera de gran interés conocer sus reacciones ante estímulos sonoros, que pueden ir desde un movimiento de la cabeza hacia la fuente sonora, hasta un gesto de sorpresa. Planteadas con rigor estas pruebas, y siempre que se controlen los parámetros nivel sonoro y espectro en frecuencia (frecuencias audibles), se puede decir que se trata de una **audiometría por observación comportamental**.

La principal dificultad con que se encuentran los profesionales que llevan a cabo estos ensayos, es el desconocimiento de estos parámetros, ya que se suelen utilizar juguetes de uso común entre los niños, y algunos instrumentos musicales sencillos.

Algunos autores han intentado delimitar las variables nivel sonoro a las distancias utilizadas en las pruebas y frecuencia o margen de frecuencias de los sonidos utilizados. Así, el test BOEL (siglas de "la mirada se orienta hacia el sonido" en sueco), precisa márgenes de frecuencia entre 4 y 12,5 kHz y niveles máximos de 45 dB a una distancia de 20 cm de la fuente sonora (Stensland Junker, 1978); el test Ewing para edades entre 7 y 13 meses cubre la zona frecuencial de 250 a 8.000 Hz con intensidades de 35 dB a 1 m de distancia.

En todos los casos, estas pruebas deben de aplicarse, y los resultados deben de ser interpretados, por profesionales especializados y con amplia experiencia.

### MEDIDAS REALIZADAS

Se han realizado, en el servicio ORL del Hospital de Especialidades Quirúrgicas,

Pabellón 8, Ciudad Universitaria de Madrid, una serie de mediciones de los niveles y análisis en frecuencia de los sonidos producidos por objetos empleados habitualmente en dicho servicio para pruebas de reacción de niños a estímulos sonoros; dichos objetos, que se enumeran más adelante, son juguetes (muñecos de goma), sonajero, o instrumentos musicales. Dichos objetos han sido accionados para las pruebas por la persona que normalmente realiza los ensayos con los niños, en condiciones equivalentes a las reales, y un número de veces suficiente para permitir obtener un valor medio representativo de los parámetros a analizar. El recinto ha sido el habitual de trabajo, una sala de 62 m<sup>3</sup> de volumen, con techo de losetas absorbentes, comunicado con un pasillo habilitado como sala de espera por una rejilla de ventilación, con lo cual los niveles de ruido de fondo no siempre eran los adecuados. La instrumentación utilizada se compone de un sonómetro Brüel & Kjær de precisión modelo 2230 conectado a un registrador de cinta magnética NAGRA IV SJ para realizar las grabaciones; para los análisis en frecuencia en bandas de 1/3 de octava, se ha usado un Analizador Digital de Frecuencia Brüel & Kjær modelo 2131 conectado a un ordenador. Como distancias fuente-micrófono se han utilizado las que normalmente emplea el operador con los niños: 15, 60 y 120 cm; el micrófono de medida se situó a 1 m de altura sobre el suelo.

## RESULTADOS

Dado que la naturaleza de la mayor parte de los sonidos empleados es impulsiva, se han obtenido dos valores de los niveles sonoros: un valor máximo con la respuesta "Rápida" del sonómetro, y un valor con la respuesta "Impulso". En la Tabla I se presentan dichos valores a las tres distancias  $d_1 = 15$  cm,  $d_2 = 60$  cm y  $d_3 = 120$  cm.

TABLA I.- NIVELES SONOROS A LAS DISTINTAS DISTANCIAS

Fuente	Nivel medio, dBA			Nivel impulso, dBA		
	d1	d2	d3	d1	d2	d3
Pandereta	73	68	70	76	72	74,5
Castañuela	70	70	68	95,5	88	85,5
Pandereta con percusión	-	-	72	-	-	90,5
Triángulo	79	73	76	86,5	80,5	77,5
Corneta	78	72	70	87	83,5	82
Volante	62	62	56	88,5	79,5	77,5
Conejo	89	80	79	94	86	84
Perro	83	79	76	88	82	81
Dos maracas	88	-	-	101	-	-
Xilófono	88*	83	82	90*	86	84
Candados	82	78	77	80	73	74
Cascabeles	81	77	75	84	79	79,5
Maraca	85	79	78	98	89	91,5
Silbato	84	83	74	92,5	82,5	82
Flauta	99	89	86	100,5	90	88

\* d = 30 cm

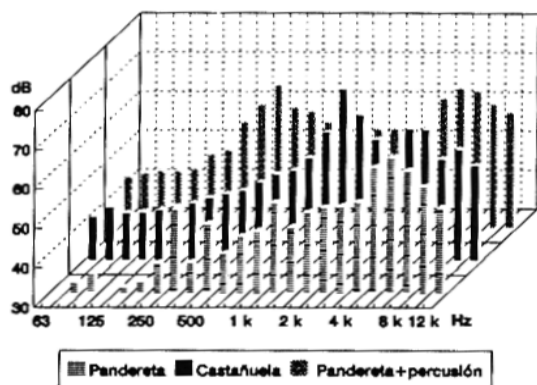


Figura 1.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "banda ancha".

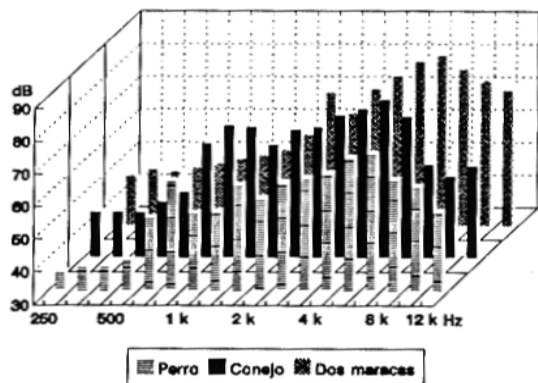


Figura 2.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "dos tonos".

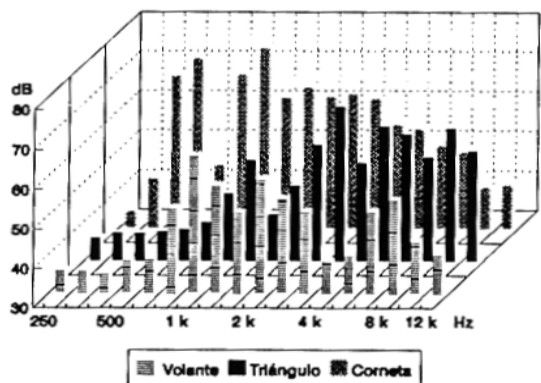


Figura 3.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "dos tonos".

En lo que respecta al contenido espectral de los sonidos, los objetos sonoros se pueden agrupar en cinco categorías:

a) **Banda ancha**, con energía significativa a partir de bajas frecuencias (100 Hz), correspondientes a objetos excitados por percusión, como son la pandereta y la castañuela. La mayor cantidad de energía está en la zona de las altas frecuencias (2 - 6 kHz), y en el caso de la pandereta con percusión añadida, en la zona de frecuencias medias (500 Hz). La distribución en frecuencias se observa en la Figura 1.

b) **Dos tonos**, con energía a partir de frecuencias medias (250 Hz) y la máxima energía concentrada alrededor de dos tonos predominantes: 800 Hz y 5 kHz en el caso de los juguetes de goma (perro y conejo), 500 Hz y 1 kHz para la corneta, 1 y 2 kHz para el volante, 1,25 y 3,15 kHz para el triángulo y 2 y 6,3 kHz para las dos maracas. Las distribuciones en frecuencias correspondientes se presentan en las Figuras 2 y 3.

c) **Banda de alta frecuencia**, con energía significativa a partir de 1 kHz. Las distribuciones en frecuencia se presentan en la Figura 4.

d) **Banda de alta frecuencia con dos tonos**, con energía significativa a partir de 1 kHz y concentrada alrededor de dos tonos predominantes: 2,5 y 10 kHz para los cascabeles y 2 y 5 kHz para la maraca. Las distribuciones en frecuencia se presentan en la Figura 5.

e) **Banda estrecha**, con energía significativa en alta frecuencia y concentrada en un tono predominante: 2 kHz para el silbato y 1,25 kHz para la flauta. Las distribuciones en frecuencia se presentan en la Figura 6.

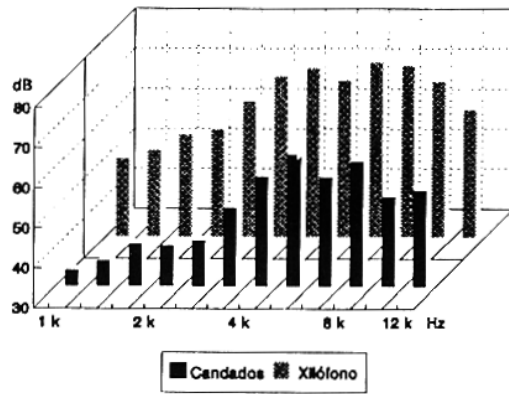


Figura 4.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "banda de alta frecuencia".

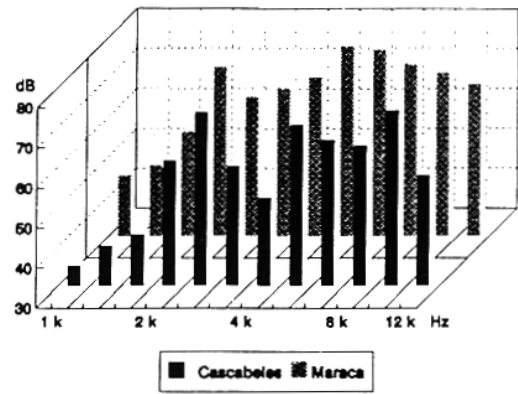


Figura 5.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "banda de alta frecuencia con dos tonos".

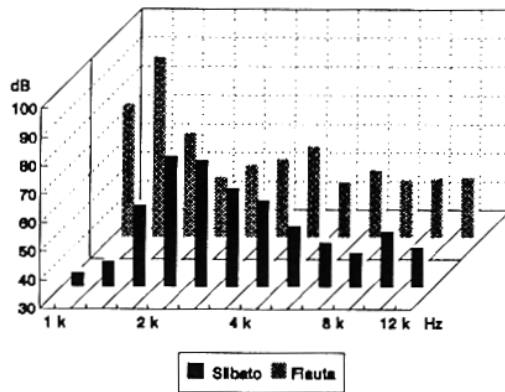


Figura 6.- Espectro en frecuencia de los sonidos emitidos por los objetos de "banda estrecha".

## CONCLUSIONES

Desde el punto de vista acústico, se considera acertado el procedimiento de ensayo, siempre que sea realizado por personal especializado. No obstante, y con el fin de extender la exploración a todo el campo audiométrico, sería conveniente la utilización de sonidos con contenido energético significativo en las frecuencias conversacionales y en bajas frecuencias, ya que los restos auditivos se encuentran en esta zona, en las bandas de 125 y 250 Hz.

Los resultados que se obtienen de la comparación de la audiometría objetiva y la prueba por observación comportamental presentan una buena correlación, en las pruebas realizadas hasta el momento.

Podría ser interesante el diseño y la construcción de objetos sonoros calibrados en niveles y márgenes de frecuencia, con el propósito de obtener repetitividad en los ensayos, y que pudieran ser utilizados en servicios ORL de centros hospitalarios y demás centros relacionados con la audiofonología.