

Caracterización de objetos sonoros para audiometrías por observación de la conducta

Characterization of sound objects for behavioral observation audiometry (BOA)

Caracterização de objetos sonoros para audiometria de observação comportamental (AOC)

Federico Iasi ¹; Nilda Vechiatti ¹; Norma Massara ²; Gabriela Di Pilla ³

¹ Laboratorio de Acústica y luminotecnia, Comisión de Investigaciones Científicas, Argentina.

² Cátedra B de Pediatría, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

³ Unidad de Diagnóstico y Tratamiento de Fonoaudiología, Hospital Dr. Noel H. Sbarra, Argentina.

Correo de contacto: ciclal@gba.gob.ar

Resumen

El Programa de Evaluación, Seguimiento y Control de la Conducta Auditiva, implementado en el Hospital Zonal Especializado Dr. Noel H. Sbarra de la Ciudad de La Plata, es una pesquisa auditiva posnatal cuyos objetivos son: detectar alteración del umbral auditivo, diagnosticar hipoacusia y realizar intervenciones tempranas, posibilitando la adquisición de la lengua madre durante la primera infancia. Una de las principales herramientas utilizadas para evaluar el desarrollo de la función auditiva es la Audiometría por Observación de la Conducta (AOC). En una etapa anterior de investigación se estableció un método para la caracterización de los objetos sonoros utilizados para la realización de las AOC, dado lo indispensable de conocer sus niveles sonoros y sus espectros. En este trabajo se presentan los resultados de una nueva evaluación de esos elementos sonoros luego de 13 años de utilización, y de la caracterización de nuevos objetos que integrarán el conjunto de los utilizados por las Fonoaudiólogas del Hospital Sbarra.

Palabras clave: Audiometría, Umbral auditivo en niños, Hipoacusia

Abstract

The Auditory Behavior Evaluation, Follow-up and Control Program, implemented at the Dr. Noel H. Sbarra Specialized Zonal Hospital in the City of La Plata, is a postnatal auditory screening whose objectives are: to detect auditory threshold alteration, diagnose hearing loss and carry out early interventions, enabling the acquisition of the mother tongue during early childhood. One of the main tools used to assess the development of auditory function is Behavioral Observation Audiometry (BOA). In a previous stage of research, a method was established for the characterization of the sound objects used to carry out BOAs, given that it is essential to know their sound levels and spectra. This work presents the results of a new evaluation of these sound elements after 13 years of use, and of the characterization of new objects that will make up the set of those used by the Speech-Language Pathologists of the Sbarra Hospital.

Keywords. Audiometry, Hearing threshold in children, Hearing loss

Resumo

O Programa de Avaliação, Monitoramento e Controle do Comportamento Auditivo, implementado no Hospital Zonal Especializado Dr. Noel H. Sbarra da cidade de La Plata, é uma triagem auditiva pós-natal cujos objetivos são: detectar alterações do limiar auditivo, diagnosticar perdas auditivas e realizar precocemente intervenções, possibilitando a aquisição da língua materna na primeira infância. Uma das principais ferramentas utilizadas para avaliar o desenvolvimento da função auditiva é a Audiometria de Observação Comportamental (AOC). Em uma etapa anterior da pesquisa, foi estabelecido um método para a caracterização dos objetos sonoros utilizados para realizar o AOC, dado o conhecimento essencial de seus níveis sonoros e seus espectros. Este artigo apresenta os resultados de uma nova avaliação destes elementos sonoros após 13 anos de uso, e a caracterização de novos objetos que irão integrar o conjunto daqueles utilizados pelas Fonoaudiólogas do Hospital Sbarra.

Palavras-chave. Audiometria, Limiar auditivo em crianças, Perda auditiva

PACS: 43.66.Sr, 43.66.Yw

1 INTRODUCCIÓN

El Programa de Evaluación, Seguimiento y Control de la Conducta Auditiva, PESCCA, implementado en el Hospital Zonal Especializado Dr. Noel H. Sbarra de la Ciudad de La Plata, es una pesquisa auditiva posnatal cuyos objetivos son: detectar alteración del umbral auditivo, diagnosticar hipoacusia y realizar intervenciones tempranas, posibilitando la adquisición de la lengua madre durante la primera infancia.

Para evaluar el umbral auditivo de un niño se utilizan técnicas objetivas, en las que el profesional utiliza aparatología para registrar las respuestas fisiológicas del niño, y técnicas subjetivas, en las que el niño tiene una participación activa y el fonoaudiólogo observa sus reacciones. Una de las pruebas subjetivas empleadas es la realización de una Audiometría por Observación de la Conducta (AOC), que se implementa utilizando objetos sonoros, instrumentos musicales y la voz humana. En tal caso, resulta sumamente conveniente tener caracterizadas acústicamente las fuentes sonoras utilizadas, para poder conocer las frecuencias y los niveles sonoros con los que se estimula al paciente pediátrico.

En una etapa anterior de investigación se estableció un método para la caracterización de los objetos sonoros utilizados durante la realización de las AOC, dado lo importante de conocer sus niveles sonoros y sus espectros (Massara et al., 2017). En este trabajo se presentan los resultados de una nueva evaluación de aquellos elementos sonoros luego de 13 años de utilización, y de la caracterización de nuevos objetos que integrarán el conjunto de los utilizados por las Fonoaudiólogas del Hospital Sbarra.

2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Al igual que en el inicio de esta investigación (Massara et al., 2008), el método de trabajo se basó en el análisis espectral del sonido emitido por los objetos que conformaron el conjunto de elementos utilizados para las AOC. Las mediciones de nivel sonoro continuo equivalente en bandas de tercios de octava para las frecuencias centrales comprendidas entre 100 Hz y 20 000 Hz, con ponderación Z en frecuencia, se realizaron en condiciones de campo libre, en la cámara anecoica del Laboratorio de Acústica y Luminotecnica de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, agitando, percutiendo o ejecutando varias veces cada objeto o instrumento, para luego promediar las diferentes mediciones (IRAM-NM 300-1).

Para la realización de las mediciones se utilizó un analizador de espectros en tiempo real, Brüel y Kjaer 2250, y una fuente acústica de referencia Brüel y Kjaer 4231.

A partir de los espectros medidos en bandas de tercios de octavas, se obtuvieron por cálculo los espectros en bandas de octavas para las frecuencias centrales comprendidas entre 125 Hz y 16 000 Hz, con ponderación Z en frecuencia. Finalmente, aplicando el mismo método que en la primera etapa de esta línea de trabajo, se procedió a “simplificarlos” para obtener los espectros reducidos.

El criterio empleado fue el de suprimir las bandas que tuvieran poca contribución energética y aquellas cuyo nivel sonoro fuera 10 dB inferior al de la banda de mayor nivel, siempre y cuando:

- el nivel sonoro global del espectro simplificado difiriera del original en 1 dB como máximo, y
- la energía global del espectro simplificado fuera el 90 % de la energía global total, como mínimo.

Este método se aplicó a dos grupos de objetos sonoros:

- 18 de los objetos medidos inicialmente, que al momento de esta investigación tenían 13 años de utilización (objetos originales), con el propósito de evaluar si el uso había producido modificación del sonido que emiten, y
- 14 nuevos elementos, para integrarlos al conjunto de los utilizados por las Fonoaudiólogas del Hospital Sbarra.

Los elementos originales estudiados fueron: caja musical, pelota lisa de goma con chifle (9,2 cm de diámetro), maraca con mango (plástica, color amarillo), maraca huevo (plástica, color naranja), sonajero plástico, cascabel dentro de cubo de espuma, pandereta, campana metálica chica (4,1 cm de diámetro), campana metálica grande (7,1 cm de diámetro), güiro de madera hueco con raspador de madera o rasca-rasca (13 cm de largo, 3,2 cm de diámetro), platillos de mano o chin-chin (4,5 cm de diámetro), clave de madera maciza o toc-toc (cortos, 15,5 cm de largo, 2,2 cm de diámetro), clave de madera maciza o toc-toc (largos, 18 cm de largo, 1,9 cm de diámetro), clave de madera hueca con golpeador de madera (14 cm de largo, 4,3 cm de diámetro), caja china de madera, pandero, bombo, tapa olla (golpeada contra placa melamínica).

Los elementos nuevos evaluados fueron: pelota estrella de goma con chifle (4,8 cm de diámetro), maraca con mango (plástica, color negro), maraca cilíndrica (de madera), maraca huevo (plástica, color rojo), maraca huevo (plástica, color amarillo), maraca

huevo (de madera), cascabel en juguete de tela y espuma, cascabeles sujetos a un mango, cascabeles sujetos a manopla, güiro de madera hueco con raspador de madera o rasca-rasca (13,5 cm de largo, 3,2 cm de diámetro), platillos de mano o chin-chin (5,1 cm

de diámetro), caja china de madera, instrumento chino de madera, bombo.

En las Fotografías 1 a 4 se presentan imágenes de las mediciones en cámara anecoica.



Fotografías 1 a 4: Caracterización sonora de objetos en cámara anecoica

3 RESULTADOS OBTENIDOS Y SU ANÁLISIS

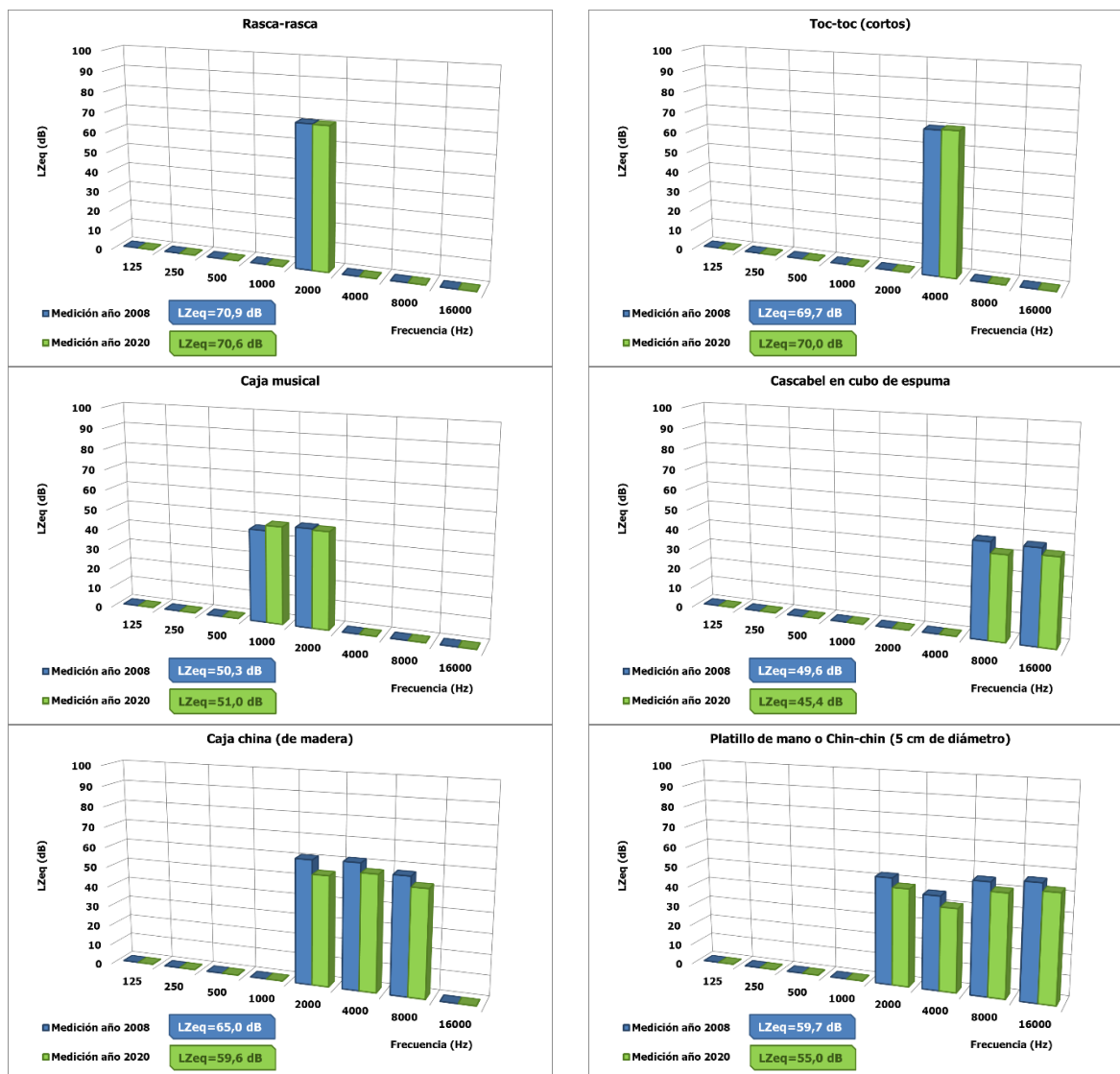
En los gráficos 1 a 10 se pueden observar los espectros sonoros simplificados de algunos de los elementos originales evaluados, que conforman el set inicial de trabajo de las AOC. Los resultados presentados en dichos gráficos muestran comparativamente los valores medidos en 2008 y en 2020, luego de 13 años de uso.

Analizando los resultados obtenidos, se encuentra que 10 de los objetos originales generaron niveles sonoros globales y espectros similares a los obtenidos con las mediciones realizadas en 2008 (ver ejemplos en Gráficos 1 a 6); para 5 de los objetos se registraron espectros con las mismas componentes en frecuencia, pero con niveles sonoros de entre 9 y 18 dB inferiores a los obtenidos en 2008 (ver ejemplos en Gráficos 7 y 8); y 3 de los objetos presentaron variaciones tanto en

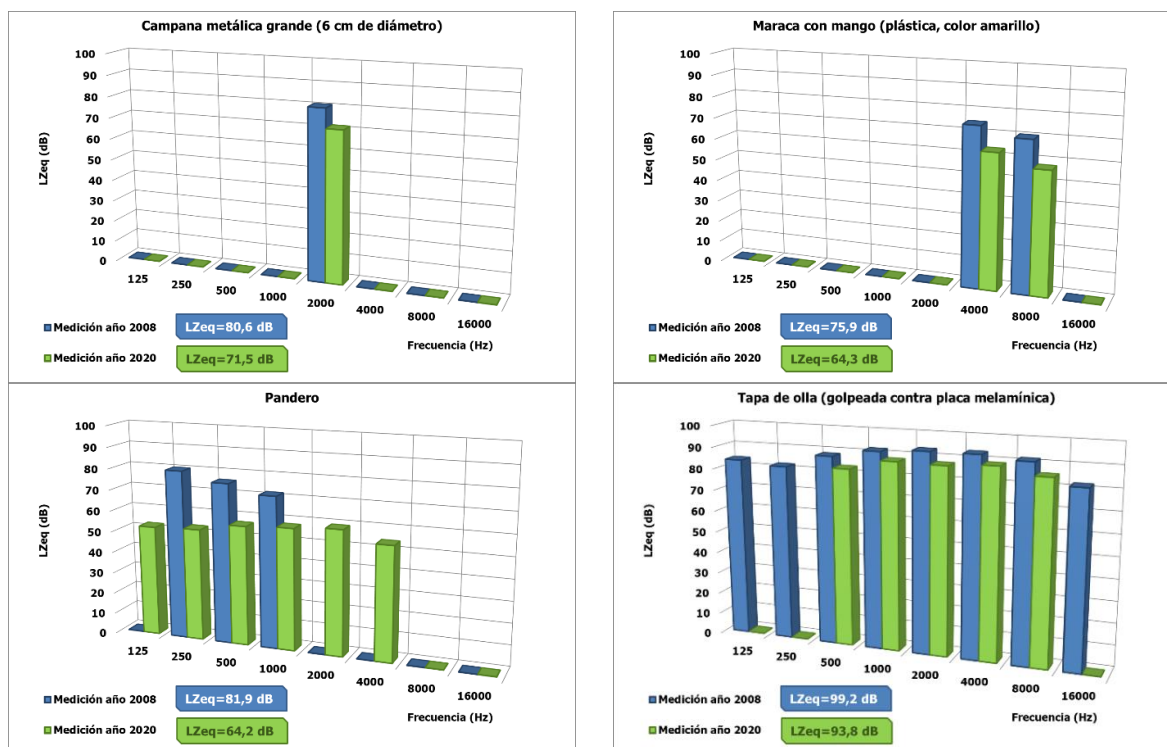
su espectro como en su nivel sonoro global (ver ejemplos en Gráficos 9 y 10).

En los gráficos 11 a 14 pueden observarse los espectros sonoros completos y los simplificados de algunos de los 14 elementos nuevos evaluados, que se integrarán al set de trabajo. El método de selección aplicado considera válido al espectro simplificado siempre y cuando su nivel sonoro global difiera del original como máximo en 1 dB, y su energía sonora global sea, como mínimo, el 90% de la energía total. En los gráficos 15 a 20 se presentan comparativamente los espectros sonoros simplificados de objetos de características similares, tanto originales como nuevos.

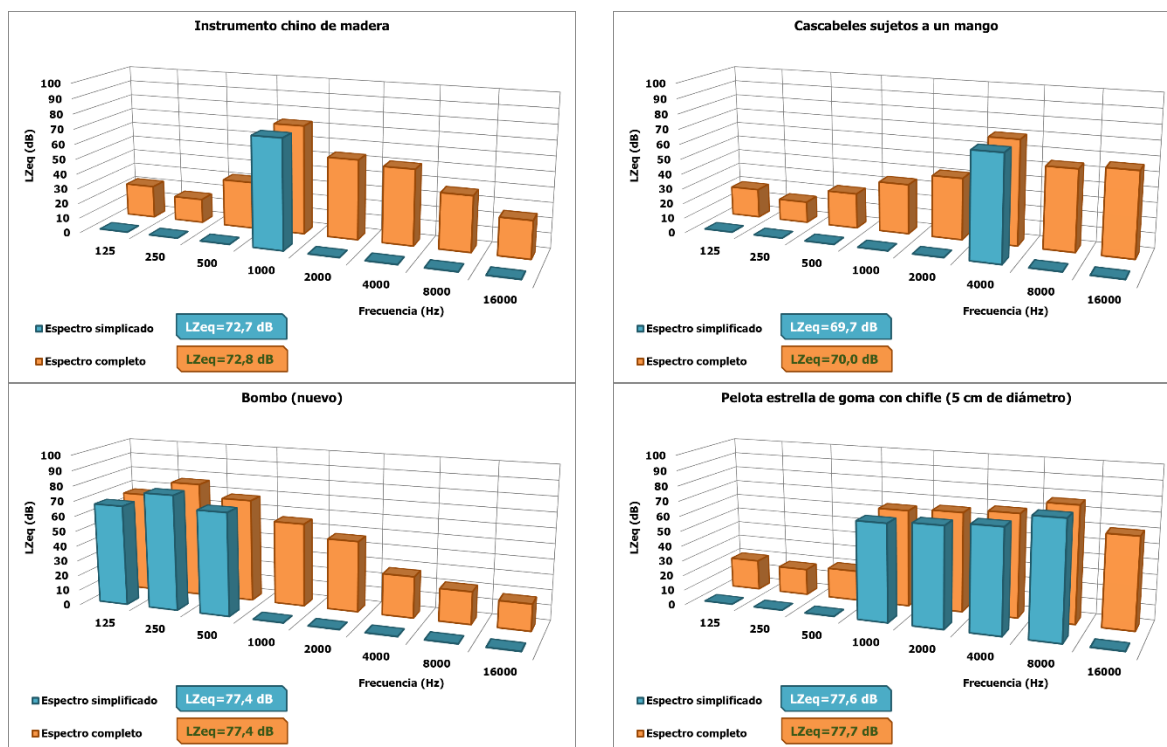
Puede apreciarse que en algunos casos, los objetos presentan espectros muy parecidos entre sí (ver ejemplos en Gráficos 15, 16 y 19); pero en otros casos, los espectros no tienen las mismas componentes para todas las frecuencias de interés (ver ejemplos en Gráficos 17, 18 y 20).



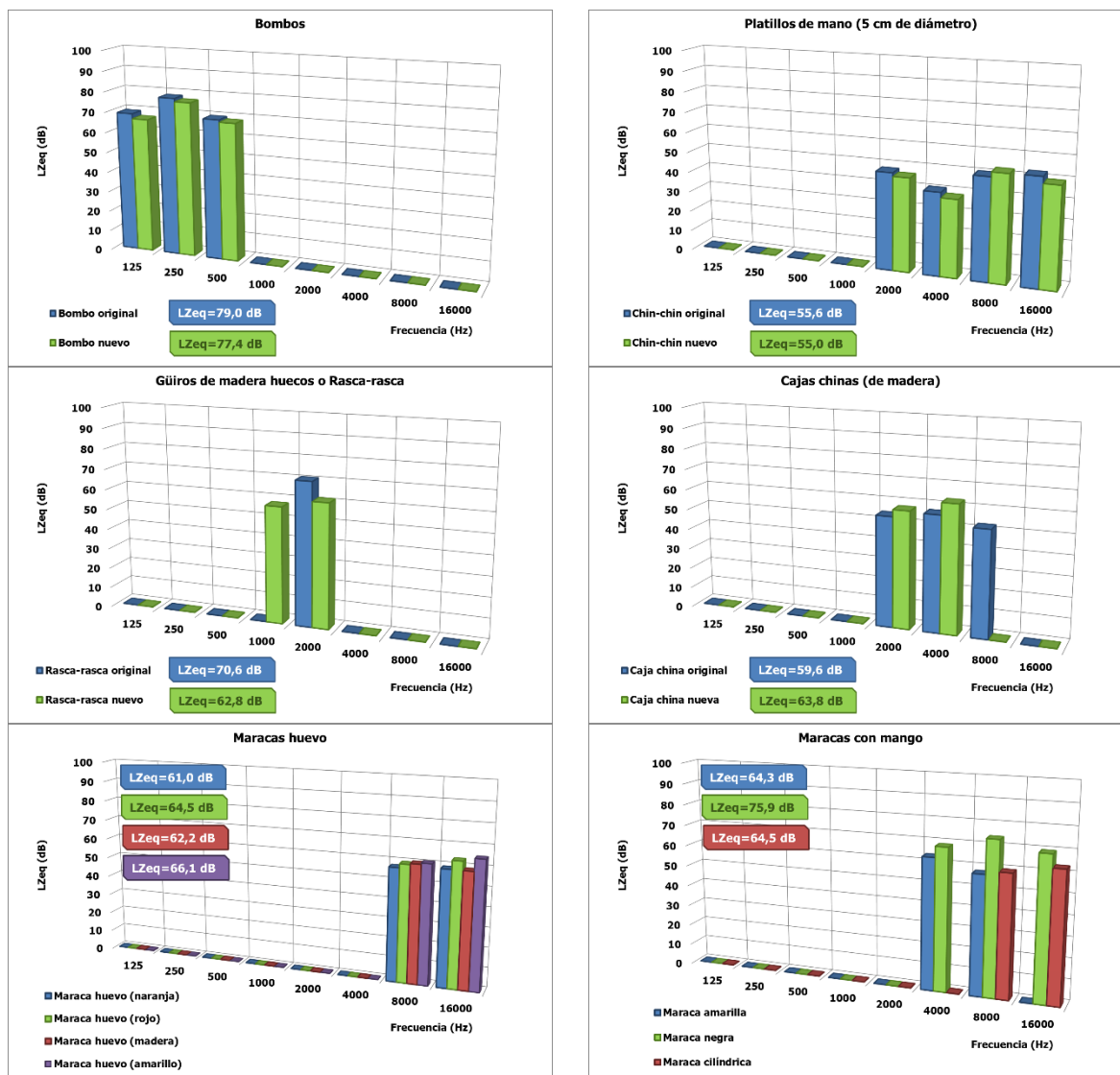
Gráficos 1 a 6: Comparativo de espectros de objetos originales luego de 13 años de uso



Gráficos 7 a 10: Comparativo de espectros de objetos originales luego de 13 años de uso



Gráficos 11 a 14: Espectros completos y simplificados de objetos nuevos



Gráficos 15 a 20: Comparativo de espectros de objetos de características similares

4 CONCLUSIONES GENERALES

En cuanto a la conservación de sus características sonoras luego de 13 años de uso, las evaluaciones de los objetos que conforman el “conjunto original” de elementos permitieron conocer que:

- El 56 % de los objetos conservan su espectro de emisión y su nivel sonoro global (ejemplos en Gráficos 1 a 6).
- El 28 % de los elementos conservan su espectro sonoro, pero sus niveles sonoros globales fueron inferiores (ejemplos en Gráficos 7 y 8). Se interpreta que la disminución de entre 9 y 18 dB en los niveles sonoros globales medidos en 2020 pudo deberse a diferencias en la manera de percutirlos o ejecutarlos.
- Solamente el 16 % de los objetos presentaron variaciones tanto de espectro como de nivel sonoro global. Se trata del bombo, el pandero y del golpe de la tapa de olla (Gráficos 9 y 10, por ejemplo). Para los dos primeros, se pudo observar que con el uso había disminuido la tensión del parche, modificándose su patrón de vibraciones. Para el caso de la tapa de olla, se evidenció una dependencia del sonido generado con respecto a la altura desde la que se la deja caer y con respecto a la superficie contra la que impacta.

Con relación al rango de frecuencias que pueden explorarse durante la realización de las AOC con estos elementos sonoros, se destaca que 15 de los 18 objetos

originales, generan sonidos cuyo espectro tiene componentes de 1 kHz o superiores. La mayoría de ellos (14 objetos), generan sonidos con frecuencias de 2 kHz o superiores. Sólo 1 presentó espectro con componentes de baja frecuencia, y otros 2 de banda ancha (componentes de frecuencias bajas, medias y altas). Por otra parte, 13 de los 14 objetos nuevos, generan sonidos cuyo espectro tiene componentes de 1 kHz o superiores. La mayoría de ellos (10 objetos), generan sonidos con frecuencias de 2 kHz o superiores. Sólo 1 presentó espectro con componentes de baja frecuencia.

En lo que corresponde a los objetos de características similares, tanto originales como nuevos, algunos muestran coincidencia en cuanto a los niveles y espectros generados, y otros no (ver ejemplos en Gráficos 15 a 20). De manera que cada vez que se incorpore un elemento al conjunto de objetos

utilizados para la realización de las AOC, deberá ser caracterizado acústicamente (espectro y nivel sonoro global).

REFERENCIAS

- N. Massara, N. Vechiatti, G. Di Pilla, F. Iasi. (2017). “El uso de pruebas subjetivas en la detección precoz de hipoacusias”. Actas del XV Congreso Argentino de Acústica. Bahía Blanca, Argentina, noviembre de 2017 (<https://adaa.org.ar/actas-de-congresos>)
- N. Massara, G. Di Pilla, F. Iasi, N. Vechiatti (2008). “Umbral auditivo en niños pequeños”. Actas del VI Congreso Iberoamericano de Acústica. Buenos Aires, Argentina, noviembre de 2008.
- Norma IRAM-NM 300-1: Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades generales, mecánicas y físicas.