

ORIGINAL

Valoración de la capacidad funcional auditiva en los niños con deficiencias auditivas

Mariana Maggio De Maggi

Programa Infantil Phonak (PIP), Castellón, España

PALABRAS CLAVE

Audición infantil;
Acústica del habla;
Deficiencia auditiva;
Desarrollo auditivo;
Niños sordos;
Percepción del habla;
Valoración funcional de la audición

Resumen Para realizar la valoración de la capacidad funcional auditiva de un niño pequeño con pérdida auditiva es necesario recurrir a diferentes pruebas que, de manera indirecta, reflejan la información acústica que están aportando las prótesis auditivas o el aprovechamiento que está haciendo el niño de esa información acústica, principalmente en función de la adquisición y el desarrollo de habilidades auditivas y del lenguaje. A partir de los resultados de esta valoración, se puede determinar si la adaptación es la mejor que puede obtener ese niño en ese momento, o si es necesario efectuar modificaciones en ella para optimizarla y así conseguir la mejor inteligibilidad del habla en una variedad de ambientes y situaciones de comunicación. En este artículo se realiza una breve revisión de dos de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en la valoración de la funcionalidad auditiva en los niños con pérdida auditiva, como son el desarrollo auditivo y la acústica del habla. Se aportan datos de referencia para la comparación evolutiva de las respuestas a distintos estímulos sonoros y para el análisis acústico del material a utilizar en las pruebas de percepción del habla. Finalmente, se reflexiona sobre el papel del logopeda en la valoración en cuestión.

© 2012 AELFA. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Children's hearing;
Speech acoustics;
Hearing impairment;
Hearing development;
Deaf children;
Speech perception;
Functional assessment of hearing

Assessment of functional hearing ability in children with hearing impairments

Abstract To assess the functional hearing ability of a small child with hearing loss, it is necessary to resort to different indirect tests that can reflect the information being provided by hearing aids, or by exploring what the child is doing with this acoustic information, mainly as regards the abilities in the acquisition and development of language. From the results of this assessment, it can be determined if the adjustment is the best that this child can achieve at that time, or if modifications need to be made to optimise it and thus achieve the best intelligibility of speech in a variety of communication environments and situations.

Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mariana.maggio@phonak.com (M. Maggio De Maggi).

This article presents a brief review of two fundamental aspects to take into account of when assessing hearing function in children with hearing loss, which are hearing development and the acoustics of speech. Reference data are provided for the evolutionary comparison of the responses to the different sound stimuli, and for the acoustic analysis of the material to use in speech perception tests. Finally, the role of the speech therapist is discussed as regards this assessment.

© 2012 AELFA. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Durante el proceso de adaptación de prótesis auditivas en un niño con una pérdida auditiva, hay una serie de etapas fundamentales determinadas en el orden siguiente: la valoración audiológica diagnóstica; la selección y el ajuste de las prótesis auditivas; la verificación de su rendimiento; la provisión de información y la instrucción a la familia acerca del uso de las prótesis, y la validación de la funcionalidad de ellas (Pediatric Working Group, 1996). Esta última etapa se realiza después de un tiempo de uso de las prótesis en el entorno cotidiano del usuario, y en ella se comprueba la eficacia del sistema seleccionado y los ajustes realizados. A partir de los resultados de esta valoración se puede determinar si la adaptación es la mejor que puede obtener ese niño en ese momento, o si es necesario efectuar modificaciones en los pasos previos del proceso para optimizarla y así conseguir la mejor inteligibilidad del habla en una variedad de ambientes y situaciones de comunicación.

En general, los adultos con sorderas poslinguales pueden expresar con claridad sus necesidades auditivas en distintas situaciones y valorar el grado de funcionalidad de sus prótesis. Esto es así porque su nivel de desarrollo del lenguaje se les permite y porque cuentan con un registro de sus percepciones auditivas de cuando gozaban de buena audición que les permite tener conciencia de lo que no están percibiendo o están percibiendo de forma distorsionada. Los niños de corta edad con pérdidas auditivas prelocutivas o perilocutivas, además de tener una limitación lingüística para expresarse, no cuentan con esa experiencia auditiva de referencia y, obviamente, no pueden especificar qué es lo que no oyen con claridad o no llegan a detectar.

Ninguna prueba aislada permite describir de manera completa la capacidad funcional auditiva de un niño pequeño. Por este motivo es necesario recurrir a diferentes valoraciones que, de manera indirecta, reflejan la información acústica que están aportando las prótesis auditivas o, en mayor medida, el aprovechamiento que está haciendo el niño de esa información acústica, principalmente en función de la adquisición y el desarrollo de habilidades auditivas y del lenguaje. Para ello, en general, se hacen comparaciones entre la edad auditiva del niño a valorar con los hitos que se van dando en el desarrollo de un niño con audición normal. Según una encuesta realizada recientemente por nuestro servicio, la valoración de la capacidad funcional auditiva en los niños aún no es una práctica generalizada en el territorio español (Calvo Prieto y Maggio De Maggi, 2012). En ocasiones, ésta se limita a la determinación de los umbrales audiométricos con prótesis auditivas, sin considerar los aspectos evolutivos de las habilidades auditivas y comunicativas, o, en el mejor de los casos, se aplican pruebas estandarizadas donde el niño debe repetir una determinada serie

de palabras, pero sin tener en cuenta los aspectos lingüísticos ni acústicos de dicho material, ni las distintas variables del ambiente (Marrero y Martín, 2005).

A continuación se hará una breve revisión de dos de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en la valoración de la funcionalidad auditiva en los niños con pérdida auditiva, como son el desarrollo auditivo y la acústica del habla. Sin duda, el tema es mucho más extenso y complejo de lo que aquí podemos llegar a exponer, por lo que se invita al lector a profundizar en el material bibliográfico.

Desarrollo de la capacidad auditiva

La maduración del sistema auditivo —dirigida desde las regiones neurales periféricas hacia regiones neurales centrales— es la que determina el inicio del funcionamiento de la capacidad auditiva (Munar, Rosselló, Mas, Morente y Quetgles, 2001), pero es la experiencia con el sonido lo que permite su desarrollo y refinamiento. Las capacidades auditivas básicas y las representaciones espectrales y temporales del sonido, que no están completamente maduras en el momento de nacer, adquieren las características del adulto alrededor de los 6 meses de edad. Sin embargo, la capacidad del cerebro de procesar esa información que llega desde el órgano periférico requiere muchos años de estimulación para desarrollarse (Werner y Leibold, 2011), siendo después los mecanismos cognitivos los que afectarán el desarrollo de la percepción óptima del habla en distintas situaciones (Houston, 2011).

En el caso de los niños con pérdidas auditivas prelinguales o perilinguales de distinta causa, a los que se les adaptan prótesis auditivas durante los primeros años de vida, deben considerarse una serie de factores que afectarán al desarrollo auditivo, entre otros: que la estimulación se recibe de manera desfasada con respecto a los períodos naturales y a veces críticos de desarrollo, con evidencia de que la falta de estimulación auditiva causa degeneración de las células del ganglio espiral; reorganización de la corteza auditiva y alteración de las vías neurales que la conectan con otras zonas corticales (Houston, 2004), y que la calidad del estímulo presenta una distorsión respecto a la recibida por un niño normo-oyente. Otra diferencia fundamental es el tiempo acumulado de exposición a los estímulos. Basta con hacer un cálculo estimativo muy sencillo: un niño normo-oyente de 2 años de edad cronológica lleva acumuladas unas 20.000 horas de exposición completa a los estímulos sonoros. Un niño de 2 años, adaptado idealmente con prótesis auditivas desde los 6 meses de edad y, siendo muy optimistas, llevándolas una media de 10 horas diarias, sólo acumula 5.400 horas de exposición. Evidentemente, no puede esperarse el mismo nivel de desarrollo en ambos casos. A pesar de conocerse estas diferencias, en numerosas ocasiones no

se tienen en cuenta a la hora de valorar la funcionalidad auditiva en un niño pequeño y, a menudo, los resultados se interpretan como si se tratara de un adulto, lo cual generalmente lleva a sobrestimar el grado de pérdida auditiva y a subestimar la eficacia de la adaptación protésica y/o de la intervención terapéutica. Cuando se realiza una valoración funcional, debería considerarse la edad auditiva del niño tomando como referencia para el cálculo de ésta no sólo los meses transcurridos desde la primera adaptación, sino también las horas de uso efectivo de las prótesis. En ese sentido, la función de registro de datos o *data logging* de los audífonos de última generación es una herramienta muy útil ya que permite conocer, entre otros datos, el promedio de horas diarias que se ha utilizado el dispositivo (Fabry, 2005).

Hay diferentes tablas donde se resumen los principales hitos en el desarrollo de las habilidades auditivas relacionados con la edad en niños con audición normal. En nuestro servicio utilizamos una recopilación realizada de diferentes autores (Maggio De Maggi, 2007).

En la tabla 1 se especifica el desarrollo del nivel de detección de distintos tipos de estímulos sonoros en los primeros años de vida, según Northern y Downs (2001). Debe tenerse en cuenta que estos umbrales o niveles de detección o sensibilidad absoluta no son uniformes en todas las frecuencias, y que primero disminuyen los umbrales para las frecuencias agudas y luego, para las graves, los cuales continúan mejorando hasta los 10 años de edad (Gerber, 2007; Houston, 2011).

En cuanto a herramientas estandarizadas, hay varios cuestionarios que, según la edad de los niños, están dirigidos a los padres, los profesores o los mismos niños. Algunos de ellos valoran sólo conductas auditivas, mientras que otros tienen en cuenta la evolución de otros aspectos de la comunicación y el lenguaje dependientes de la audición, que permiten inferir cuál es el nivel de percepción auditiva del niño o la calidad y el aprovechamiento del *input* acústico que está recibiendo. Nuestro servicio ha traducido y adaptado al español cuestionarios de referencia para la valoración funcional de la audición, como el MAIS, IT-MAIS, ELF, CHILD, SIFTER y LIFE (Calvo Prieto y Maggio De Maggi, 2003).

Características acústicas del habla

El objetivo principal de la adaptación de los dispositivos auditivos en los niños es proporcionar la mejor calidad posible de

la señal acústica del habla en función del aprendizaje del lenguaje oral. El espectro frecuencial de los sonidos del habla se encuentra entre los 125 y los 9.500 Hz (Guirao, 1980), aunque alrededor de un 70% de ellos se encuentra entre las frecuencias de 500 y 2.000 Hz (Ferrández Mora y Villalba Pérez, 1996). El nivel de intensidad conversacional medio ronda los 55-60 decibelios de nivel audible (dB HL), aunque cada sonido del habla —según su composición frecuencial y su posición en la palabra, oración y/o frase— tendrá distinta intensidad durante su emisión en el discurso conectado. Mientras que la F0 o frecuencia fundamental está dada por la vibración de las cuerdas vocales (125 Hz en el varón, 250 Hz en la mujer y 350 Hz en los niños, aproximadamente), los formantes son concentraciones de energía acústica en frecuencias determinadas dadas por la diferente posición de los órganos articulares en el tracto vocal (Jackson-Menaldi, 1992). El formante con la frecuencia más baja se designa F1; el segundo, F2; el tercero, F3, etc. Estos formantes son los que permiten distinguir los distintos sonidos del habla. Normalmente, en el idioma español, sólo son necesarios los primeros dos formantes para caracterizar una vocal, siendo las vocales más graves la /u/ y la /o/, mientras que la /e/ y la /i/ son las más agudas y la /a/ es la que tiene componentes frecuenciales medios (tabla 2). En las consonantes que se producen sin la vibración de las cuerdas vocales —como las sibilantes (/s/), fricativas (/f/, /θ/) y africadas (/tʃ/, /j/)— predominan los componentes frecuenciales agudos, dados por los ruidos que genera la fricción del aire en el tracto vocal, mientras que en las consonantes sonoras (/m/, /n/ y /ɲ/) predominan los componentes graves y medios (Guirao, 1980).

Según Quilis (1993), en el castellano, la frecuencia relativa de ocurrencia de las vocales es de un 47,55% y la de las consonantes, de un 52,30%. Para que el habla se diferencie claramente, tanto las vocales como las consonantes tienen que estar acústicamente disponibles. El habla es audible si la persona es capaz simplemente de detectar su presencia. Sin embargo, para que el habla sea inteligible, la persona debe ser capaz de diferenciar las distinciones sonoras de los fonemas individuales de la palabra. Consecuentemente, el habla puede ser muy audible, pero no consistentemente inteligible, causando confusiones en la diferenciación de sonidos similares, con repercusiones en la comprensión verbal, incluso en hipoacusias leves. Los sonidos vocálicos son sonidos de baja frecuencia y son los más potentes, por lo que hacen el habla audible (Cole y Flexer, 2007). Mientras que

Tabla 1. Evolución de los niveles de detección o sensibilidad absoluta según la edad y el tipo de estímulo en niños con audición normal

	Juguetes sonoros (dB SPL)	Tono modulado (dB HL)	Voz (dB HL)	Alarma a la voz (dB HL)
0-6 semanas	50-70	78 ± 6	40-60	65
6 semanas a 4 meses	50-60	70 ± 10	47 ± 2	65
4 a 7 meses	40-50	51 ± 9	21 ± 8	65
7 a 9 meses	30-40	45 ± 15	15 ± 7	65
9 a 13 meses	25-35	38 ± 8	8 ± 7	65
13 a 16 meses	25-30	32 ± 10	5 ± 5	65
16 a 21 meses	25	25 ± 10	5 ± 1	65
21 a 24 meses	25	26 ± 10	3 ± 10	65

Adaptada de Northern y Downs, 2001.

Tabla 2. Espectro aproximado de frecuencias de los sonidos del test de Ling (Ling, 1989) y las vocales /e/ y /o/ según la acústica del español

	Sonidos del test de Ling							
	/m/	/u/	/a/	/i/	/sh/	/s/	/e/	/o/
F1 en Hz	250	300	650	300	2.000	4.000	440	490
F2 en Hz		800	1.300	2.100			1.900	1.000

Tomada de Marrero, 2010.

los sonidos consonánticos, de alta frecuencia y más débiles, son los que la hacen inteligible. Por ejemplo, la consonante /s/, con un contenido lingüístico importante como marcador de plural (la foca/las focas) y de persona (escucha/escuchas), concentra casi toda su energía en la gama de los agudos. Específicamente, para las distintas variantes del español, el espectro frecuencial de un hablante para el fonema /s/ está comprendido entre los 3 y los 9 kHz (Borzzone de Manrique, 1980; Quilis, 1993; Marrero, 2010).

Varios estudios han demostrado que los niños, independientemente de su capacidad auditiva, requieren una información mayor en las frecuencias agudas para alcanzar los mismos niveles de identificación que los adultos (Pittman y Stelmachowicz, 2000; Stelmachowicz, Pittman, Hoover y Lewis 2001 y 2004). Particularmente, los niños con pérdida auditiva, usuarios de audífonos convencionales, suelen presentar un retraso significativo en la producción de sonidos fricativos y africados (Moeller, Hoover, Putman, Arbataitis, Bohnenkamp, Peterson et al, 2007; Stelmachowicz, Pittman, Hoover y Lewis, 2004). En este sentido, algunos audífonos de última generación que cuentan con un sistema de procesamiento de la señal, denominado *compresión frecuencial no lineal*, permiten el acceso a las frecuencias agudas y mejoran sustancialmente la percepción de estos sonidos, como lo han comprobado numerosos estudios (Glista, Scollie, Bagatto, Seewald, Parsa y Johnson, 2009; Wolfe, John, Schafer, Nyffeler, Boretzki y Caraway, 2010; Wolfe, John, Schafer, Nyffeler, Boretzki, Caraway y Hudson, 2011; Calvo y Maggio De Maggi, 2011).

En la figura 1 se observa la representación en el audiograma de la información desarrollada por Marrero (2010) sobre el espectro del habla del español. Si se transcriben los um-

brales tonales del niño sobre este audiograma, se tendrá un panorama de los sonidos a los que puede tener acceso con sus dispositivos auditivos.

En la tabla 3 se puede observar, a grandes rasgos, cuál es la información frecuencial necesaria para la correcta percepción de los distintos fonemas (Ling, 1989). Conocer estos parámetros permite deducir, a través del análisis de las respuestas y las producciones del niño, qué tipo de información está recibiendo y en qué zona necesita más información.

Pruebas de percepción del habla

La audición es un fenómeno perceptivo, en definitiva, una actividad cognitiva inducida por un fenómeno físico, como es la presentación de un sonido (Munar, Roselló, Mas y Quetgles, 2002). Para que pueda producirse esta actividad cognitiva (como, por ejemplo, la identificación de una palabra), primero debe existir el acceso al estímulo, pero también debe tenerse en cuenta que el acceso al estímulo per se no garantiza que éste se procese desde un punto de vista cognitivo de manera adecuada.

La capacidad para diferenciar claves acústicas, como son los tonos puros o modulados que se valoran y reflejan en una audiometría, no equivale a la capacidad para identificar fonemas de la lengua. Dos niños con una misma configuración audiométrica pueden tener evoluciones distintas en cuanto a rendimiento funcional para la percepción del habla. Incluso con una audibilidad óptima, la distorsión de la señal —ya sea producida por la alteración de las células ciliadas del oído interno o por las características del dispositivo auditivo— puede afectar el reconocimiento y la comprensión.

Los estímulos acústicos provenientes del habla son procesados de manera distinta al resto de estímulos sonoros. Si un ruido intermitente se repite 20 o más veces por segundo, nuestra percepción no lo procesa como una secuencia de *inputs* separados, sino como un zumbido continuo. En cambio, a la hora de procesar los estímulos del habla se produce un fenómeno conocido como *percepción modo habla* (Liberman, Cooper, Shankweiler y Studdert-Kennedy, 1967). Este fenómeno explica que podamos percibir distintivamente entre 10 y 15 fonemas/segundo en el habla normal, hasta 15-30 fonemas/segundo o más en el habla rápida.

Las pruebas de percepción del habla son las únicas que valoran íntegramente el sistema auditivo, ya que aportan información desde el nivel de detección periférico hasta el nivel de procesamiento central. La pérdida auditiva afecta la percepción del habla en todas las personas, pero los niños se ven más afectados, ya que no cuentan con un sistema lingüístico completamente desarrollado, lo que les impide hacer el

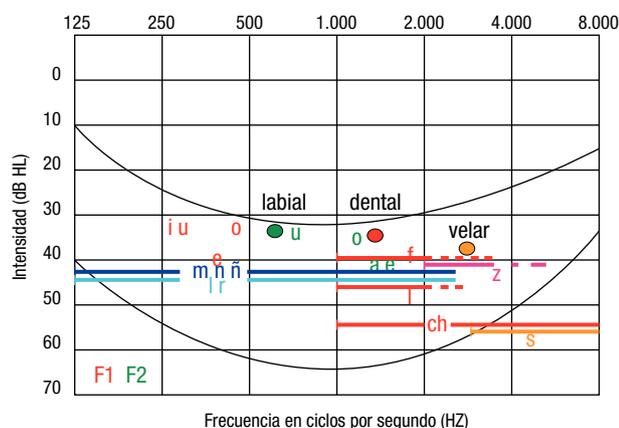


Figura 1. Representación en el audiograma de los sonidos del habla en español. Tomada de Marrero, 2010.

Tabla 3. Información frecuencial necesaria para la correcta percepción de los distintos fonemas

250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
F0 Mujer/niñ@ F1 /i/ /u/ Armónicos de voces masculinas	F1 de /e/ /o/ Armónicos de todas las voces	F1 /r/ /l/ F2 /a/ /o/	F2 /i/ /e/ Ruidos plosivos y fricativos Información para /r/ /l/	Frecuencia crítica para /s/ /z/ Calidad sonora de las consonantes
Pistas de sonoridad para diferenciar b/p, d/t, g/k, v/f, j/ch, z/s	Pistas de sonoridad	Pistas de sonoridad	Importantes pistas acústicas para el modo de articulación y plosivas, fricativas, nasales líquidas y africadas	Importantes pistas acústicas para el punto de articulación bilabial, alveolar, labiodental, velar y modo africado
Pistas suprasegmentales	Pistas suprasegmentales Pistas de nasalidad Algunos ruidos plosivos /d/ /b/	Pistas suprasegmentales Pistas de nasalidad Algunos ruidos plosivos		

Tomada de Ling, 1989.

cierre auditivo de las palabras que han percibido de manera incompleta o distorsionada. Teniendo conocimiento de la acústica del habla, se pueden inferir qué sonidos del lenguaje debería estar percibiendo el niño, de acuerdo al grado y la configuración de su pérdida auditiva, y comparar si las respuestas que se registran guardan relación con los datos audiométricos. De no ser así, se podría sospechar de un trastorno de tipo retrococlear o de procesamiento auditivo.

Los niveles de valoración de la percepción del habla dependerán del nivel de desarrollo de las habilidades auditivas alcanzado por el niño que se pretenda valorar: detección, diferenciación, identificación y comprensión, descritos por Erber (1979). Los estímulos a utilizar en todos los casos serán producidos por la voz y podrán ser sonidos aislados (fonemas), sílabas, palabras de distinta duración, pseudo-palabras o incluso frases y discurso conectado. El nivel de complejidad de la prueba dependerá del material verbal (más o menos redundante acústicamente, palabras con sentido o logotomas, etc.) y del formato de presentación (abierto, cerrado, con o sin apoyo visual, a viva voz o a través de un equipo reproductor, etc.).

Una de las pruebas más básicas que puede utilizarse con niños pequeños es el test de Ling (1989). En esta prueba se emplean los sonidos /a/, /u/, /i/, /m/, /j/ y /s/, ya que el espectro de frecuencias de los F1 y F2 de estos sonidos cubre todo el espectro de frecuencias del habla (tabla 3). Según el tipo de respuesta que se exija, permite valorar el nivel de detección y/o identificación.

Dentro del material estandarizado para la valoración de la percepción del habla en español, la principal referencia es el elaborado por Cárdenas y Marrero (1994), ya que para realizarlo se han tenido en cuenta aspectos como la composición acústica y la frecuencia de aparición de los fonemas, así como el nivel léxico de la población infantil.

En los niños menores de 3 años es difícil realizar pruebas verbales estandarizadas. Las pruebas adaptadas individualmente tienen una gran importancia en la valoración del niño

en forma particular, pero tienen poco peso estadístico; no obstante, se pueden establecer comparaciones entre grupos y en el mismo niño a través del tiempo. Naturalmente, para la adaptación de pruebas de percepción del habla se utilizará vocabulario del niño considerando su composición acústica. Es importante tener en cuenta que cuando se realizan pruebas con apoyo visual o en un formato cerrado —con una lista limitada de palabras conocida previamente por el niño— no estamos midiendo verdaderamente la percepción del niño, sino su capacidad de cierre auditivo. Por ejemplo, si decimos la palabra “escalera” y el niño percibe “ealea”, teniendo entre las opciones las figuras escalera-mesa-biberón-peza, tiene numerosas variables para seleccionar la palabra adecuada e incluso repetirla, aunque no la haya percibido correctamente (por su longitud, por sus vocales, por su acentuación). Por ello, en la medida de lo posible, cuando se desea valorar puramente la percepción auditiva, deben seleccionarse palabras de mayor similitud y menor redundancia acústica. De la misma manera, llevar un registro de los fonemas cuya percepción es más difícil para el niño, o en los que presenta errores sistemáticos, va a permitir, a través de un análisis acústico, conocer sus necesidades de amplificación, modificación de ajustes de las prótesis y entrenamiento auditivo.

Valorar la funcionalidad de las prótesis implica utilizar los estímulos a intensidades conversacionales de 50/60dB HL y también reproducir el tipo de ambiente auditivo en el que se desenvuelve el niño (nivel de ruido y distancia del interlocutor). Cuando se valora la funcionalidad de las prótesis en un ambiente silencioso y con un estímulo intenso, no se está reproduciendo el ambiente real del niño y la información que se obtiene acerca de sus posibilidades de percepción o necesidades auditivas es limitada. Las pruebas de percepción verbal deberán aplicarse también considerando los niveles de relación entre la señal y el ruido aplicables al entorno diario del niño. De esta manera, podremos determinar si la tecnología es la adecuada o si podría beneficiarse, por ejemplo, con un sistema de FM.

Papel del logopeda en la valoración funcional de la audición

La finalidad de la valoración de la capacidad funcional auditiva es saber si se ha alcanzado el objetivo de la adaptación protésica, es decir, la optimización de la percepción del habla en el ambiente cotidiano del niño. La realización de las diferentes pruebas (ya sea a través de cuestionarios, observaciones, repetición de listas de palabras, etc.) tiene como objetivo obtener información acerca de la necesidad de modificaciones en la adaptación de las prótesis. Para ello, es necesario saber qué aspecto se está valorando en cada caso y qué condiciones acústicas están relacionadas y serían susceptibles de modificación. Las evaluaciones puramente descriptivas —sin un análisis de los resultados que los relacione con dichas condiciones— no serían muy útiles a los fines prácticos en el proceso de adaptación protésica.

Una valoración funcional completa debe incluir aspectos como el desarrollo de las habilidades auditivas, del habla y del lenguaje. La evaluación de estos aspectos requiere, además de las competencias propias para valorar las distintas áreas, una interacción con el niño a valorar que implicará más tiempo y conocimiento de él cuanto menor sea su edad. En este sentido, la información que aporta la familia es fundamental. En los distintos estudios realizados por nuestro servicio (Calvo Prieto y Maggio De Maggi, 2004 y 2012), el logopeda es el especialista mejor valorado por los padres de los niños sordos e hipoacúsicos, entre otras cosas por su dedicación cotidiana, seguimiento y conocimiento de la situación comunicativa real de sus hijos. Si a esto sumamos que es el especialista en lenguaje, sus aportes a la valoración funcional de la audición son indiscutibles.

De más está señalar que el desarrollo del lenguaje depende de varios factores, y cuando su ritmo no es el adecuado, deben examinarse todas las posibles causas, además de la auditiva. En este sentido, el logopeda tiene la responsabilidad de determinar si hay un trastorno específico del lenguaje asociado a la pérdida auditiva. Conocer más acerca de las características acústicas del habla y del desarrollo auditivo le permitirá hacer un análisis más preciso del acceso auditivo al lenguaje oral que tiene el niño y de sus necesidades auditivas y discernir si ese retraso en la adquisición y/o el desarrollo del lenguaje puede atribuirse únicamente a cuestiones de acceso a la información acústica. Esto llevará, junto con un verdadero trabajo interdisciplinario —donde su opinión tenga el mismo peso que la de los demás especialistas intervinientes—, a determinar el tipo corrección protésica, o los ajustes requeridos en la adaptación y/o metodología terapéutica más adecuados para el acceso al lenguaje oral.

Bibliografía general

- Borzzone de Manrique, A.M. (1980). *Manual de Fonética Acústica*. Buenos Aires: Hachette (Hachette Universidad).
- Cárdenas, R., Marrero, V. (1994). *Cuaderno de logaudiometría*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Calvo Prieto, J.C., Maggio De Maggi, M. (2003). *Audición Infantil. Marco referencial de adaptación audioprotésica infantil*. Barcelona: Clipmedia Ediciones.
- Calvo Prieto, J.C., Maggio De Maggi, M. (2004). Aportes de los padres a las necesidades audioprotésicas de sus niños sordos. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 24 (2), 89-99.
- Calvo Prieto, J.C., Maggio De Maggi, M. (2011). Compresión Frecuencial No Lineal y Percepción del Habla. *AudiolInfos*, 79, 10-15.
- Calvo Prieto, J.C., Maggio De Maggi, M. (2012). Aportes de los padres a las necesidades audioprotésicas de sus hijos sordos. Diez años después. Encuesta realizada por el Programa Infantil Phonak (*en prensa*).
- Fabry, D. (2005). DataLogging: A Clinical Tool for Meeting Individual Patient Needs (on line). *The Hearing Review*. January 2005. Disponible en: http://www.hearingreview.com/issues/articles/2005-01_05.asp
- Cole, E., Flexer, C. (2007). *Children with hearing loss: developing listening and talking birth to six*. San Diego: Plural Publishing.
- Eisenberg, L.S. (2007). Current state of knowledge: speech recognition and production in children with hearing impairment. *Ear Hear*. 28 (6), 766-772.
- Erber, N. (1982). *Auditory Training*. Washington DC: Alexander Graham Bell Association; 92-94.
- Ertmer, D., Moreno-Torres, I. (2009). El desarrollo vocal en niños sordos de familias hispanohablantes. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 29 (3), 153-164.
- Ferrández Mora, J.A. y Villalba Pérez, A. (1996). *Atención Educativa de los alumnos con NEE derivada de una deficiencia auditiva*. Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia. Generalitat Valenciana, 1996. Quart de Poblet: GRAPHIC-3 S.A.
- Gerber, S. (2002). *The Handbook of Pediatric Audiology*. Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Gerber, S. (2007). El desarrollo del comportamiento auditivo. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 27 (1), 5-11
- Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., Johnson, A. (2009). Evaluation of nonlinear frequency compression: clinical outcomes. *International Journal of Audiology*, 1-13.
- Guirao, M. (1980). *Los Sentidos, Bases de la Percepción*. Madrid: Alhambra.
- Houston, D. (2004). Speech Perception in Infants. En: Pisoni, D.B., Remez, R.E. (ed.) *The Handbook of Speech Perception*. Oxford: Blackwell Publishers; 417-448.
- Houston, D. (2011). Infant Speech Perception. En: R. Seewald y A.M. Tharpe (ed.), *Comprehensive Handbook of Pediatric Audiology* (p. 63-82). San Diego, CA: Plural Publishing; 47-62.
- Jackson-Menaldi, M.C. (1992). *La Voz Normal*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- Juárez, A., Monfort, M. (2010). Niños con implantación coclear bilateral: variación en los resultados. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 30 (3), 130-135.
- Kortekaas, R.W., Stelmachowicz, P.G. (2000). Bandwidth effects on children's perception of the inflectional morpheme /s/: acoustical measurements, auditory detection, and clarity rating. *Journal of speech, language, and hearing research*, 43 (3), 645-660.
- Liberman, A.M., Cooper, F.S., Shankweiler, D.P., Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74, 431-461.
- Ling, D. (1989). *Foundations of spoken language for hearing-impaired children*. Washington, D.C.: Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- Maggio De Maggi, M. (2007). Hitos en el Desarrollo Auditivo y del Lenguaje (0 a 3 años). *Material del Máster Universitario en Audiología General*. Universidad de Alicante.
- Marrero, V., Martín Quilis Y. (2005). Áreas de actuación del lingüista clínico: la formación y la práctica, dos perspectivas complementarias. En: Gallardo, B., Hernández, C., Moreno, V. (editores). *Lingüística clínica y neuropsicología cognitiva. Actas del Primer Congreso Nacional de Lingüística Clínica. Vol 2: Lingüística y evaluación del lenguaje*. Disponible en: [http://www.uv.es/perla/2\[15\].Marreroymartin.pdf](http://www.uv.es/perla/2[15].Marreroymartin.pdf)
- Marrero, V. (2010). Oír en Español. Audición residual útil y espectro del habla. *Ponencia presentada en la Sesión Aula PIP en el mes de junio de 2010*.

- Moeller, M.P., Hoover, B., Putman, C., Arbataitis, K., Bohnenkamp, G., Peterson, B., et al. (2007). Vocalizations of Infants with hearing Loss Compared with Infants with Normal Hearing: Part I - Phonetic Development. *Ear & Hearing*, 28 (5): 605-627.
- Munar, E., Rosselló, J., Mas, C., Morente, P., Quetgles, M. (2002). El desarrollo de la audición humana. *Psicothema*, 14 (2), 247-254.
- Northern, J., Downs, M. (2001) *Hearing in Children*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Pediatric Working Group. (1996). Conference on Amplification for Children with Auditory Deficits. Amplification for infants and children with hearing loss. *American Journal of Audiology*, 5 (1), 53-68.
- Pittman, A.L., Stelmachowicz, P.G. (2000). Perception of voiceless fricatives by normal-hearing and hearing-impaired children and adults. *Journal of speech, language, and hearing research*, 43 (6), 1389-1401.
- Quilis, A., Esgueva, M. (1983). Realización de los fonemas vocálicos españoles en posición fonética normal. En: M. Esgueva, M. Cantarero (ed.) *Estudios de Fonética I*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; p. 137-252.
- Quilis, A. (1993). *Fonética Acústica de la lengua española*. Madrid: Editorial Gredos.
- Stelmachowicz, P.G., Pittman, A.L., Hoover, B.M., Lewis, D.E. (2001). Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal - and hearing-impaired children and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110 (4), 2183-2190.
- Stelmachowicz, P.G., Pittman, A.L., Hoover, B.M., Lewis D.E. (2002). Aided perception of /s/ and /z/ by hearing impaired children. *Ear Hear*, 23, 316-324.
- Stelmachowicz, P.G., Pittman, A.L., Hoover, B.M., Lewis, D., Moeller, M.P. (2004). The importance of high-frequency audibility in the speech and language development of children with hearing loss. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 130 (5), 556-562.
- Stelmachowicz, P.G., Nishi, K., Choi S, Lewis, D., Hoover, B.M., Dierking, D., Lotto, A (2008). Effects of stimulus bandwidth on the imitation of sibilic fricatives by normal-hearing children. *Journal of speech, language, and hearing research*, 51 (5), 1369-1380.
- Werner, L., Leibod, L. (2011). Auditory Development in Normal Hearing Children. En: R. Seewald y A.M. Tharpe (Eds.), *Comprehensive Handbook of Pediatric Audiology*. San Diego, CA. Plural Publishing; p. 63-82.
- Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., Caraway, T. (2010). Evaluation of Nonlinear Frequency Compression for School-Age Children with Moderate to Moderately-Severe Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21 (10), 618-628.
- Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., Caraway, T. et al. (2011). Long-term effects of non-linear frequency compression for children with moderate hearing loss. *International Journal of Audiology*. 50 (6), 396-404.