

ICBP Victoria de Girón

Departamento de Fisiología

## **EMPLEO DE LAS EMISIONES OTOACUSTICAS PARA EL PESQUISAJE DEL DEFICIT AUDITIVO**

Dra. Eleina Mijares Nodarse . Avenida 146 Núm. 3102 esquina a 31. Reparto Cubanacán. Municipio Playa. Ciudad de la Habana, Cuba. CP 11600. Teléfono 2084877. [eleinamijares@yahoo.com](mailto:eleinamijares@yahoo.com)

Residente de Fisiología Normal y Patológica

### **RESUMEN**

El registro de las Emisiones Otoacústicas (EOA) nos permite explorar la función auditiva periférica con profundidad y detalle, por lo que constituye una nueva herramienta para el estudio de los trastornos auditivos. Las EOA representan la energía acústica generada en las células ciliadas externas de la cóclea y captada en el oído externo con un micrófono. En este trabajo se mencionan las principales aplicaciones clínicas de las EOA, así como algunas de las ventajas y desventajas fundamentales de su empleo para el pesquisaje del déficit auditivo en la población infantil. Se llega a la conclusión de que constituye un error decirle a un padre que su hijo tiene una pérdida auditiva sólo porque haya fallado las EOA. Parece más apropiado decir que la ausencia de EOA constituye un factor de riesgo adicional para las pérdidas auditivas, más que utilizarlas como prueba definitiva de pesquisaje.

**Palabras claves:** Emisiones Otoacústicas, pesquisaje del déficit auditivo.

### **INTRODUCCION**

La presencia de procesos activos que ocurren en la cóclea y que son capaces de generar energía detectable, fue planteada por primera vez por Gold en 1948 y demostrada por Kemp 30 años después. En 1977, en Londres, Kemp se colocó una sonda con un micrófono y un amplificador en su propio oído registrando por primera vez sonidos provenientes del oído interno. Desde ese momento se inicia un acelerado desarrollo científico y tecnológico que permite hoy en día el empleo de modernos equipos de registro de Emisiones Otoacústicas (EOA) que facilitan el diagnóstico audiológico.

Las células ciliadas externas de la cóclea tienen la capacidad de responder a un estímulo sonoro contrayéndose y así aumentan el movimiento de la membrana basilar, amplificando, por resonancia, la señal hacia las células ciliadas internas.

Al producirse la contracción de las células ciliadas externas se genera al mismo tiempo un escape de sonido en sentido inverso, ventana oval, cadena de huesecillos y tímpano, cuya vibración produce un sonido que puede registrarse en el conducto auditivo externo, éstas son las llamadas Emisiones Otoacústicas. 2

Existen cuatro tipos de EOA:

- EOA espontáneas (EOAE): Son tonos puros que pueden registrarse en el conducto auditivo externo en ausencia de estímulos auditivos.
- EOA transientes (EOAT): Se generan por estímulos de corta duración como el click o los tonos breves.
- EOA por productos de distorsión (EOAPD): Son respuestas tonales a dos tonos puros presentados simultáneamente con frecuencias diferentes ( $f_1$  y  $f_2$ ).
- EOA por estímulos frecuencia específicos (EOAF): Son los sonidos emitidos en respuesta a un simple tono de estimulación.

Existen en la actualidad diferentes técnicas que permiten la identificación temprana de los niños con pérdidas auditivas. Dentro de las más utilizadas se encuentran el registro de las EOA (fundamentalmente de las EOAT y de las EOAPD), los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral a clic (PEATC a clic), y los PEATC automatizados.

En este trabajo se pretende hacer una revisión bibliográfica acerca de las principales aplicaciones clínicas de las EOA, así como de las ventajas y desventajas fundamentales de su empleo para el pesquisaje del déficit auditivo en la población infantil.

## **DESARROLLO**

Las EOAE están presentes en 50-60 % de las personas con audición normal, pudiendo por tanto estar ausentes en 50 % de los sujetos normales. Desaparecen, además, cuando el umbral auditivo supera los 40 dB HL. Por lo anterior, se considera que la presencia de EOAE habla a favor de un adecuado funcionamiento coclear.<sup>2</sup> Sin embargo, su ausencia no representa necesariamente una anomalía, de ahí que su aplicación clínica sea muy restringida.

Las EOAE tienen una gran variabilidad intersujetos en cuanto a intensidad y frecuencia, pero no entre oídos de un mismo sujeto. La amplitud de las EOAE oscila entre -5 y 15 dB SPL siendo más fuertes en individuos jóvenes y desapareciendo con la edad. Son registradas en el rango de frecuencia entre 500 y 7000 Hz. Las frecuencias predominantes en niños son mayores que en adultos (2.5-5 KHz y 0.5-2 KHz, respectivamente).

Son más frecuentes en el sexo femenino que en el masculino, lo cual se cumple para todas las edades. Por otra parte, generalmente, son bilaterales y en el caso de ser unilaterales son más frecuentes en el oído derecho que en el izquierdo.

Las EOA provocadas (EOAT, EOAPD y EOAF) pueden ser detectadas en 98 % de los oídos normales tras la aplicación de un estímulo, y están ausentes cuando la pérdida auditiva supera los 40 dB. 3, 4

Las EOAT son las más utilizadas en la práctica clínica. El estímulo que generalmente se usa para obtenerlas es un click de 80-85 dB SPL a una frecuencia inferior a los 60 Hz. El espectro de frecuencia de las EOAT se localiza entre los 500 y los 4000 Hz.

La mayoría de los autores consideran que la presencia de EOAT sugiere que la sensibilidad auditiva es de 30 dB HL o menos. Por lo que éstas representan una herramienta objetiva que permite una evaluación precisa de la función auditiva periférica.

La Figura 1 (A, B) muestra la pantalla de registro de EOAT en un sujeto normal (Figura 1 A) y en un sujeto con una pérdida auditiva (Figura 1 B).

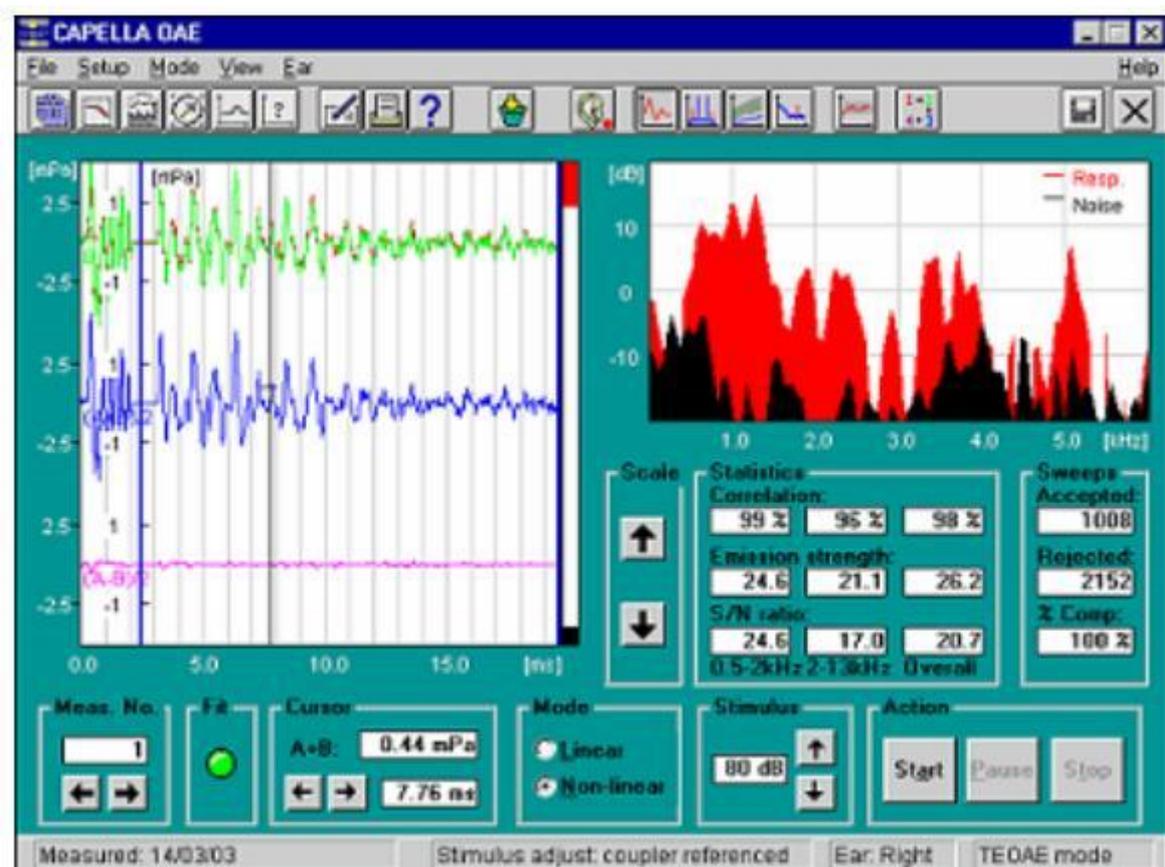


Figura 1 A: Pantalla de un equipo de EOA. Registro de EOAT normales. Dos medidas independientes son superpuestas para confirmar la reproducibilidad (A y B). El análisis espectral de la respuesta (recuadro superior derecho) muestra la energía de las dos

respuestas independientes A y B (rojo) y el espectro del ruido (negro) obtenido por sustracción de las dos respuestas independientes A y B. Nótese que la respuesta (región roja del espectro) está claramente por encima del ruido (parte negra del espectro). En la práctica se acepta como positivo de presencia de EOA una respuesta de 3-6 dB por encima del ruido de fondo con índice de correlación por encima de 50-60%.

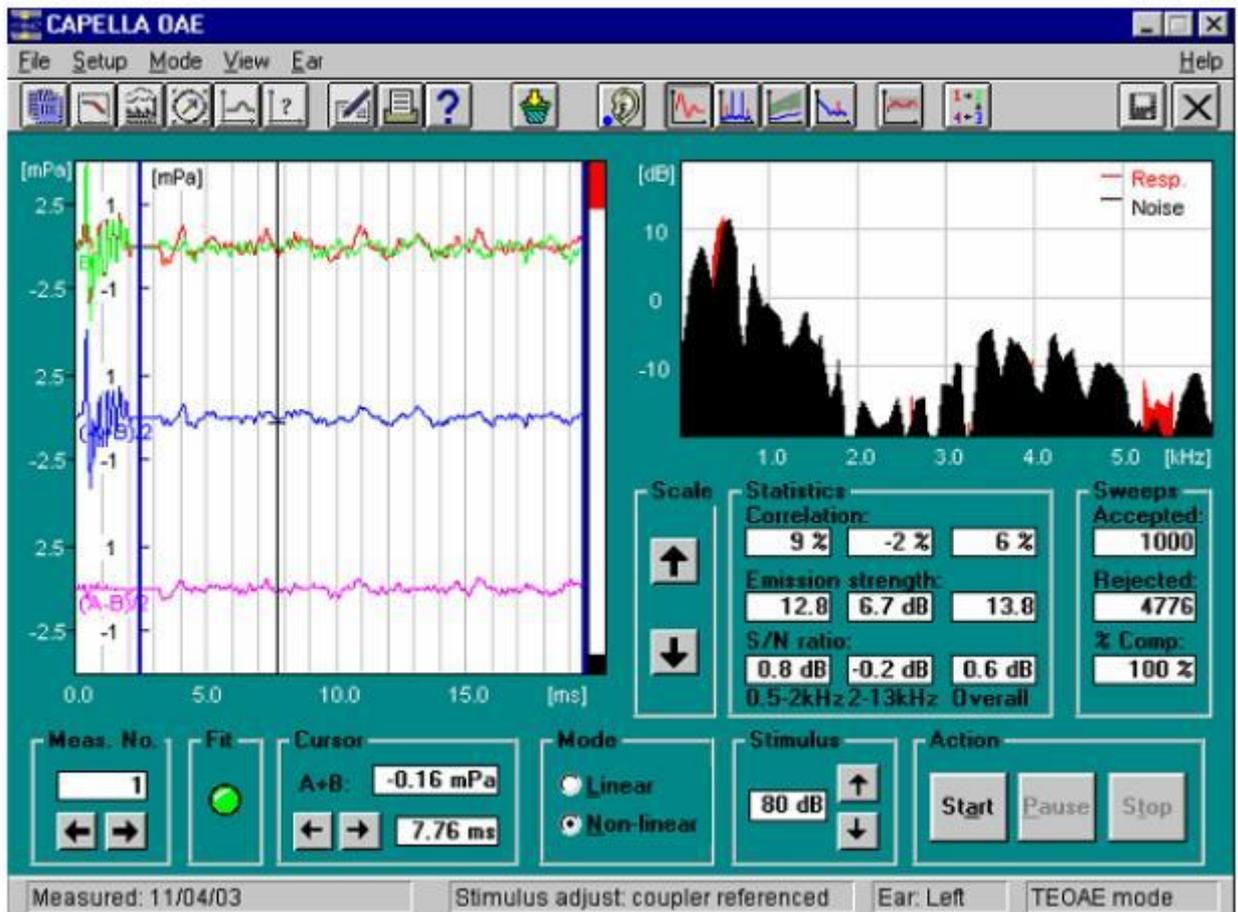


Figura 2 B: Pantalla de un equipo de EOA. Registro de EOAT ausentes. Nótese que en el espectro sólo aparece la zona de color negro (correspondiente al ruido) y no se aprecia respuesta de EOA.

En la actualidad son muy discutidas las ventajas que ofrecen las EOAPD sobre las EOAT. Las EOAPD son evocadas por estímulos frecuencia específicos por lo que existe la tendencia a usarlas para predecir la sensibilidad auditiva frecuencia específica. Aunque esto no es perfecto si existe una buena correspondencia entre el audiograma a tonos puros y la amplitud de las EOAPD, al menos para las altas frecuencias (ya que su confiabilidad es mayor por encima de los 1000 Hz). Se conoce que existen múltiples fuentes que contribuyen a la generación de las EOAPD,5 lo cual podría tener importantes implicaciones clínicas en el futuro. Las EOAPD han sido muy útiles para el diagnóstico del daño coclear producido por ototoxicidad y por ruido.

Las principales aplicaciones clínicas de las EOA son:

-Pesquisaje del déficit auditivo en recién nacidos. 6-25

- Diagnóstico específico de la función coclear.
- Diagnóstico diferencial entre lesiones cocleares y retrococleares. 26
- Investigación de la susceptibilidad al ruido.
- Determinación de hipoacusias psicógenas y simuladores. 27
- Pacientes difíciles de estudiar convencionalmente.

Son numerosos los autores que han empleado las EOA para el pesquisaje del déficit auditivo en la población infantil,6- 25 reportando diversas ventajas:

- Las EOA están presentes en recién nacidos prematuros y a término (sin patologías de oído medio).6-10
- En recién nacidos y niños la amplitud de las EOA es muy grande (10 dB más grande que en los adultos).15
- Las EOA se obtienen fácilmente a partir de las 48 horas de nacido.
- Son bien conocidos los efectos que sobre la respuesta tienen factores como maduración, trastornos auditivos y estado de vigilia del sujeto.
- La detección de las EOA es automática, lo cual elimina el sesgo del observador, pudiendo realizarse la prueba por personal no calificado.
- La prueba no es invasiva, ni requiere preparación especial ni colocación de electrodos.
- La prueba completa tiene una media de duración de 7,2 minutos (5,8-12,5 minutos) en ambientes con ruido controlado,3y de 16,6 minutos (7-45 minutos) en condiciones de ruido hospitalario.
- Brindan información acerca de un amplio espectro de frecuencias, a diferencia del PEATC a click.

A pesar de todas estas ventajas también se reportan algunas limitaciones de esta técnica cuando se emplea en el contexto de un programa de pesquisaje:

- Para su obtención se requieren bajos niveles de ruido ambiental.
- En recién nacidos con hipoxia o infección puede observarse una disminución de la amplitud de las EOA.
- Las EOA son muy sensibles a la obstrucción del conducto auditivo externo o a la presencia de líquido en oído medio, por lo que trastornos conductivos temporales pueden hacerlas fallar, a pesar de existir una audición normal.
- No pueden utilizarse para determinar el grado, ni la naturaleza de la pérdida auditiva, ya que las EOA están abolidas siempre que la pérdida supera los 50 dB nHL.
- Las EOA son normales en niños con pérdidas auditivas retrococleares, y en niños con trastornos funcionales de la vía auditiva,4 reportándose falsos negativos en la neuropatía auditiva, 16 por lo que para un pesquisaje universal necesitan usarse conjuntamente con el PEATC a click.17
- Se reportan elevadas cifras de falsos positivos cuando la prueba se hace en las primeras 24 horas de nacido, lo cual conlleva a la necesidad de una segunda prueba a un gran número de niños, lo que eleva el costo del pesquisaje y produce gran ansiedad en los padres.18 El costo de las EOA y del PEATC a click son

comparables cuando se tiene en cuenta la elevada cantidad de falsos positivos con las EOA. 19, 20

Con las EOAT se reporta una sensibilidad de 76% y una especificidad de 86%, 21 otros autores reportan una sensibilidad de 50% y una especificidad de 52%. 22 En un programa de pesquisaje universal con EOAT se reporta una sensibilidad superior a 90% para el diagnóstico de las pérdidas auditivas permanentes periféricas, mientras que la especificidad de un programa de pesquisaje universal en el que las EOA se realizan 2 veces es superior a 99%.23

Por su parte, Vohr reporta una sensibilidad de 95% y una especificidad de 89,9% con un valor predictivo positivo (VPP) de 2% y un valor predictivo negativo (VPN) de 99.9% en una primera prueba de pesquisaje, mientras que en el confirmatorio reporta una sensibilidad de 95%, una especificidad de 87%, un valor predictivo positivo de 16% y un valor predictivo negativo de 99.9%.24

En un estudio más reciente se reporta una sensibilidad de 90.9% y una especificidad de 91.1%.25

## CONCLUSIONES

Las EOA representan una herramienta objetiva muy útil para la evaluación de la audición periférica en niños pequeños. Sin embargo, este procedimiento presenta algunas desventajas que limitan su uso, por lo que se debe combinar con otras técnicas electrofisiológicas que complementen y solucionen estas limitaciones.

Reiteramos que constituye un error decirle a un padre que su hijo tiene una pérdida auditiva sólo porque haya fallado las EOA, pues es más acertado decirle que la ausencia de EOA es un factor de riesgo adicional para las pérdidas auditivas, más que utilizarlas como prueba definitiva de pesquisaje.

**ABSTRACT:** The use of Otoacoustic emissions for the infant hearing screening. Otoacoustic emissions (OAE) have become a commonly used clinical tool for the study of hearing status. OAE are auditory signals generated by cochlear outer hair cells and detected by a miniature microphone coupled to the infant's ear. In this work the main clinical applications of the OAE are mentioned, as well as some of the fundamental advantages and disadvantages of their use for the infant hearing screening. In our point of view would be quite wrong to suggest to parents that EOA screening failure implies a substantial risk of hearing impairment. It seems more appropriate say that OAE screening failure is an additional risk factor rather than a definitive hearing test.

**Key Words:** Otoacoustic emissions, Hearing screening.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am*. 1978; 64: 1386-91.
- 2 [Oostenbrink P](#), [Verhaagen-Warnaar N](#). Otoacoustic emissions. *Am J Electroneurodiagnostic Technol*. 2004; 44 (3):189-98.
- 3 Kennedy CR, Kimm L, Caferelli Dees D, Evans PIP, Hunter M, Lenton S, et al. Otoacoustic emissions and auditory brainstem responses in the newborn. *Arch Dis Child*. 1991; 66: 1124-1129.
- 4 Martin WH, Schwegler JW, Glesson AL, Young-Bing Shi. New technique of hearing assessment. *Otolaryngol Clin North Am*. 1994; 27: 487-510.
- 5 [Shaffer LA](#), [Withnell RH](#), [Dhar S](#), [Lilly DJ](#), [Goodman SS](#), [Harmon KM](#). Sources and mechanisms of DPOAE generation: implications for the prediction of auditory sensitivity. *Ear Hear*. 2003; 24 (5): 367-79.
- 6 Dort JC, Tobolski C, Brown D. Screening strategies for neonatal hearing loss: Which test is best? *J Otolaryngol*. 2000; 29: 206-210.
- 7 Torrico P, Trinidad G, Cáceres MC, Lozano S, López-Ríos J. Detección precoz de hipoacusias en recién nacidos mediante otoemisiones acústicas con Echocheck. *An Esp Pediatr*. 2001; 54:283-39.
- 8 Díez-Delgado Rubio J, Espín Gálvez J, Lendinez Molinos F, Ortega Montes MA, Arcos Martínez J, López Muñoz J. Cribado auditivo neonatal mediante otoemisiones acústicas por click: logística y económicamente factible. *An Esp Pediatr*. 2002; 57:157-162.
- 9 Keren R, Helfand M, Homer C, McPhillips H and Lieu TA. Projected cost-effectiveness of statewide universal newborn hearing screening. *Pediatrics*. 2002; 110: 855-64.
- 10 González de Aledo Linos A, Morales Angulo C, Santiuste Aja FJ, Mongil Ruiz I, Barrasa Benito J, Gómez-Ullate J, et al. Programa de detección precoz de la hipoacusia infantil en Cantabria. *Bol Pediatr*. 2001; 41: 55-61.
- 11 Morales C, González de Aledo A, Bonilla C, Mazón A, Santiuste FJ, Barrasa J, et al. Programa de detección precoz de la hipoacusia en neonatos en Cantabria. Resultados del primer año de funcionamiento. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2003; 54: 475-82.
- 12 Cubells Fuentes J, Gairi Taul J. Cribado neonatal de la sordera mediante otoemisiones acústicas evocadas. *An Esp Pediatr*. 2000; 53: 586-91.
- 13 Martínez R, Beneito JI, Condado MA, Morais D, Fernández Calvo JL. Results of one year's application of a universal protocol for the early detection of hearing loss in neonates. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2003; 54 (5): 309-15.

- 14 Chiong ChM, Llanes EG, Tirona-Remula AN, Calaquian CME, Reyes-Quinto MT. Neonatal hearing screening in a Neonatal Intensive Care Unit using Distortion-product otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol.* 2003; 123: 215-218.
- 15 Prieve BA, Fitzgerald TS, Schulte LE. Basic characteristics of clic-evoked otoacoustic emissions in infants and children. *J Acoust Soc Am.* 1997; 102: 2860-2870.
- 16 Sininger YS. Auditory neuropathy in infants and children: Implications for early hearing detection and intervention programs. Paper presented at NHS 2002: Second International Conference on Newborn Hearing Screening, Diagnosis, and Intervention. Como, Italy: May, 2002.
- 17 Rance G, Beer DE, Cone-Wesson B, Shepherd RK, Dowell RC, King A, et al. Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. *Ear Hear.* 1999; 20: 238-252.
- 18 Vohr BR, Letourneau KS, McDermott C. Maternal worry about neonatal hearing screening. *J Perinatol.* 2001; 21: 15-20.
- 19 Gorga MP, Preissler K, Simmons J, et al. Some issues relevant to establishing a universal newborn hearing screening program. *J Am Acad Audiol.* 2001; 12: 101-112.
- 20 Vohr BR, Oh W, Stewart EJ, Bentkover JD, Gobbard S, Lemons J, et al. Comparison of cost and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *Pediatrics.* 2001; 139: 238-44.
- 21 Stevens JC, Webb HD, Hutchinson J, Connell J, Smith MF, Buffin JT. Click evoked otoacoustic emissions in neonatal screening. *Ear Hear.* 1990; 11: 128-133.
- 22 Jacobson JT, Jacobson CA. The effects of noise in transient EOAEE newborn hearing screening. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1994; 29: 235-248.
- 23 Watkin PM. Controlling the quality of universal neonatal hearing screens. *Public Health.* 1999; 113: 171-176.
- 24 Vohr BR, Carty LM, Moore PE, et al. The Rhode Island hearing assessment program: Experience with statewide hearing screening (1993-1996). *Pediatrics.* 1998; 133: 353-357.
- 25 Apolstolopoulos NK, Psarommatis IM, Tsakanikos MD, Dellagrammatikas HD, Douniadakis DE. Otoacoustic emissions-based hearing screening of a Greek NICU population. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1999; 47: 41-48.
- 26 Tapia MC. Neuropatía Auditiva Infantil. *Auditio: Revista electrónica de Audiología.* 2001; 1 (1): 3-5.
- 27 Balatsouras DG, Kaberos A, Korres S, Kandiloros D, Ferekidis E, Economou C. Detection of Pseudohypoacusis: A prospective, randomized study of the use of otoacoustic emissions. *Ear and Hear.* 2003; 24: 518-527