

CATEGORIZACIÓN PSICOACÚSTICA del campo auditivo

Christoph Schnitzler, durante una prueba con paciente en el Instituto Audias de A Coruña.



¿Cómo se siente realmente el usuario primerizo de unos audífonos al iniciar esta experiencia de escucha? Mediante la denominada Categorización Psicoacústica del Campo Auditivo (CPCA) se dispone de un examen fiable para conocer esta experiencia y afinar con precisión para procurarle una rehabilitación auditiva satisfactoria. En este artículo, Christoph Schnitzler describe con detalle esta técnica con la que él ha encontrado la respuesta a una pregunta que se formula a sí mismo y para todo el gremio: "¿Cómo hacer la adaptación audioprotésica aun mejor?" Un reto.

Por **Christoph Schnitzler**

Adaptación de J. L. F.

jose-luis.fernandez@edpsante.org

Fotos: Audias

Para Christoph Schnitzler, el enfoque del trabajo mediante la CPCA (Categorización Psicoacústica del Campo Auditivo) representa el reto que se autoimpone y resume con la siguiente máxima: "Cómo hacer la adaptación audioprotésica aun mejor". Y explica algunos antecedentes personales en su dilatada trayectoria profesional. "Cuando uno lleva años ejerciendo la profesión de audioprotésista, en mi caso desde 1984, ha vivido los tiempos de los audífonos analógicos. Con el destornillador y el analizador con acoplador de 2 centímetros cúbicos se regulaba la pendiente de las frecuencias graves hacia

los agudos y el nivel de máxima presión sonora en la salida (PC), y años más tarde, incluso se podían ajustar los puntos de flexión de los dos tipos de AGC”, rememora.

La tecnología de los sistemas auditivos ha cambiado mucho en los últimos años -continúa- se ha pasado de amplificadores sencillos a procesadores inteligentes del habla. “Llegamos a un punto en que la tecnología ha avanzado más que las herramientas de medición y adaptación de los audífonos; por esta razón, se estaban adaptando audífonos con procedimientos (tipo de señal y tipo de cálculos) que no estaban concebidos para medir el comportamiento de un audífono con procesador inteligente del espectro del habla”, señala.

A su juicio, cuando salieron los primeros audífonos “inteligentes” multicanales, multibandas y multiprogramas automáticos, los fabricantes tomaron las riendas de la adaptación, ofreciendo en el panel de su módulo acceso simplificado o más extendido con sus asistentes de adaptación.

“Lo único que podíamos controlar y visualizar era el nivel de presión sonora sin y con el audífono delante del tímpano (la medición en oído real), una prueba bastante fiable, ya que por lo menos podemos ajustar el nivel de ganancia delante del tímpano del paciente, modificando los parámetros del audífono a una curva precalculada que consideremos adecuada, por ejemplo NAL1, NAL22, DSLi/o3, o la propia recomendada por el fabricante. Siguen siendo procedimientos bastante exactos, aunque no siempre”, opina.

^{1,2} Byrne & Tonnison, 1976

³ Seewald, 1991, Seewald, Ramji, Sinclair, Moodie, Jamieson, 1993

Fórmulas de cálculo

Por su experiencia, Schnitzler ha comprobado que reuniendo los resultados de usuarios de prótesis auditivas que están satisfactoriamente adaptados, poniendo en relación su umbral auditivo con la ganancia aplicada, se pueden obtener fórmulas de cálculo. Resulta que estas fórmulas son también reversibles. Se puede calcular una ganancia necesaria de un audífono en base a un umbral auditivo tonal.

“Se ha demostrado que este método lleva a resultados bastante satisfactorios, pero no siempre. Estos procedimientos estadísticos se ganaron su sitio en la adaptación de las prótesis auditivas”, indica este profesional. “En la práctica, el instinto y la experiencia del audioprotesista eran los factores más importantes en una adaptación exitosa. A base de la adaptación “interactiva” con el cliente presente, se intenta buscar una programación

“ Sonido agradable y buena inteligibilidad casi no son compatibles. ”

La prueba del análisis percentil

“En combinación con las de oído real (REM) (DIN IEC 16118-1529 y DIN IEC 60118-15) es un tema muy interesante, pero debido a su complejidad, merecería un artículo aparte. Para resumirlo muy brevemente: análisis percentil es una prueba de medición que analiza y desglosa los parámetros estáticos y dinámicos de un audífono de forma gráfica, para que el audioprotesista pueda comprobar si entran correctamente en el campo auditivo individual del paciente”, define Schnitzler.

Esta norma, relativamente nueva (2006), permite analizar la ganancia de un audífono tal como lo lleva el usuario, en modo procesamiento del habla, utilizando preferiblemente como estímulo la señal ISTS (International Speech Test Signal).

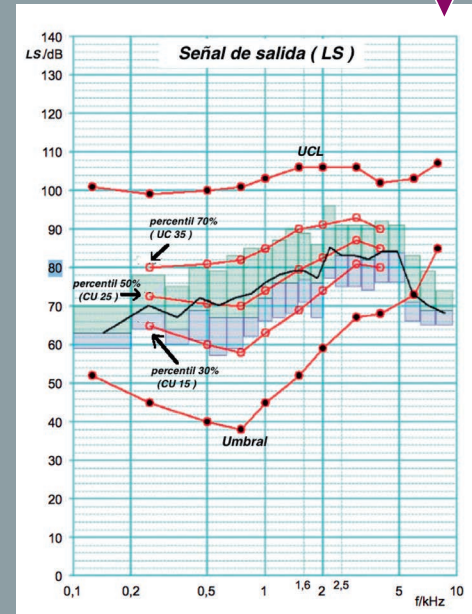
En la figura 11 hay un diagrama de una prueba REM percentil de un audífono que se considera bien adaptado al campo auditivo de un paciente (figura 11, modificado sobre Bonsel y Saile 2010).

Se pueden ver cinco líneas: umbral de audición, isofon de sonidos bajos (CU15), medios (CU25) y altos (CU35) del paciente y nivel UCL.

Ya que se trata de un análisis estadístico durante un tiempo prolongado (por lo menos entre 30 y 45 segundos), en dicho diagrama se pueden visualizar los siguientes parámetros:

- las **barras azules** son los niveles bajos de la señal analizada en cada terciobanda de su frecuencia. Se regula en el software de cada fabricante en las ganancias para sonidos suaves 50 dB,
- las **barras verdes** son los niveles altos de la señal, que pueden ser regulados en el software con las ganancias para sonidos fuertes, 80 dB,
- la **línea negra** es el LTASS (Long Term Average Speech Spectrum), que es la intensidad media obtenida después de la prueba, que se regularía con los parámetros de la ganancia de 65 dB.

figura 11



personalizada, que por un lado suene bien al cliente y por otro le permita tener una discriminación óptima en ambientes silenciosos y ruidosos”, describe.

Para Schnitzler, al final, un paciente que está más o menos tiempo desconectado del mundo del sonido puede quejarse de que su propia voz suene demasiado fuerte, ciertos ruidos sean demasiado molestos, todo esté demasiado alto, no entienda bien cuando hay ruido o mucha gente hablando a la

vez..., por solamente mencionar las quejas más habituales. “Los fabricantes incluso nos ofrecen un menú de adaptación interactivo para solucionar estos pro-

CPCA

(Categorización Psicoacústica del Campo Auditivo) (DIN ISO 16832, 2007 / categorical loudness scaling)

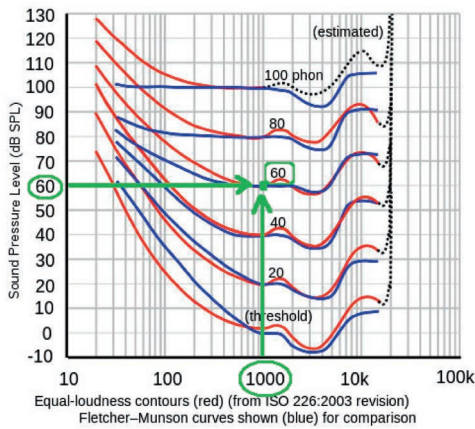


Figura 1

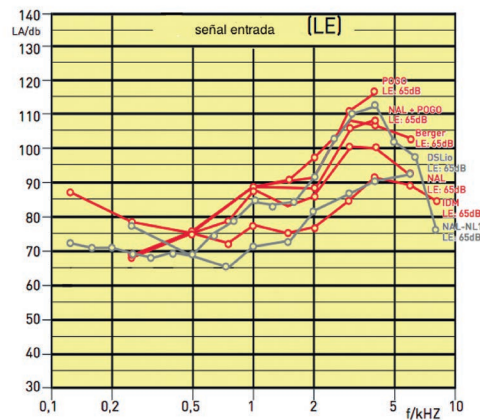


Figura 2

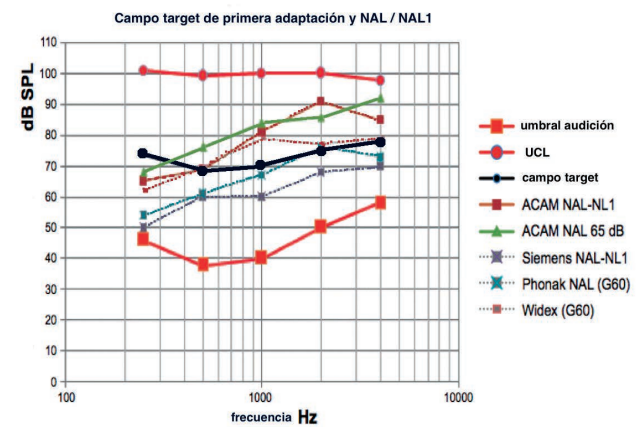


Figura 3

blemas. Al principio parece que todo va bien, porque evidentemente el paciente oye o entiende mejor con ayuda que sin ayuda auditiva; sin embargo, a medio plazo admite que no era lo que esperaba”, se lamenta este audiólogo, por esta impresión negativa del usuario, decepción que él retrata con un comentario típico que se oye de estas personas: “Ahora no me molesta el audífono, pero tampoco entiendo con él, cuando más falta me hace”.

¿Qué tienen en común las fórmulas de los distintos métodos?

Los cálculos de la ganancia ideal de un audífono en base a un umbral de audición, también implicando el umbral de incomfort (y por supuesto bien medido) están basados en unas pruebas psicoacústicas.

El resultado se refleja en la ISO 226: las curvas de igual sonoridad de Fletcher-Munson, posteriormente revisado por Robinson y Dadson. (Figura 1)

“Estas curvas isofónicas de la norma ISO 226 se obtuvieron presentando a personas normoyentes con tonos comparativos, averiguando cuando estos tonos se perciben con la misma intensidad que el tono de referencia de 1000 Hz”, precisa.

Por ejemplo, un sonido de 1000 Hz, un oído normal, a

la intensidad de 60 dB, lo percibe con 60 fon o fonio (medida psicoacústica que expresa la sonoridad de un sonido). En frecuencias graves y agudas, la presión sonora tiene que ser más elevada para que el oído humano lo perciba con la misma sonoridad de 60 fon. A la hora de hacer los cálculos, cada método con su propio algoritmo lleva a un resultado distinto: “Hagan ustedes mismos la comparación (figura 2, modificado sobre Bonsel), al introducir la misma audiometría, comparando por ejemplo NAL/NAL1, NAL2, DSLi/o, Pogo, Berger, las del propio fabricante, le saldrán distintas curvas con diferencias de hasta 20 dB en ganancia en algunas frecuencias”, augura Schnitzler.

Incluso al introducir la misma curva de audiometría en módulos de distintos fabricantes, utilizando el mismo método prescriptivo NAL/NAL1, se observan diferencias importantes (figura 3, modificado sobre Rohweder 2009 y Saile 2010).

En el segundo diagrama se puede observar en el cálculo DSLi/o una diferencia de casi 20 dB en la frecuencia de 1.000 Hz, una frecuencia, según la ANSI S3.5-1997 (Methods for calculation of the speech intelligibility index, New York Index) donde el SII tiene su máximo valor, es decir, que es una zona clave para la inteligibilidad del habla (figura 4, modificado sobre Rohweder 2009 y Saile 2010).

¿Por qué este audífono se considera bien ajustado?

1º La curva del LTASS, sonido medio, está muy pegada a la línea del percentil de 50%, que es la línea del isofon de sonoridad “media” en cada banda de frecuencia del propio paciente.

2º Los sonidos bajos están muy cerca del isofon de UC15; es decir, suficientemente audibles para no estar demasiado cerca del umbral. Conviene no dejarlos demasiado bajos, ya que con cualquier pequeño ruido exterior ya no serían audibles para el usuario.

3º Los sonidos fuertes son altos, pero sin llegar a los niveles muy altos, que estarían demasiado cerca del umbral de incomfort.

¿Cómo obtener las curvas target, o cálculos de ganancia de un audífono, más adecuados?

“Según mi tutor Harald Bonsel, 10 años docente en las asignaturas de Audiometría y Adaptación audioprotésica en la Academia Audioprotésica de Lübeck, esta pregunta es tan antigua como la profesión misma, y ténganlo claro: sonido agradable y buena inteligibilidad casi no son compatibles”. Para que un audífono suene bien a un nuevo usuario, probablemente no

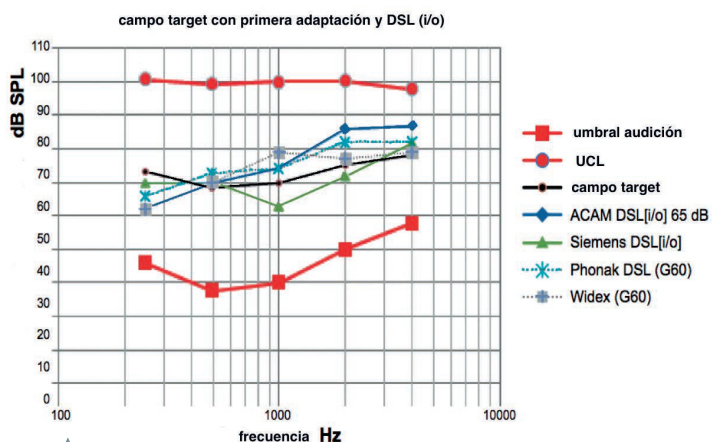


Figura 4

esté ajustado para que entienda lo mejor posible en un ambiente tranquilo e incluso en ambientes ruidosos. Aquí, el audioprotesista debe tener bien claro a dónde quiere llegar; lo ideal sería obtener la máxima inteligibilidad con un nivel de ganancia aceptable, pero es normal que al cliente, al principio, no le guste.

La historia del Categorical Loudness Scaling (en español, CPCA)

Esta técnica de audiometría del campo auditivo, desarrollada por Heller (Heller 1982, 1985, 1991, Hellbrück & Moser, 1985), se basa en la categorización de la pérdida de sonoridad en el campo supraliminar, cuantificado por su frecuencia y presión sonora, o subjetivamente tonalidad y sonoridad, para así permitir definir un oído en relación a la frecuencia y presión sonora. También la audiometría del campo auditivo, como la audiometría de ruido de impulso (Leitner, 1978), y la de "in situ" (Kießling, 1987) están hechas para medir las denominadas "curvas isofónicas" del discapacitado auditivo, las últimas mencionadas se refieren más bien a la determinación de la curva MCL.

"En Alemania se utilizan pruebas de psicoacústica del Würzburger Hörfeld, de la empresa Westra, y también están integradas en los programas de mediciones de Oldenburg, pero más bien en el ámbito clínico para la programación de implantes cocleares", relata.

"Una empresa ya había integrado una prueba psicoacústica a finales de los años 90 en la adaptación de sus audífonos (LGOB test – Loudness Growth in Octave Bands), al principio con bastante éxito; sin embargo, más adelante desapareció, quizás por no haber resultado tan práctico para el audioprotesista en la adaptación del día a día", revela Schnitzler.

Como resultado, en todos los procedimientos, se hace una comparación con un oído normoyente, para en el siguiente paso modificar las curvas de tal manera que se acerquen lo más posible a las del oído nor-

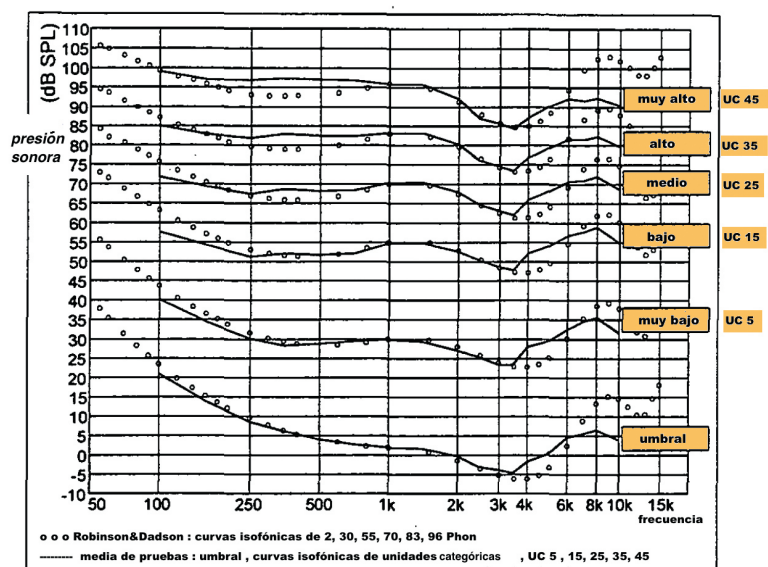


Figura 5

mal, añade, acerca de las estrategias de verificación.

¿Cómo se realiza una CPCA?

La CPCA se puede hacer con o sin cualquier audífono, con los filtros del ruido desactivados. A través de unos cascos de campo libre, los oídos se pueden evaluar individualmente o juntos. Con los mini altavoces calibrados a 7 cm delante de la oreja/prótesis auditiva, el equipo ACAM® de Acousticon presenta unos estímulos de ruido de terciobanda. La diferencia con la ISO 226 es que el examinador -profesional de la audiología- es libre de saltar aleatoriamente en frecuencias e intensidades, para que el paciente no tenga referencia fija de comparación.

El futuro usuario tiene que adjudicar en una escala de 0 a 53 la sonoridad del ruido presentado

a una zona o número de categoría (fig. 5 modificado sobre Heller 1984 y Acousticon ACAM5).

"Al principio tenía mis dudas, parecía muy complicado, pero después me di cuenta de que, sorprendentemente, la mayoría de mis pacientes lo hicieron de forma coherente, independientemente de la edad que tuviesen", narra. (Ver foto de Christoph Schnitzler realizando una prueba CPCA, en la primera página de este artículo).

"Comparando la ISO 16832, 2007 con la ISO 226, como se puede observar, las categorías de la CPCA

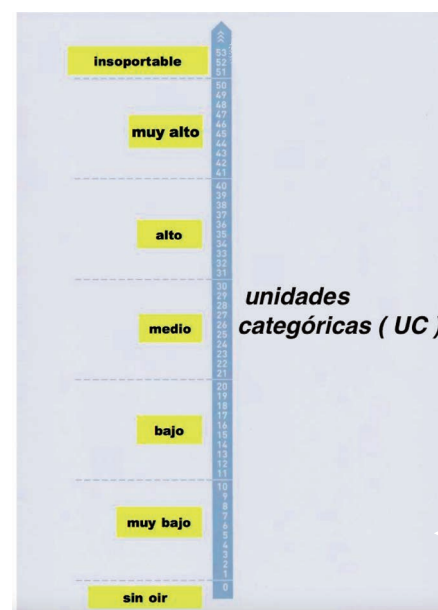


Figura 5

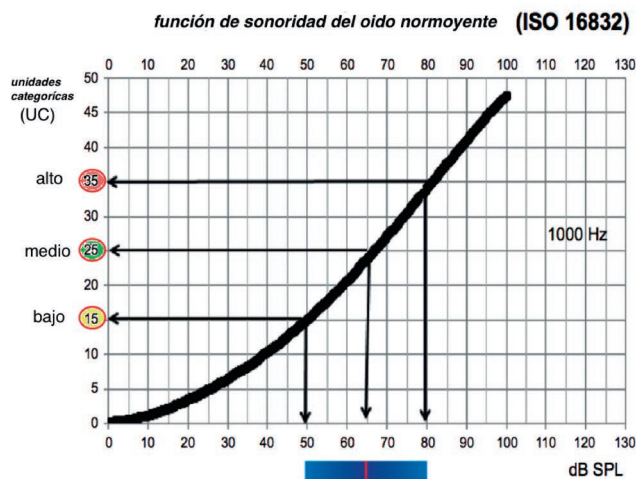


Figura 7

son bastante similares a las curvas de la ISO 226 (fig. 6 modificado sobre Heller)”, destaca este profesional. Al presentar un sonido con distintas intensidades se obtiene una función de sonoridad (ver figura 7, modificado sobre Rohweder 2009 y Saile 2010). “Se puede observar que hasta aproximadamente 40 dB de entrada, la función de sonoridad de un oído normoyente no es lineal, debido a la amplificación del propio oído interno para intensidades muy bajas. De hecho, la misma función con pérdida auditiva presenta un comportamiento prácticamente lineal, como se ve en el diagrama inferior (figura 8, modificado sobre Rohweder 2009 y Saile 2010)”, apunta. Después de una medición CPCA se obtiene este tipo de curva, que se interpreta de la siguiente manera (figura 9, modificado sobre Acousticon ACAM5). La curva azul es la función de un paciente con pérdida auditiva y la verde la de un oído normal. Este paciente, en la terciobanda de 4KHz percibe sonoridad “media” (UC25), cuando se le presenta con una

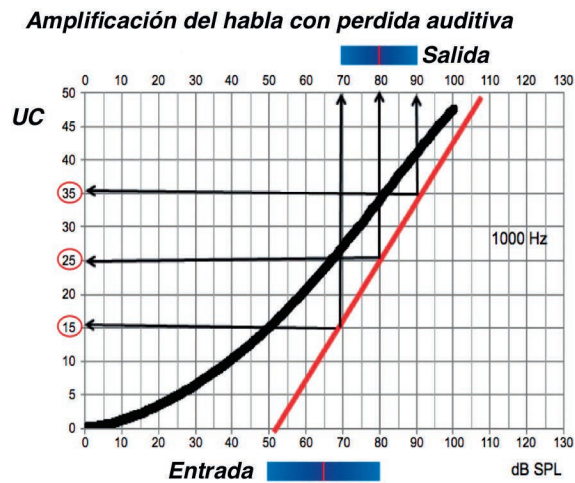


Figura 8

intensidad de 90 dB; es decir, 25 dB más que un oído normal. Así, le hace falta una amplificación de 25 dB para que los sonidos “medios” sean iguales que los percibidos en un oído normal. La amplificación necesaria (A) = LS (nivel salida) – LE (nivel entrada) = 25 dB. De la misma manera se derivan las ganancias para sonidos suaves (UC15) y fuertes (UC25) para cada terciobanda en todas las frecuencias principales. En caso de haber hecho la CPCA con audífono puesto, tal y cómo se puede leer en el diagrama (figura 10), el audífono está sobreamplificado y no tiene la ganancia suficiente para reproducir el sonido lo más parecido a como lo percibe un oído normal (figura 10, modificado sobre ACAM5). Si la función está a la izquierda de la curva (verde) normal, significa que el audífono tiene excesiva amplificación en esta terciobanda, ya que el paciente percibe todos los sonidos demasiado altos y con menos presión sonora de entrada.

Sobre el autor

Christoph Schnitzler, natural de Aachen (Alemania), obtuvo el título superior de Audioprotesista en la Academia Audioprotesista (Escuela Nacional de Formación Profesional para Audioprotesistas) de Lübeck, mientras trabajaba en “Heiliger Optik Akustik” en Aachen. Durante los primeros años de su formación fue audioprotesista y responsable de taller de confección de otoplastia en “Heiliger Optik Akustik”. Llevó la dirección y gestión del gabinete “Audias Hörgeräteberatung”, en Halberstadt. Ya en España, fue jefe de taller de otoplastia, responsable de adaptaciones audioprotésicas especiales y formación profesional de los empleados de Centros Auditivos GAES en Galicia. Miembro del departamento de Recursos Humanos en el Grupo Formación de Centros Auditivos GAES, ha sido responsable de adaptaciones especiales en Galicia y miembro del departamento comercial hasta el 2004. Desde entonces, gestiona y dirige su propio centro, el Instituto Auditivo Audias en A Coruña.

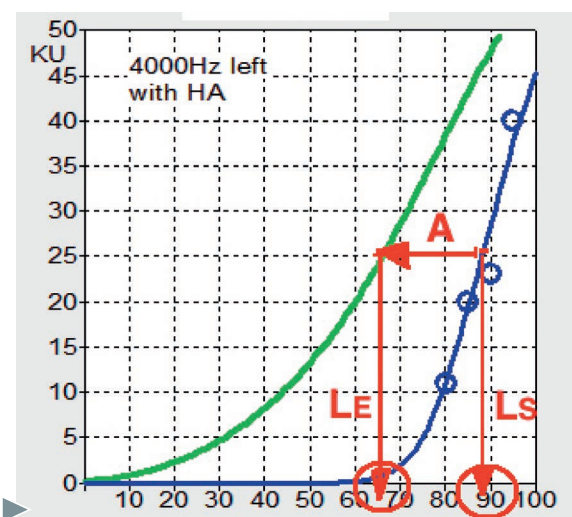
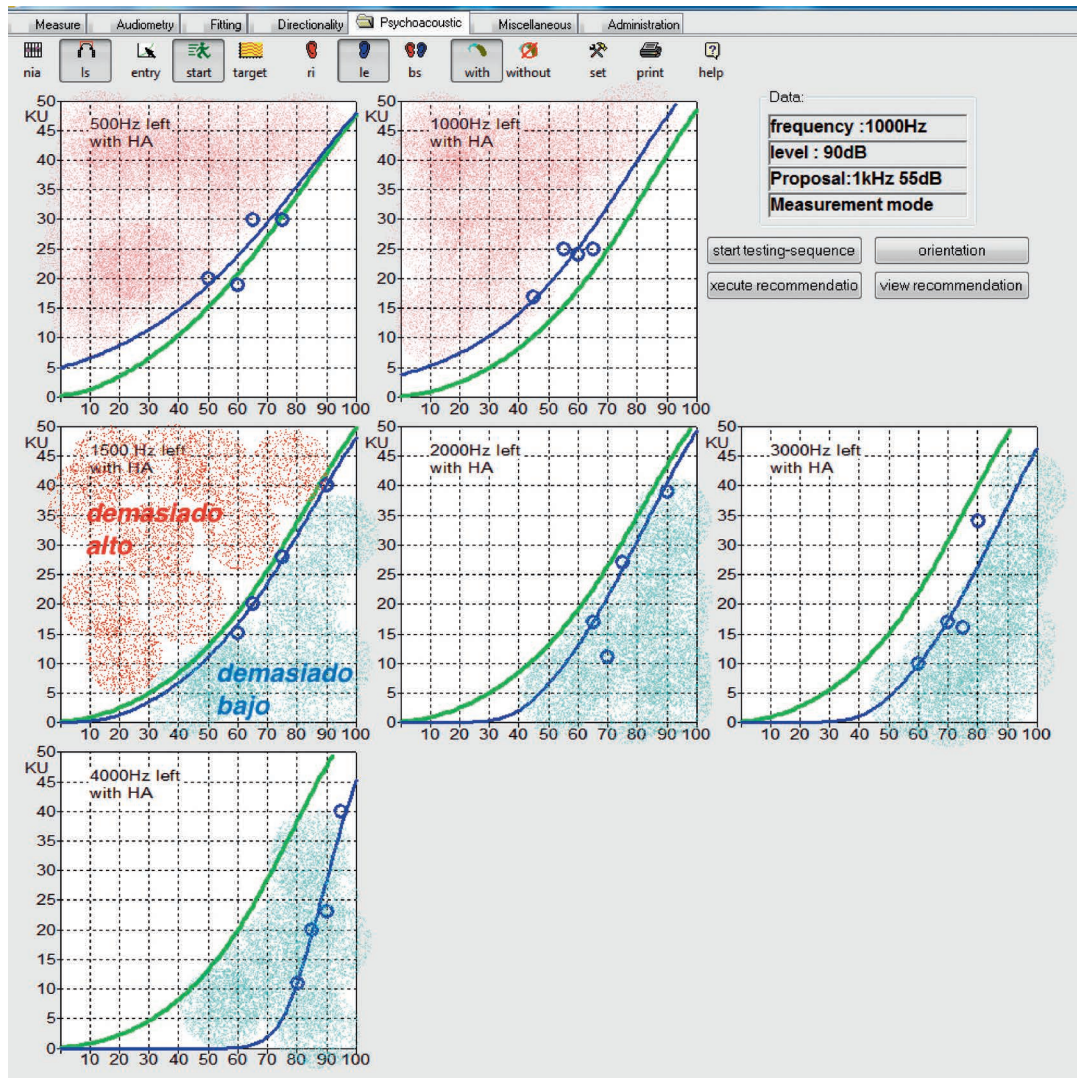


Figura 9



◀ Figura 10

Si la función está a la derecha significa que hace falta más ganancia para que la curva se acerque más a la normalidad. El software de la ACAM[®]5 de Acousticon calcula automáticamente unas curvas de corrección, a las que se ajusta la prótesis con el analizador de audífono.

El método CPCA es uno de los pocos que hacen posible calcular la ganancia funcional que necesita el paciente, basándose en una función de sonoridad que establece la diferencia con la función normal.

En la CPCA se puede medir la cantidad de ganancia que necesita el paciente, en vez de estimarla estadísticamente como otros métodos de corrección.

Se obtienen una serie de líneas *target*, definiendo más claramente el campo entre umbral de audición y el UCL del oído con hipoacusia, un “campo *target*”.

Con la adaptación a través de mediciones en oído Real (REM), el nuevo método LPFIT (Loudness-based Percentile Fitting) de la ACAM[®]5 (dotado con el premio Seifriz 2016 en Alemania), permite una adaptación y optimización de sistemas auditivos, basadas en la percepción de la sonoridad individual, respetando distintos niveles de aclimatación y de la dinámica del habla. |

Fuentes:

- Zielhörfeld in der Hörsystemanpassung mittels Perzentilen, Studienabschlussarbeit (Diplomarbeit) Bachelorabschlussarbeit (Fachhochschule Lübeck, Angewandte Naturwissenschaften, Fachbereich Hörakustik) Torsten Saile .
- Bonsel, Harald, 2009, EUHA-Kongress 2009, Ist die Voreinstellung von Hörgeräten mittels Messbox und in-situ noch zeitgemäß?
- Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wilbraham, K., Cox, R., 1994, An international comparison of long-term average speech spectra, *J Acoust Am* 96: pp. 2108-2120.
- Byrne & Tonnison, 1976, National Acoustic Labs, Australien; URL: line.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=253. 21.05.2010
- Chalupper, Josef, 2002, Perzeptive Folgen von Innenohrschwerhörigkeit: Modellierung, Simulation und Rehabilitation. Dissertation, TU München; URL: <http://www.uzh.ch/orl/dga2002/programm/Chalupper.pdf> 21.05.2010
- ISTS, Holube I, Fredelake S, Vlaming M, Kollmeier B.
- Cornelisse, Seewald, Jamieson, 1995, Desired Sensation Level input/output formula; URL: <http://www.dslio.com/page/en/dsl/history.html> 19.05.2010
- Dillon, Katsch, Byrne, Ching, Keidser, Brewer, 1998, National Acoustics Labs, Nonlinear, version 1; URL: http://www.audiologyonline.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=253. 24.05.2010
- Rohweder, Reimer, 2009, EUHA-Kongress 2009, Zielverstärkung oder Zielhörfeld? ppt
- Seewald, 1991, Seewald, Ramji, Sinclair, Moodie, Jamieson, 1993: Desired Sensation Level; URL: <http://www.dslio.com/page/en/dsl/history.html> 18.05.2010