

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 058**

51 Int. Cl.:

**H04R 25/00** (2006.01)

**A61B 5/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2017 PCT/IB2017/054829**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.02.2018 WO18025250**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2017 E 17764447 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3494711**

54 Título: **Método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono**

30 Prioridad:

**05.08.2016 IT 201600083180**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**20.11.2020**

73 Titular/es:

**AMPLIFON S.P.A. (100.0%)  
Via Giuseppe Ripamonti 133  
20141 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**GOZZELINO, GIAN CARLO**

74 Agente/Representante:

**VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción**

ES 2 795 058 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono

5 La presente invención se refiere a un método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono, más particularmente a un método para seleccionar mediante mediciones apropiadas el audífono más adecuado para un paciente específico y para adaptarlo de manera personalizada, que permite, de una manera sencilla, fiable, eficaz y económica, seleccionar el modelo de audífono más adecuado (es decir, dotado de las funcionalidades técnicas necesarias para las necesidades auditivas del cliente) y ajustar sus ajustes de procesamiento de señales electrónicas de manera personalizada para el paciente. Esto permite al paciente obtener resultados concretos en cualquier situación de escucha experimentada: de hecho, el método, además de comprobar la situación de audición inicial con pruebas audiométricas, convierte datos en indicaciones objetivas relacionadas con la elección y adaptación del audífono, usa una escala de medición preferiblemente univocal que permite comparar los resultados de la colección de necesidades y de las pruebas audiométricas, comparando también la audición antes y después de la aplicación del audífono. Esto permite obtener un estándar muy alto de un procedimiento que depende actualmente de los hábitos del técnico en audiología individual, reduciendo drásticamente la necesidad de ajustes después de la primera entrega del audífono al paciente.

20 Se sabe que para corregir deficiencias auditivas, los pacientes llevan audífonos electrónicos (analógicos o digitales). Generalmente, están dotados de una unidad de procesamiento de señales (analógica o digital) que procesa una señal eléctrica procedente de un sistema de micrófono que puede simular varias funcionalidades centrándose en determinados sonidos en relación a su procedencia con respecto al micrófono; después se reproduce la señal eléctrica así procesada en el canal auditivo mediante un altavoz en miniatura. En particular, el procesamiento de señales eléctricas llevado a cabo por un audífono debe ajustarse de manera personalizada para corregir deficiencias auditivas de cada paciente específico, y esto se lleva a cabo ajustando algunos parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales.

30 En el estado de la técnica actual, se realiza una única prueba instrumental en el cliente determinando una pérdida de audición basándose en los resultados de la cual el audiólogo selecciona el modelo de audífono que va a aplicarse. Además, la mayoría de los parámetros de funcionamiento de un audífono están inicialmente presentes a valores por defecto por el fabricante de audífonos basándose en promedios estadísticos. Después de haber comentado con el paciente sobre la calidad percibida por este último después de un primer periodo de tiempo de uso de audífono, el audiólogo puede intervenir para modificar los ajustes de los parámetros de funcionamiento tras la indicación del mismo paciente, procediendo sustancialmente al ajuste del audífono de una manera empírica a lo largo de intentos posteriores.

35 Sin embargo, este procedimiento de ajuste de audífono, basado sustancialmente en la percepción subjetiva del paciente, dificulta una personalización completa y precisa del audífono.

40 Con respecto al ajuste de los parámetros de funcionamiento del audífono, las soluciones desarrolladas en la técnica anterior (programas de software de ajuste) permiten una mayor facilidad de ejecución del procedimiento de ajuste que, sin embargo, todavía se basa en la percepción subjetiva del paciente después de un primer periodo de tiempo de uso de audífono. Algunas de tales soluciones, que también funcionan de manera remota, se dan a conocer en los documentos US5303306A, WO0154458A2, WO2010144135A1 y EP2549397A1. Se facilitan divulgaciones adicionales de prueba audiométrica y ajuste de audífono en los documentos US 2013/023787 A1 y WO 01/97564 A2 y en los artículos de H.N. Shetty *et al.* en "Acceptable noise level as a deciding factor for prescribing hearing aids for older adults with cochlear hearing loss - A scoping review", Journal of Otology, vol. 10, n.º 3, 1 de septiembre de 2015, páginas 93-98, de R.M. Cox en "Hearing aids and aural rehabilitation - A structured Approach to Hearing Aid Selection", Ear and Hearing, 1985, The Williams & Wilkins Co., y de C.E. Johnson *et al.* en "A holistic model for matching high-tech hearing aid features to elderly patients", American Journal of Audiology, vol. 9, n.º 2, 1 de diciembre de 2000, página 112.

55 Por tanto, un objetivo de la presente invención es permitir, de una manera sencilla, fiable, eficaz y económica, seleccionar el audífono más adecuado para el paciente y ajustar los ajustes del procesamiento de señales electrónicas realizado por un audífono de manera personalizada para el paciente, reduciendo drásticamente o incluso eliminando la necesidad de ajustes después de la primera entrega del audífono al paciente.

60 Un objeto específico de la presente invención es un método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono, que incluye una unidad de procesamiento de señales configurada para procesar una señal eléctrica procedente de uno o más micrófonos y para reproducir una señal eléctrica procesada resultante en un canal auditivo de un paciente a través de un altavoz en miniatura, en el que el procesamiento de la señal eléctrica puede ajustarse por medio de ajustes de uno o más parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales, en el que el método comprende las siguientes etapas:

65 A. recibir indicaciones sobre una o más necesidades de un paciente;

- B. recibir indicaciones del paciente referentes a su percepción de su propia audición con respecto a una o más situaciones de escucha asignando un valor respectivo en una primera escala de valores que tiene un límite inferior y un límite superior;
- 5 C. realizar una prueba audiométrica de audiometría de tonos puros, también conocida como prueba de PTA audiométrica, en el paciente, en la que el paciente lleva puestos unos cascos y la audición no se ve asistida por ningún audífono;
- 10 D. realizar una prueba audiométrica de nivel de ruido aceptable, también conocida como prueba de ANL, en el paciente;
- E. en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica no sea mayor de 80 dB, realizar una prueba de habla con ruido, también conocida como prueba de SPIN, en el paciente;
- 15 F. en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica sea mayor de 80 dB, o en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica no sea mayor de 80 dB y el valor resultante de la prueba de SPIN sea mayor de 6, realizar una prueba de habla en silencio, también conocida como prueba de SPIQ, en el paciente, en la que el paciente lleva puestos unos cascos;
- 20 G. visualizar los valores resultantes de las pruebas audiométricas realizadas en las etapas C, D, E y/o F en una misma segunda escala de valores;
- H. basándose en dichas una o más necesidades del paciente sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A y basándose en los valores resultantes de todas las pruebas audiométricas que se han realizado en las etapas C y D y E y F, seleccionar uno o más audífonos disponibles,
- 25 J. para cada uno de dichos uno o más audífonos disponibles seleccionados en la etapa H, basándose en dichas una o más necesidades del paciente sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A y basándose en los valores resultantes de todas las pruebas audiométricas que se han realizado en las etapas C y D y E y F, determinar automáticamente un ajuste relacionado de parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales respectiva para permitir que se satisfagan las necesidades determinadas en la etapa A.
- 30 Según otro aspecto de la invención, en la etapa D y la etapa E el paciente puede llevar puestos unos cascos cuando se realizan las pruebas de ANL y de SPIN, respectivamente, en exteriores, mientras que las pruebas de ANL y de SPIN, respectivamente, pueden realizarse en campo libre cuando se está en interiores.
- 35 Según un aspecto adicional de la invención, la prueba de ANL de la etapa D puede comprender una o más mediciones, opcionalmente cinco mediciones.
- 40 Según un aspecto adicional de la invención, dicha primera escala de valores puede ser una escala de números enteros desde 0 hasta 10, en la que 0 corresponde a una percepción de pérdida de audición total y 10 corresponde a una percepción de ausencia de pérdida de audición.
- 45 Según otro aspecto de la invención, dicha segunda escala de valores puede ser idéntica a dicha primera escala de valores.
- Según un aspecto adicional de la invención, dichos parámetros de funcionamiento pueden referirse a funciones de procesamiento electrónico de la señal acústica que comprenden o que consisten en:
- 50 - una gestión del nivel de amplificación;
- con referencia a una compresión de amplitud, una gestión del nivel de intervención de compresión y una razón de compresión;
- 55 - una gestión de una compresión de frecuencia y de un desplazamiento de frecuencia relacionado;
- un modo de ajuste de micrófono para seleccionar una o ambas de dos entradas de micrófono correspondientes al micrófono delantero y al micrófono trasero y para seleccionar una banda de frecuencia de las señales adquiridas por el micrófono o los micrófonos seleccionados;
- 60 - una gestión de un sistema antirretroalimentación configurado para atenuar selectivamente frecuencias a las que se produce un efecto Larsen;
- 65 - una gestión de voz y ruido (gestor de S/N);
- una gestión de sonidos transitorios y repentinos; y

- una gestión de entornos de escucha reverberantes.

5 Según un aspecto adicional de la invención, dicho ajuste de parámetros de funcionamiento en la etapa J puede comprender transformar los resultados de las pruebas de ANL, SPIN y/o SPIQ de las etapas D y E y/o F, respectivamente, en uno de los tres ajustes siguientes:

10 - configuración natural que no conlleva sustancialmente ningún procesamiento de la señal acústica, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un mínimo para limitar su funcionamiento lo más posible y la gestión de micrófono puede simular una escucha natural de un oído con audición normal sin introducir sustancialmente cambios tras la variación del entorno sonoro;

15 - configuración desde natural hasta moderadamente controlada que conlleva ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para al menos una situación de escucha deseada no mayores que primeros umbrales de modificación respectivos, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un nivel medio para intervenir únicamente si un nivel de ruido se vuelve mayor que un umbral de ruido respectivo y la gestión de micrófono puede simular una escucha natural de un oído con audición normal, y más opcionalmente puede llevar a cabo una o más correcciones en el caso de escucha en entornos sonoros con varias fuentes sonoras que no pueden gestionarse por el gestor de S/N; y

20 - configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada que conlleva ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para al menos una situación de escucha deseada mayores que los primeros umbrales de modificación respectivos, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un nivel alto para proteger al paciente frente a ruidos que puede percibir como molestos y la gestión de micrófono puede variar el enfoque tras la variación de situación de escucha.

25 Según otro aspecto de la invención, dichas una o más necesidades sobre las que se reciben indicaciones en la etapa A pueden seleccionarse del grupo que comprende: oír mejor en un entorno en silencio a poca distancia; entender mejor en un entorno abierto a poca distancia; oír mejor voces o sonidos distantes; mejor comodidad en la escucha diaria; entender mejor una televisión; entender mejor en un pequeño grupo de personas sin ningún otro sonido; adaptación automática a diferentes situaciones de escucha; conectividad inalámbrica; percibir mejor la procedencia de un sonido; entender mejor en un entorno con muchas personas hablando y otros sonidos; buena comodidad de escucha en situaciones ruidosas; entender mejor a una persona que habla en un entorno amplio o a una distancia; mejor calidad de escucha de música y voz incluso en presencia de ruido; entender mejor en exteriores en presencia de ruido o viento y/o para actividades deportivas.

35 Según un aspecto adicional de la invención, dichas una o más situaciones de escucha con respecto a las cuales se reciben indicaciones del paciente referentes a su percepción de su propia audición en la etapa A pueden ser seis situaciones de audición diferentes que comprenden: oír sonidos suaves; entender palabras en silencio; entender palabras con ruido; situación de ruido tolerable; capacidad para localizar sonidos; y capacidad de concentración durante un diálogo.

40 Según un aspecto adicional de la invención, el método puede comprender además una etapa de comprobación adicional que incluye realizar una prueba de SPIN, si se ha realizado la etapa E, y realizar una prueba de SPIQ, si se ha realizado la etapa F, con el audífono ajustado según el ajuste relacionado de parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales respectiva determinado en la etapa J.

45 Según otro aspecto de la invención, en la prueba de SPIN de la etapa de comprobación adicional la audición del paciente se ve asistida por un audífono anterior.

50 Según un aspecto adicional de la invención, dicha etapa de comprobación adicional puede incluir además realizar una prueba de equilibrio dentro de una estructura equipada con campo libre.

55 Según un aspecto adicional de la invención, las etapas de método pueden realizarse por medio de una aplicación de software.

60 Según otro aspecto de la invención, la etapa G puede visualizar una comparación de capacidades auditivas percibidas por el paciente con capacidades auditivas objetivas detectadas en las pruebas audiométricas realizadas en las etapas C, D, E y/o F.

65 Según un aspecto adicional de la invención, la etapa H puede visualizar beneficios resultantes de diferentes audífonos disponibles para el paciente con referencia a dichas una o más necesidades sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A.

También es un objeto específico de la presente invención un conjunto de uno o más programas informáticos que comprenden instrucciones que, cuando se ejecutan por una o más unidades de procesamiento, hacen que dichas

una o más unidades de procesamiento realicen el método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono descrito anteriormente.

5 Un objeto específico adicional de la presente invención es un conjunto de uno o más medios de memoria legibles por ordenador, que almacenan el conjunto de uno o más programas informáticos que acaban de describirse.

Dicho de otro modo, el método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según la invención:

10 - determina y selecciona el audífono más adecuado para el paciente basándose en las indicaciones obtenidas a partir de la fusión de datos recopilados (y ventajosamente grabados) por medio de una serie precisa de pruebas audiométricas instrumentales con los resultantes a partir de un mapeo detallado de las necesidades auditivas expresadas por el paciente;

15 - ajusta los ajustes del procesamiento de señales electrónicas mediante el audífono de manera personalizada para el paciente, reduciendo drásticamente o incluso eliminando la necesidad de ajustes después de la primera entrega del audífono al paciente; y

- mide los resultados y los compara con datos recopilados (y ventajosamente grabados) para refinar el ajuste.

20 Las ventajas ofrecidas por el método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según la invención son numerosas.

25 De hecho, un audiólogo puede ajustar los parámetros de funcionamiento del audífono, es decir los ajustes del procesamiento de señales electrónicas realizado por el audífono, ventajosamente mediante los programas de software de configuración de los fabricantes de audífonos, para personalizarlos de manera completa y precisa basándose en las necesidades del paciente y sus capacidades auditivas objetivas (además del audífono específico seleccionado por el paciente con la ayuda de un audiólogo) antes del primer uso del audífono por el paciente. En particular, los inventores han determinado que en casi todos los experimentos llevados a cabo, el ajuste establecido mediante el método según la invención ha sido totalmente satisfactorio sin ninguna necesidad de modificaciones sucesivas de los parámetros de funcionamiento del audífono.

30 Además, la realización preferida del método según la invención usa una aplicación de software que permite visualizar de una manera conveniente para el paciente los resultados que pueden obtenerse con el audífono seleccionado, mostrando en particular una comparación entre capacidades auditivas percibidas (es decir, las que el paciente considera que tiene en diferentes situaciones de escucha) y capacidades auditivas objetivas (es decir, las que resultan de pruebas audiométricas realizadas con el método según la invención) tanto en la situación precedente a la aplicación del audífono como en la situación en la que se lleva puesto el audífono, destacando el beneficio logrado mediante implantación de prótesis.

40 Ahora se describirá la presente invención, a modo de ilustración y no a modo de limitación, según sus realizaciones preferidas, haciendo referencia particularmente a las figuras de los dibujos adjuntos, en las que:

45 la figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una realización preferida del método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según la invención;

la figura 2 muestra una primera interfaz gráfica de una aplicación de software que usa el método de la figura 1;

la figura 3 muestra una segunda interfaz gráfica de la aplicación de software que usa el método de la figura 1;

50 la figura 4 muestra una tercera interfaz gráfica de la aplicación de software que usa el método de la figura 1; y

la figura 5 muestra una cuarta interfaz gráfica de la aplicación de software que usa el método de la figura 1.

55 Con referencia a la figura 1, puede observarse que la realización preferida del método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según la invención comprende una primera etapa 100 en la que se reciben indicaciones sobre una o más necesidades del paciente y, opcionalmente, sobre una o más posibles necesidades de miembros de la familia del paciente. Tal primera etapa se lleva a cabo ventajosamente por un audiólogo grabando datos, mediante una aplicación de software, recopilados en una primera reunión con el paciente para determinar y seleccionar el audífono, dentro de un grupo de audífonos disponibles, que sea el más adecuado para el paciente en cuanto a coste y prestaciones generales. Ventajosamente, la grabación de datos comprende la memorización fiel de las palabras del paciente (y posiblemente de los miembros de la familia).

60 A modo de ejemplo, y no a modo de limitación, tales necesidades pueden seleccionarse del grupo que comprende: oír mejor en un entorno en silencio a poca distancia; entender mejor en un entorno abierto a poca distancia; oír mejor voces o sonidos distantes; mejor comodidad de audición en la vida diaria; entender mejor la televisión; entender mejor en un pequeño grupo de personas sin ningún otro sonido; adaptación automática a diferentes

situaciones de escucha; conectividad inalámbrica; percibir mejor la procedencia del sonido; entender mejor en un entorno con muchas personas hablando y otros sonidos; buena comodidad de escucha en situaciones ruidosas; entender mejor a una persona que habla en un entorno amplio o a una distancia; mejor calidad de escucha de música y voz incluso en presencia de ruido; entender mejor en exteriores en presencia de ruido o viento, o para actividades deportivas.

En una segunda etapa 200, se reciben indicaciones del paciente referentes a su percepción de su propia audición con respecto a una o más situaciones de escucha (que después se someten a pruebas audiométricas específicas). Tal segunda etapa también se lleva a cabo ventajosamente por el audiólogo grabando datos, mediante una aplicación de software, recopilados en la primera reunión con el paciente (o incluso en una segunda reunión, en cualquier caso antes de la entrega del audífono). En particular, la segunda etapa 200 va dirigida a determinar la percepción que tiene el paciente de su propia audición en una o más situaciones de escucha diferentes, opcionalmente en una serie de seis situaciones de escucha diferentes; ventajosamente, la aplicación de software muestra gráficamente los datos recopilados favoreciendo una mayor implicación del paciente en cuanto al conocimiento y la medición de las deficiencias auditivas. A modo de ejemplo y no a modo de limitación, las diferentes situaciones de escucha son seis y comprenden: oír sonidos suaves; entender palabras en silencio; entender palabras con ruido; situación de ruido tolerable; capacidad para localizar sonidos; y capacidad de concentración durante un diálogo. Opcionalmente, el audiólogo formula preguntas al paciente, usando ejemplos de vida diaria, posiblemente en línea con las necesidades indicadas en la primera etapa 100; más opcionalmente, para cada situación de escucha, el paciente da una evaluación de su propia audición según una escala de números enteros desde 0 hasta 10, en la que 0 corresponde a la percepción de una pérdida de audición total (es decir, "no puedo (objeto de la pregunta) en absoluto") y 10 corresponde a la percepción de ausencia de pérdida de audición (es decir, "puedo (objeto de la pregunta) perfectamente"). Debe indicarse que, en otras realizaciones del método según la invención, la escala puede ser una escala de valores distintos de números enteros cuyos límites inferior y superior pueden ser incluso diferentes de 0 y 10.

Por tanto, los datos memorizados permiten comparar las capacidades auditivas percibidas por el paciente con las capacidades auditivas objetivas, detectadas en pruebas audiométricas de etapas posteriores del método, con el fin de permitir que el paciente, con la ayuda del audiólogo, elija el mejor audífono.

Opcionalmente, la aplicación de software comprende una interfaz gráfica a color en la que, para cada situación de escucha, el audiólogo puede mover un cursor posicionándolo en correspondencia con el valor de la escala desde 0 hasta 10 indicado por el paciente, obteniendo por tanto una representación gráfica de las indicaciones del paciente que se memorizan. La figura 2 muestra una interfaz 210 gráfica de este tipo de la aplicación de software usada en la realización preferida del método según la invención, en la que son visibles seis situaciones 220 de escucha, para cada una de las cuales se muestra una pregunta (en un campo 225), que el audiólogo formula al paciente, y la escala 230 relacionada de valores desde 0 hasta 10, a lo largo de la cual el audiólogo puede mover el cursor 240; además, la interfaz 210 gráfica muestra adicionalmente dos iconos que pueden seleccionarse alternativamente para indicar si el paciente da respuestas referidas a una audición asistida que es después de la aplicación del nuevo audífono (icono 250, seleccionado en la figura 2) o a una audición no asistida (icono 260) que es antes de la aplicación del nuevo audífono.

Haciendo todavía referencia a la figura 1, entonces el método según la invención comprende algunas etapas, indicadas con los números de referencia 300 a 600 y que se ilustrarán en detalle posteriormente, en las que se realizan pruebas audiométricas que proporcionan datos objetivos relacionados con las situaciones de escucha determinadas en la segunda etapa 200.

Los datos recopilados en las etapas de pruebas audiométricas se usan en una séptima etapa 700 posterior en la que se fusionan y se muestran los resultados de audición percibida y medida, tal como se muestra en la figura 3, dando al paciente una mejor comprensión y conocimiento de la situación de su propia audición, pero también comparando gráficamente la capacidad auditiva que la persona considera que tiene en las diversas situaciones de escucha con los resultados de las pruebas audiométricas correspondientes.

En una octava etapa 800, entonces se determinan los audífonos más adecuados, y en una novena etapa 900 se determina automáticamente el ajuste relacionado de los parámetros de funcionamiento, es decir los ajustes del procesamiento de señales electrónicas que va a realizarse, para permitir que se satisfagan las necesidades determinadas en la primera etapa 100. Ventajosamente, tal octava etapa 800 se realiza con la ayuda de la aplicación de software que visualiza gráficamente los beneficios que puede obtener el paciente con varios modelos de audífonos, permitiendo que el paciente realice una elección informada del audífono específico.

A continuación se describen etapas que realizan las pruebas audiométricas, llevadas a cabo en la primera reunión del audiólogo con el paciente (o incluso en otra reunión, en cualquier caso antes de la entrega del audífono).

En primer lugar, en una tercera etapa 300 se realiza en el paciente una prueba de audiometría de tonos puros, también conocida como PTA, descrita, por ejemplo, en la norma UNI EN ISO 8253 y por M. Valente en "Pure-Tone Audiometry and Masking", Plural Press, 2009, es decir una prueba audiométrica de conducción ósea y por el aire de

tono, y umbral de molestia, en la que el paciente lleva puestos unos cascos y la audición no se ve asistida por ningún audífono.

5 Después de eso, en una cuarta etapa 400, se realiza en el paciente una prueba de nivel de ruido aceptable, también conocida como ANL, descrita, por ejemplo, por A.K. Nabelek *et al.* en "Toleration of background noises: Relationship with patterns of hearing aid use by elderly persons", Journal of Speech and Hearing Research, 1991, 34, 679-685, es decir una prueba de tolerancia al ruido, en la que el paciente lleva puestos unos cascos cuando se realiza la prueba en exteriores, y la prueba se realiza en campo libre (es decir, el paciente no lleva puestos ningunos cascos) cuando se está en interiores (por ejemplo, un laboratorio o una tienda), y la audición también puede verse asistida por un audífono anterior que ya usa el paciente (en particular, en el caso en el que las indicaciones sobre la percepción subjetiva facilitadas en la segunda etapa 200 se facilitan por un paciente que ya usa el audífono anterior, para tener una comparación significativa e información útil para el ajuste). La prueba de ANL comprende una o más mediciones, opcionalmente cinco mediciones.

15 En el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA no sea mayor de 80 dB (es decir, valor de prueba de PTA  $\leq 80$  dB), entonces el método realiza una quinta etapa 500 en la que se realiza una prueba de habla con ruido, también conocida como SPIN, descrita, por ejemplo, por J. L. Danhauer *et al.* en Handbook of Outcomes Measurement in Audiology, Singular Publishing Group, 2002, es decir una prueba de entender con ruido, en la que el paciente lleva puestos unos cascos cuando se realiza la prueba en exteriores, y la prueba se realiza en campo libre (es decir, el paciente no lleva puestos ningunos cascos) cuando se está en interiores (por ejemplo, un laboratorio o una tienda), y la audición también puede verse asistida por un audífono anterior que ya usa el paciente (en particular, en el caso en el que las indicaciones sobre la percepción subjetiva facilitadas en la segunda etapa 200 se facilitan por un paciente que ya usa el audífono anterior, para tener una comparación significativa e información útil para el ajuste). En la figura 1, la ramificación 450 representa la comprobación del valor de la prueba de PTA que selecciona la ejecución de la prueba de SPIN o no.

25 En el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA sea mayor de 80 dB (es decir, valor de prueba de PTA  $> 80$  dB), o en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA no sea mayor de 80 dB (es decir, valor de prueba de PTA  $\leq 80$  dB) y el valor resultante de la prueba de SPIN sea mayor de 6 (SPIN  $> 6$ ), el método realiza una sexta etapa 600 en la que se realiza una prueba de habla en silencio, también conocida como SPIQ, también descrita, por ejemplo, por J. L. Danhauer *et al.* en Handbook of Outcomes Measurement in Audiology, Singular Publishing Group, 2002, es decir una prueba de entender en silencio, en la que el paciente lleva puestos unos cascos (cuando la prueba se realiza tanto en exteriores como en interiores, por ejemplo un laboratorio o una tienda). En la figura 1, la ramificación 550 representa la comprobación del valor de SPIN que selecciona la ejecución de la prueba de SPIQ o no.

35 En la realización preferida, las cuatro pruebas audiométricas proporcionan un resultado en una misma escala de medición específica de valores de números enteros desde 0 hasta 10. En particular, el método asigna el valor 10 al valor de la salida de la prueba audiométrica correspondiente a una persona con audición normal (es decir, la escala internacionalmente reconocida para cada prueba audiométrica individual); tal valor disminuye hasta 0 con el aumento de la pérdida de audición identificada por la prueba audiométrica. Debe indicarse que, en otras realizaciones del método según la invención, la escala de medición específica puede ser una escala de valores distintos de números enteros cuyos límites inferior y superior también pueden ser diferentes de 0 y 10; ventajosamente, la escala de medición específica es idéntica a la escala de valores usada en la segunda etapa 200.

45 Las tablas 1-4 muestran las conversiones entre resultado audiométrico de las cuatro pruebas de PTA, ANL, SPIN y SPIQ, respectivamente, y el valor (indicado con el término "puntuación") asignado según tal escala de medición específica única de la situación de audición objetiva del paciente:

50 Tabla 1

| PTA       |            |
|-----------|------------|
| dB, PTA   | puntuación |
| < 20      | 10         |
| [20-25)   | 9          |
| [25-30)   | 8          |
| [30-35)   | 7          |
| [35-40)   | 6          |
| [40-50)   | 5          |
| [50-59)   | 4          |
| [60-70)   | 3          |
| [70-80)   | 2          |
| [80-90)   | 1          |
| $\geq 90$ | 0          |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Tabla 2

| ANL con ruido de burbujas |            |
|---------------------------|------------|
| resultado de prueba       | puntuación |
| 0                         | 10         |
| 3                         | 9          |
| 5                         | 8          |
| 7                         | 7          |
| 8                         | 7          |
| 9                         | 6          |
| 10                        | 6          |
| 11                        | 5          |
| 12                        | 5          |
| 13                        | 4          |
| 14                        | 3          |
| 15                        | 2          |
| 16                        | 1          |
| 25                        | 0          |
|                           |            |
|                           |            |

5

Tabla 3

| SPIN con SWN        |            |
|---------------------|------------|
| resultado de prueba | puntuación |
| -5                  | 10         |
| -4                  | 10         |
| -3                  | 9          |
| -1                  | 8          |
| 1                   | 7          |
| 3                   | 6          |
| 5                   | 5          |
| 7                   | 3          |
| 11                  | 1          |
| 13                  | 0          |
| 15                  | 0          |
| 18                  | 0          |
| 25                  | 0          |
|                     |            |
|                     |            |

Tabla 4

| SPIQ                |            |
|---------------------|------------|
| resultado de prueba | puntuación |
| 20                  | 10         |
| 40                  | 8          |
| 45                  | 8          |
| 50                  | 7          |
| 55                  | 6          |
| 60                  | 5          |
| 65                  | 4          |
| 70                  | 3          |
| 75                  | 2          |
| 80                  | 1          |
| 85                  | 0          |
| 90                  | 0          |
| 95                  | 0          |
| 100                 | 0          |
| 120                 | 0          |

De esta manera, tal escala específica única permite comparar los valores de las pruebas audiométricas con los valores de la percepción de su propia audición por parte del paciente determinados en la segunda etapa 200, cuyos datos ya se han recopilado basándose en una escala similar desde 0 hasta 10. Esto permite además determinar el nivel de tecnología y prestaciones necesario para el audífono.

De hecho, la escala de medición específica en la que se proporcionan los resultados de las cuatro pruebas audiométricas facilita indicaciones al audiólogo para un ajuste óptimo del audífono de manera personalizada para el paciente afectado. Ventajosamente, las etapas 300 a 600 se llevan a cabo por el audiólogo usando una aplicación de software que permite la grabación de datos, opcionalmente en la que una única interfaz gráfica recopila y muestra los resultados de todas las pruebas audiométricas, haciendo que sean más comprensibles para el audiólogo y el paciente.

Además, la aplicación de software permite visualizar (en la octava etapa 800 de la figura 1) en una interfaz gráfica correspondiente, mostrada en la figura 4, los beneficios resultantes de los diferentes audífonos disponibles para el paciente (y que éste puede elegir), con referencia particular a las necesidades grabadas en la primera etapa 100 del método según la invención. Con respecto a esto, la aplicación de software puede mostrar opcionalmente una asociación entre beneficios y necesidades, destacando por tanto el nivel de satisfacción de cada necesidad grabada en la primera etapa 100 con respecto al tipo de audífono correspondiente a un nivel respectivo de solución. A modo de ejemplo, y no a modo de limitación, la figura 4 muestra una interfaz gráfica que visualiza que, para alcanzar la satisfacción máxima (indicada por una barra verde completa, tal como se muestra para la barra 320 de la necesidad 3) para la necesidad 1, es necesaria una solución de nivel 5, mientras que para la necesidad 3 es suficiente un nivel de solución 4. De esta manera, la aplicación de software hace que resulte gráficamente evidente para el paciente el nivel de satisfacción que puede obtenerse en la necesidad específica (mediante el nivel de llenado de la barra verde), basándose en el tipo de solución elegido por el paciente con la ayuda del audiólogo.

Tal como se mencionó, las necesidades indicadas por el paciente en la segunda etapa 200 y los datos obtenidos a partir de las pruebas audiométricas de las etapas 300 a 600 de prueba audiométrica en la escala de medición única se usan en una octava etapa 800 en la que se determinan uno o más audífonos más adecuados y en una novena etapa 900 en la que se determina automáticamente el ajuste relacionado de los parámetros de funcionamiento, es decir los ajustes del procesamiento de señales electrónicas que va a llevarse a cabo. En particular, las funciones del procesamiento electrónico de la señal acústica de cada audífono cuyos ajustes se ajustan comprenden o consisten en las siguientes:

- gestión del nivel de amplificación, es decir la ganancia para cada banda de frecuencia;
- con referencia a la compresión de amplitud, es decir a la variación de ganancia inversamente proporcional a la variación de nivel de señal de entrada (mediante lo cual la amplificación disminuye con el aumento de la señal de entrada y viceversa, de modo que el audífono añade menos amplificación cuando hay menos necesidad de la misma porque los estímulos sonoros ya son lo suficientemente altos):
  - gestión del nivel de intervención de compresión, es decir el nivel al que el audífono deja de amplificar de la misma manera todas las señales (independientemente de su nivel de entrada) y, en vez de eso, empieza a amplificar las señales de entrada de una manera diferenciada para cada señal, aplicando una función de compresión,
  - razón de compresión, es decir la razón entre la señal de entrada (sólo la parte que supera el nivel de intervención) y la señal de salida (a partir de la función de compresión ejecutada por la unidad de procesamiento de señales del audífono) cuando la compresión está activada;
- gestión de la compresión de frecuencia y desplazamiento de frecuencia relacionado, es decir el desplazamiento de frecuencia que hace que la reproducción de sonido se produzca a una frecuencia diferente de la original;
- modo de ajuste de micrófono, para seleccionar el modo de funcionamiento de micrófono (que puede simular diferentes modos de audición: delantero, trasero, lateral) y para seleccionar la banda de frecuencia de las señales adquiridas;
- con referencia al sistema antirretroalimentación que atenúa selectivamente las frecuencias a las que se produce el efecto Larsen (con la aparición de un silbido a partir del audífono si este último se bloquea con el altavoz del mismo audífono), gestión de tal sistema antirretroalimentación, es decir el nivel de atenuación a las frecuencias a las que se produce el efecto Larsen;
- gestión de voz y ruido (gestor de S/N), es decir el ajuste de la atenuación y frecuencia de filtros que permite aumentar la razón de voz/ruido (habla/ruido);

- gestión de sonidos transitorios y repentinos, es decir el ajuste de la atenuación y frecuencia de filtros que elimina sonidos transitorios y repentinos; y

5 - gestión de entornos de escucha reverberantes, es decir gestión del funcionamiento de micrófono dirigido a captar mejor la señal principal y excluir la reflejada por un entorno de reverberación.

Tal como se mencionó, la secuencia lógica de las pruebas audiométricas es función del resultado de una prueba audiométrica anterior, con referencia particular a las pruebas de SPIN y de SPIQ que pueden ser alternativas o incluso combinarse entre sí. La aplicación de software de la realización preferida del método según la invención  
 10 transforma los resultados de las tres pruebas de ANL, SPIN y SPIQ en uno de tres colores en los que se transforman los valores de tal escala única, para proporcionar al audiólogo indicaciones visuales para ajustar las diversas funciones de los audífonos disponibles para el paciente. En particular, los tres colores corresponden a los siguientes ajustes (configuraciones) del audífono: configuración natural, es decir sustancialmente sin procesar la señal acústica, mostrada opcionalmente en verde; configuración desde natural hasta moderadamente controlada, es decir con ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para la situación de escucha deseada no mayores  
 15 que primeros umbrales de modificación respectivos, mostrada opcionalmente en amarillo; y configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada, es decir con ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para la situación de escucha deseada mayores que los primeros umbrales de modificación respectivos, mostrada opcionalmente en rojo.

20 A modo de ejemplo, y no a modo de limitación:

- en el caso de configuración natural, los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un mínimo, para limitar lo más posible su funcionamiento, y la gestión de micrófono puede simular la audición natural del oído con audición normal,  
 25 sin introducir muchos cambios tras la variación de entorno sonoro;

- en el caso de configuración moderadamente controlada, los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un nivel medio, para intervenir únicamente si el nivel de ruido se vuelve muy alto, y la gestión de micrófono puede simular la audición natural del oído con audición normal, y posiblemente llevar a cabo alguna corrección en el caso de escucha  
 30 en entornos sonoros difíciles, con varias fuentes sonoras que no pueden gestionarse por el gestor de S/N;

- en el caso de configuración significativamente controlada, los parámetros de gestor de S/N se establecen a un nivel bastante alto, para proteger al paciente frente a ruidos que puede percibir como molestos, y la gestión de micrófono puede variar el enfoque (es decir, la dirección de adquisición de señales acústicas) tras la variación de las  
 35 situaciones de escucha; además, el paciente puede gestionar manualmente un programa de procesamiento adicional con un modo de micrófono diferente con un enfoque muy estrecho (es decir, direccional).

Las tablas 5-7 muestran las conversiones, ejecutadas automáticamente por el método en la novena etapa 900, del  
 40 resultado audiométrico a los valores en la escala única y de estos últimos a la configuración respectiva.

Tabla 5

| ANL con ruido de burbujas |            | Configuración  |
|---------------------------|------------|--|
| resultado de prueba       | puntuación |  |
| 0                         | 10         | Natural  |
| 3                         | 9          |  |
| 5                         | 8          |  |
| 7                         | 7          | Configuración desde natural hasta moderadamente controlada                       |
| 8                         | 7          |  |
| 9                         | 6          |  |
| 10                        | 6          |  |
| 11                        | 5          | Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada |
| 12                        | 5          |  |
| 13                        | 4          |  |
| 14                        | 3          |  |
| 15                        | 2          |  |
| 16                        | 1          |  |
| 25                        | 0          |  |

Tabla 6

45

| SPIN con SWN        |            | Configuración |
|---------------------|------------|---------------|
| resultado de prueba | puntuación |               |
| -5                  | 10         | Natural       |
| -4                  | 10         |               |

|    |   |  |
|----|---|--|
| -3 | 9 | Configuración desde natural hasta moderadamente controlada                       |
| -1 | 8 |  |
| 1  | 7 |  |
| 3  | 6 |  |
| 5  | 5 |  |
| 7  | 3 | Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada |
| 11 | 1 |  |
| 13 | 0 |  |
| 15 | 0 |  |
| 18 | 0 |  |
| 25 | 0 |  |

Tabla 7

| SPIQ                |            | Configuración  |
|---------------------|------------|--|
| resultado de prueba | Puntuación |  |
| 20                  | 10         | Configuración desde natural hasta moderadamente controlada                       |
| 40                  | 8          |  |
| 45                  | 8          |  |
| 50                  | 7          |  |
| 55                  | 6          |  |
| 60                  | 5          |  |
| 65                  | 4          | Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada |
| 70                  | 3          |  |
| 75                  | 2          |  |
| 80                  | 1          |  |
| 85                  | 0          |  |
| 90                  | 0          |  |
| 95                  | 0          |  |
| 100                 | 0          |  |
| 120                 | 0          |  |

5 A modo de ejemplo, y no a modo de limitación, las tablas 8-10 (que pueden ser opcionalmente tablas de consulta  
leídas automáticamente por la aplicación de software que implementa el método según la invención) muestran las  
indicaciones de los parámetros de configuración para micrófonos y algoritmos que la aplicación de software de la  
realización preferida del método según la invención proporciona automáticamente al audiólogo en la etapa 900 para  
ajustar los parámetros de funcionamiento (es decir, las diversas funciones) de cada uno de los audífonos disponibles  
10 seleccionados en la etapa 800 para permitir que se satisfagan las necesidades determinadas en la etapa 100, en  
caso de algunos audífonos de Siemens® (tabla 8), algunos audífonos de Beltone® (tabla 9) y algunos audífonos de  
Phonak® (tabla 10).

Tabla 8

15

| Audífonos de Siemens®: 7bx, 5bx, 3bx, Orion, Sirion        |            |   |
|--|------------|---|
| Configuración natural                                      | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 7bx, 5bx, 3bx: oído real</li> <li>• Orion: ajustar direccionalidad "automática" marcando sólo habla con ruido y nivel de direccionalidad baja "bajo".</li> <li>• Sirion: dado que no hay ningún micrófono similar al oído humano, los productos de Sirion no son la mejor elección para una configuración natural. Si es necesario, usar "direccional estático"</li> </ul> |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste de voz y ruido: desactivado o al mínimo</li> <li>• Suavizado de sonido: desactivado o al mínimo</li> <li>• Compresión de frecuencia: desactivada o al mínimo</li> <li>• Cancelación de retroalimentación: activada</li> </ul>   |
| Configuración desde natural hasta moderadamente controlada | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 7bx, 5bx, 3bx: oído real</li> <li>• Orion: ajustar direccionalidad "automática" marcando sólo habla con ruido y nivel de direccionalidad baja "convencional".</li> <li>• Sirion: los productos de Sirion no son la mejor elección para una configuración desde natural hasta moderadamente controlada. Si es necesario, usar "direccional estático"</li> </ul>             |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste de voz y ruido: ajuste desde mínimo hasta medio</li> <li>• Suavizado de sonido: ajuste desde mínimo hasta medio</li> <li>• Compresión de frecuencia: desactivada</li> </ul>   |

|  |            |  |
|--|------------|--|
|  |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cancelación de retroalimentación: activada</li> </ul>   |
| Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 7bx, 5bx, 3bx: oído real y sus funciones dependiendo de las necesidades del cliente</li> <li>• Orion: ajustar “automático” y añadir un programa con micrófono direccional</li> <li>• Sirion: ajustar “automático” y añadir un programa con micrófono direccional</li> </ul> |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste de voz y ruido: ajuste desde medio hasta máximo</li> <li>• Suavizado de sonido: ajuste desde medio hasta máximo</li> <li>• Compresión de frecuencia: desactivada</li> <li>• Cancelación de retroalimentación: activada</li> </ul>  |

Tabla 9

| Audífonos de Beltone®: Legend 17, Legend 9, Legend 6, First 6, Origin 3, Origin 2 |            |  |
|---|------------|--|
| Configuración natural   | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legend 17: ajustar direccionalidad de “escucha natural”</li> <li>• Legend 9: dado que no hay ningún micrófono similar al oído humano, estos productos no son la mejor elección para una configuración natural. Si es necesario, usar “detector de habla pro.” con anchura de haz direccional “grande”</li> <li>• Legend 6: dado que no hay ningún micrófono similar al oído humano, estos productos no son la mejor elección para una configuración natural. Si es necesario, usar “detector de habla pro. básico”</li> <li>• First 6: ajustar direccionalidad de “direccionalidad adaptativa”</li> <li>• Origin 3 y Origin 2: dado que no hay ningún micrófono similar al oído humano, estos productos no son la mejor elección para una configuración natural. Si es necesario, usar “direccionalidad adaptativa” (diferente de la de First 6 porque no hay ninguna función de direccionalidad de división de banda)</li> </ul> |
|   | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión: desactivada</li> <li>• Purificador de sonido pro.: desactivado o al mínimo</li> <li>• Elemento de desplazamiento de sonido: desactivado</li> <li>• Optimizador de ganancia: similar en todos los entornos</li> <li>• Eliminador de retroalimentación: activado</li> </ul>  |
| Configuración desde natural hasta moderadamente controlada                        | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legend 17 y Legend 9: ajustar direccionalidad de “detector de habla pro.” con anchura de haz direccional “grande”</li> <li>• Legend 6 y First 6: ajustar direccionalidad de “detector de habla básico”</li> <li>• Origin 3: ajustar direccionalidad de “detector de habla básico”. Funcionalidad inferior a la de Legend 6 y First 6 porque no hay ninguna función de direccionalidad de división de banda</li> <li>• Origin 2: ajustar direccionalidad de “direccionalidad adaptativa”</li> </ul>  |
|   | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión: desactivada</li> <li>• Purificador de sonido pro.: desde medio hasta moderado</li> <li>• Elemento de desplazamiento de sonido: desactivado</li> <li>• Optimizador de ganancia: usar ajustes por defecto</li> <li>• Eliminador de retroalimentación: activado</li> </ul>  |
| Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada  | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legend 17: ajustar direccionalidad de “reticulación de direccionalidad con escucha natural”</li> <li>• Legend 9: ajustar direccionalidad de “reticulación de direccionalidad”</li> <li>• Legend 6 y First 6: dado que no hay ningún micrófono con direccionalidad de alto rendimiento, estos productos no son la mejor elección para una configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada. Si es necesario, usar “detector de habla básico”.</li> <li>• Origin 3: dado que no hay ningún micrófono con direccionalidad de alto rendimiento, estos productos no son la mejor elección para una configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada. Si es necesario, usar “detector de habla básico”. Funcionalidad</li> </ul>  |

|  |            |   |
|--|------------|---|
|  |            | inferior a la de Legend 6 y First 6 porque no hay ninguna función de direccionalidad de división de banda<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Origin 2: dado que no hay ningún micrófono con direccionalidad de alto rendimiento, estos productos no son la mejor elección para una configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada. Si es necesario, usar “direccionalidad adaptativa”</li> </ul> |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión: media o moderada</li> <li>• Purificador de sonido pro.: desde moderado hasta máximo</li> <li>• Elemento de desplazamiento de sonido: desactivado</li> <li>• Optimizador de ganancia: uso dependiendo de las necesidades del cliente</li> <li>• Eliminador de retroalimentación: activado</li> </ul>   |

Tabla 10

| Audífonos de Phonak®: productos 90, 70, 50                                       |            |   |
|--|------------|---|
| Configuración natural  | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 90 y 70: ajustar sonido de oído real</li> <li>• Productos 50: dado que no hay ningún micrófono similar al oído humano, estos productos no son la mejor elección para una configuración natural. Si es necesario, usar “direccional fijo”</li> </ul>  |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo de ruido: desactivado o al mínimo</li> <li>• Detección automática: desactivada, seleccionar situación en silencio como 1<sup>er</sup> programa</li> <li>• Recuperador de sonido: desactivado</li> <li>• Bloqueo de eco: desactivado</li> <li>• Bloqueo de viento: activado o desactivado dependiendo de las necesidades del cliente</li> <li>• Bloqueo de silbido: activado</li> </ul> |
| Configuración desde natural hasta moderadamente controlada                       | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 90 y 70: ajustar sonido de oído real</li> <li>• Productos 50: usar micrófono propuesto por defecto</li> </ul>  |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo de ruido: valores desde mínimo hasta medio</li> <li>• Detección automática: activada con velocidad de transición lenta</li> <li>• Recuperador de sonido: desactivado</li> <li>• Bloqueo de eco: desactivado</li> <li>• Bloqueo de viento: activado o desactivado dependiendo de las necesidades del cliente</li> <li>• Bloqueo de silbido: activado</li> </ul>                         |
| Configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada | Micrófonos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos 90 y 70: ajustar sonido de oído real</li> <li>• Productos 50: usar micrófono propuesto por defecto y añadir un programa con micrófono direccional</li> </ul>   |
|  | Algoritmos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo de ruido: valores desde medio hasta alto</li> <li>• Detección automática: activada con velocidad de transición rápida</li> <li>• Recuperador de sonido: desactivado</li> <li>• Bloqueo de eco: activado</li> <li>• Bloqueo de viento: activado o desactivado dependiendo de las necesidades del cliente</li> <li>• Bloqueo de silbido: activado</li> </ul>                             |

- 5 Opcionalmente, el método para ajustar de manera personalizada un audífono según la invención puede comprender una etapa adicional para comprobar la eficacia de ajuste que comprende ejecutar las pruebas de SPIN y de SPIQ, ilustradas anteriormente, con el audífono aplicado al paciente. En particular, en la etapa de comprobación adicional se realiza la prueba de SPIN si se ha ejecutado la quinta etapa 500 (es decir, si ya se había realizado la prueba de SPIN) y se realiza la prueba de SPIQ si se ha ejecutado la sexta etapa 600 (es decir, si ya se había realizado la prueba de SPIQ) y si se realiza dentro de una estructura equipada con campo libre (por ejemplo, en un laboratorio o una tienda). En el caso de la prueba de SPIN, el ruido de competencia para la primera palabra se anticipa 10 segundos antes de la misma palabra, para permitir realizar los algoritmos de S/N y micrófono por la unidad de procesamiento para estabilizar y hacer que su intervención sea eficaz. Además, en tal etapa de comprobación adicional, también puede realizarse opcionalmente una prueba de equilibrio dentro de una estructura equipada con campo libre (por ejemplo, en un laboratorio o una tienda) para sintonizar el equilibrio correcto entre los dos oídos para obtener una mejor audición.

5 En tal caso, el método permite opcionalmente mostrar una comparación de las capacidades auditivas percibidas por el paciente con las capacidades auditivas objetivas detectadas en las pruebas audiométricas, destacando con datos de las pruebas (antes y después de la aplicación) los beneficios resultantes de la aplicación del audífono. En particular, la aplicación de software que usa la realización preferida del método según la invención muestra tal comparación en una interfaz gráfica adecuada mostrada en la figura 5.

10 Además, el método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según la invención puede comprender opcionalmente además una etapa de comprobación final o iterativa después de un periodo de tiempo de uso del audífono (por ejemplo, para la primera comprobación, después de 15 días, y para las comprobaciones sucesivas, después de 12 meses), en la que se reciben y se graban indicaciones del paciente sobre el logro de objetivos (es decir, cumplimiento de las necesidades) y comprobación del aumento progresivo de satisfacción, de manera similar a la segunda etapa 200, y después se llevan a cabo pruebas audiométricas para controlar la configuración, ejecutando de nuevo, si es necesario, las pruebas de SPIN y de SPIQ (si ya se han realizado la quinta etapa 500 y la sexta etapa 600, respectivamente). Incluso en este caso, la realización preferida del método puede usar una aplicación de software que permite visualizar los objetivos logrados.

15 Se han descrito las realizaciones preferidas de esta invención y se han sugerido varias variaciones anteriormente en el presente documento, pero debe entenderse que los expertos en la técnica pueden realizar otras variaciones y cambios sin por ello alejarse del alcance de protección de la misma, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

20

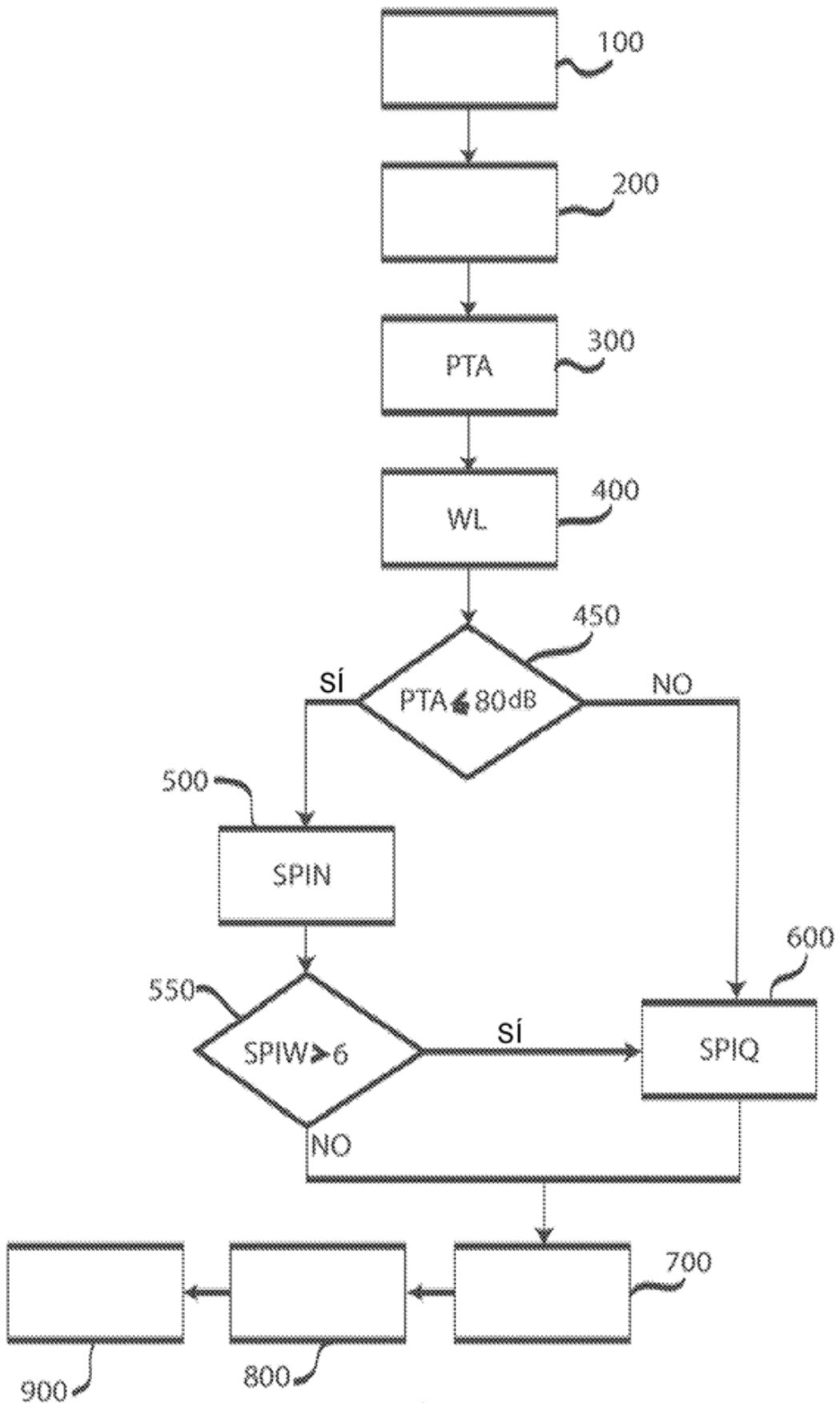
**REIVINDICACIONES**

1. Método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono, que incluye una unidad de procesamiento de señales configurada para procesar una señal eléctrica procedente de uno o más micrófonos y para reproducir una señal eléctrica procesada resultante en un canal auditivo de un paciente a través de un altavoz en miniatura, en el que el procesamiento de la señal eléctrica puede ajustarse por medio de ajustes de uno o más parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales, en el que el método comprende las siguientes etapas:
  - A. recibir (100) indicaciones sobre una o más necesidades de un paciente;
  - B. recibir (200) indicaciones del paciente referentes a su percepción de su propia audición con respecto a una o más situaciones de escucha asignando un valor respectivo en una primera escala de valores que tiene un límite inferior y un límite superior;
  - C. realizar (300) una prueba audiométrica de audiometría de tonos puros, también conocida como prueba de PTA audiométrica, en el paciente, en la que el paciente lleva puestos unos cascos y la audición no se ve asistida por ningún audífono;
  - D. realizar (400) una prueba audiométrica de nivel de ruido aceptable, también conocida como prueba de ANL, en el paciente;
  - E. en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica no sea mayor de 80 dB, realizar (500) una prueba de habla con ruido, también conocida como prueba de SPIN, en el paciente;
  - F. en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica sea mayor de 80 dB, o en el caso en el que el valor resultante de la prueba de PTA audiométrica no sea mayor de 80 dB y el valor resultante de la prueba de SPIN sea mayor de 6, realizar (600) una prueba de habla en silencio, también conocida como prueba de SPIQ, en el paciente, en la que el paciente lleva puestos unos cascos;
  - G. visualizar (700) los valores resultantes de las pruebas audiométricas realizadas en las etapas C, D, E y/o F en una misma segunda escala de valores;
  - H. basándose en dichas una o más necesidades del paciente sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A y basándose en los valores resultantes de todas las pruebas audiométricas que se han realizado en las etapas C y D y E y F, seleccionar (800) uno o más audífonos disponibles,
  - J. para cada uno de dichos uno o más audífonos disponibles seleccionados en la etapa H, basándose en dichas una o más necesidades del paciente sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A y basándose en los valores resultantes de todas las pruebas audiométricas que se han realizado en las etapas C y D y E y F, determinar automáticamente (900) un ajuste relacionado de parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales respectiva para permitir que se satisfagan las necesidades determinadas en la etapa A.
2. Método según la reivindicación 1, en el que en la etapa D y la etapa E el paciente lleva puestos unos cascos cuando se realizan las pruebas de ANL y de SPIN, respectivamente, en exteriores, mientras que las pruebas de ANL y de SPIN, respectivamente, se realizan en campo libre cuando se está en interiores.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la prueba de ANL de la etapa D comprende una o más mediciones, opcionalmente cinco mediciones.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha primera escala de valores es una escala de números enteros desde 0 hasta 10, en la que 0 corresponde a una percepción de pérdida de audición total y 10 corresponde a una percepción de ausencia de pérdida de audición.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha segunda escala de valores es idéntica a dicha primera escala de valores.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos parámetros de funcionamiento se refieren a funciones de procesamiento electrónico de la señal acústica que comprenden o que consisten en:
  - una gestión del nivel de amplificación;
  - con referencia a una compresión de amplitud, una gestión del nivel de intervención de compresión y una razón de compresión;

- una gestión de una compresión de frecuencia y de un desplazamiento de frecuencia relacionado;
  - 5 - un modo de ajuste de micrófono para seleccionar una o ambas de dos entradas de micrófono correspondientes al micrófono delantero y al micrófono trasero y para seleccionar una banda de frecuencia de las señales adquiridas por el micrófono o los micrófonos seleccionados;
  - una gestión de un sistema antirretroalimentación configurado para atenuar selectivamente frecuencias a las que se produce un efecto Larsen;
  - 10 - una gestión de voz y ruido (gestor de S/N);
  - una gestión de sonidos transitorios y repentinos; y
  - 15 - una gestión de entornos de escucha reverberantes.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho ajuste de parámetros de funcionamiento en la etapa J comprende transformar los resultados de las pruebas de ANL, SPIN y/o SPIQ de las etapas D y E y/o F, respectivamente, en uno de los tres ajustes siguientes:
- 20 - configuración natural que no conlleva sustancialmente ningún procesamiento de la señal acústica, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un mínimo para limitar su funcionamiento lo más posible y la gestión de micrófono puede simular una escucha natural de un oído con audición normal sin introducir sustancialmente cambios tras la variación del entorno sonoro;
  - 25 - configuración desde natural hasta moderadamente controlada que conlleva ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para al menos una situación de escucha deseada no mayores que primeros umbrales de modificación respectivos, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un nivel medio para intervenir únicamente si un nivel de ruido se vuelve mayor que un umbral de ruido respectivo y la gestión de micrófono puede simular una escucha natural de un oído con audición normal, y más opcionalmente puede llevar a cabo una o más correcciones en el caso de escucha en entornos sonoros con varias fuentes sonoras que no pueden gestionarse por el gestor de S/N; y
  - 30 - configuración desde moderadamente controlada hasta significativamente controlada que conlleva ajustes de parámetros de funcionamiento específicos para al menos una situación de escucha deseada mayores que los primeros umbrales de modificación respectivos, en la que opcionalmente los parámetros de gestor de S/N se ajustan a un nivel alto para proteger al paciente frente a ruidos que puede percibir como molestos y la gestión de micrófono puede variar el enfoque tras la variación de la situación de escucha.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas una o más necesidades sobre las que se reciben indicaciones en la etapa A se seleccionan del grupo que comprende: oír mejor en un entorno en silencio a poca distancia; entender mejor en un entorno abierto a poca distancia; oír mejor voces o sonidos distantes; mejor comodidad en la escucha diaria; entender mejor una televisión; entender mejor en un pequeño grupo de personas sin ningún otro sonido; adaptación automática a diferentes situaciones de escucha; conectividad inalámbrica; percibir mejor la procedencia de un sonido; entender mejor en un entorno con muchas personas hablando y otros sonidos; buena comodidad de escucha en situaciones ruidosas; entender mejor a una persona que habla en un entorno amplio o a una distancia; mejor calidad de escucha de música y voz incluso en presencia de ruido; entender mejor en exteriores en presencia de ruido o viento y/o para actividades deportivas.
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas una o más situaciones de escucha con respecto a las cuales se reciben indicaciones del paciente referentes a su percepción de su propia audición en la etapa A son seis situaciones de audición diferentes que comprenden: oír sonidos suaves; entender palabras en silencio; entender palabras con ruido; situación de ruido tolerable; capacidad para localizar sonidos; y capacidad de concentración durante un diálogo.
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de comprobación adicional que incluye realizar una prueba de SPIN, si se ha realizado la etapa E, y realizar una prueba de SPIQ, si se ha realizado la etapa F, con el audífono ajustado según el ajuste relacionado de parámetros de funcionamiento de la unidad de procesamiento de señales respectiva determinado en la etapa J.
11. Método según la reivindicación 10, en el que en la prueba de SPIN de la etapa de comprobación adicional la audición del paciente se ve asistida por un audífono anterior.
12. Método según la reivindicación 10 u 11, en el que dicha etapa de comprobación adicional incluye además

realizar una prueba de equilibrio dentro de una estructura equipada con campo libre.

- 5
13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las etapas de método se realizan por medio de una aplicación de software.
14. Método según la reivindicación 13, en el que la etapa G visualiza una comparación de capacidades auditivas percibidas por el paciente con capacidades auditivas objetivas detectadas en las pruebas audiométricas realizadas en las etapas C, D, E y/o F.
- 10
15. Método según la reivindicación 13 ó 14, en el que la etapa H visualiza beneficios resultantes de diferentes audífonos disponibles para el paciente con referencia a dichas una o más necesidades sobre las que se han recibido indicaciones en la etapa A.
- 15
16. Conjunto de uno o más programas informáticos que comprenden instrucciones que, cuando se ejecutan por una o más unidades de procesamiento, hacen que dichas una o más unidades de procesamiento realicen el método para seleccionar y ajustar de manera personalizada un audífono según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.
- 20
17. Conjunto de uno o más medios de memoria legibles por ordenador, que almacenan el conjunto de uno o más programas informáticos según la reivindicación 16.



**Fig.1**



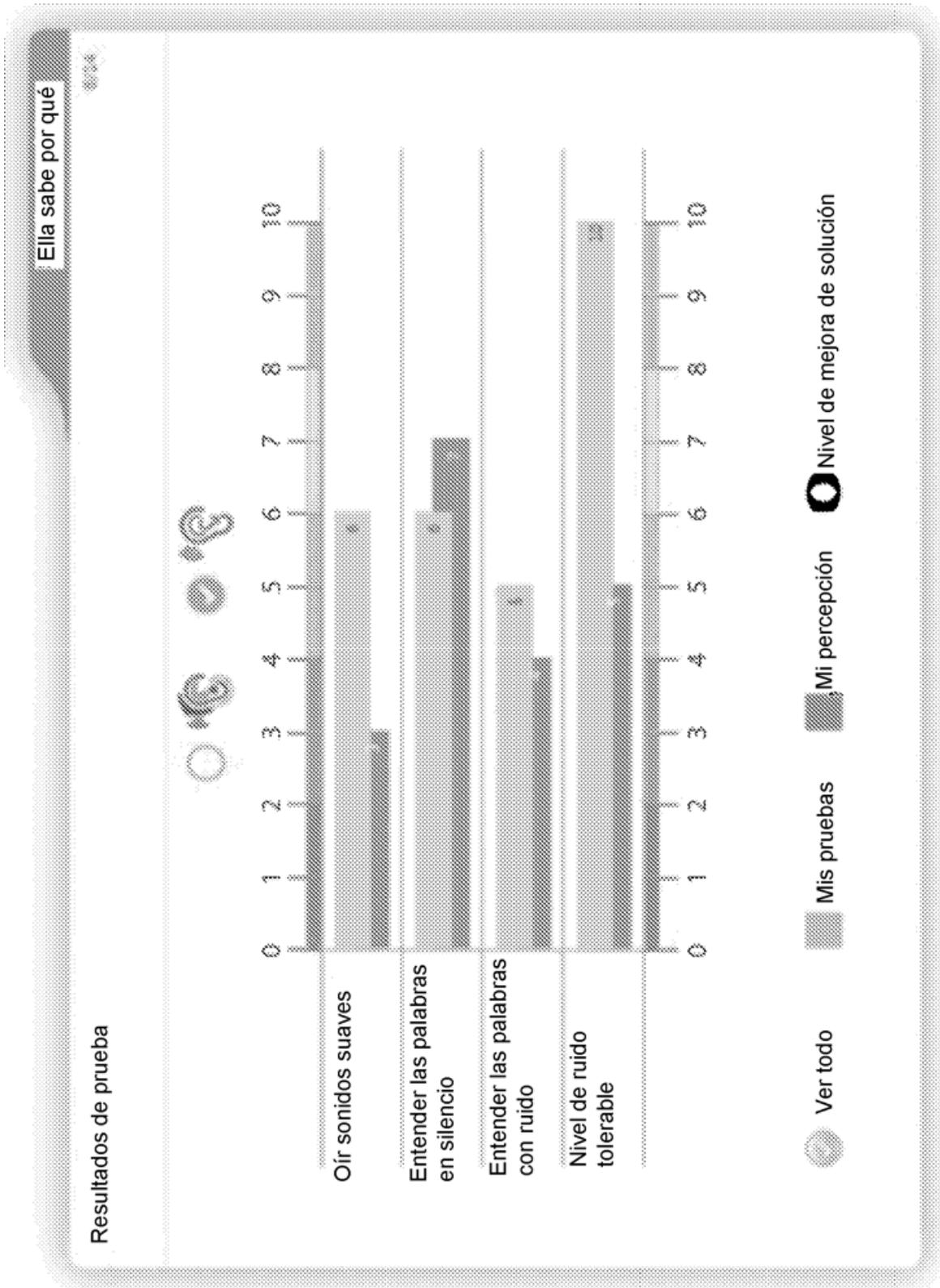
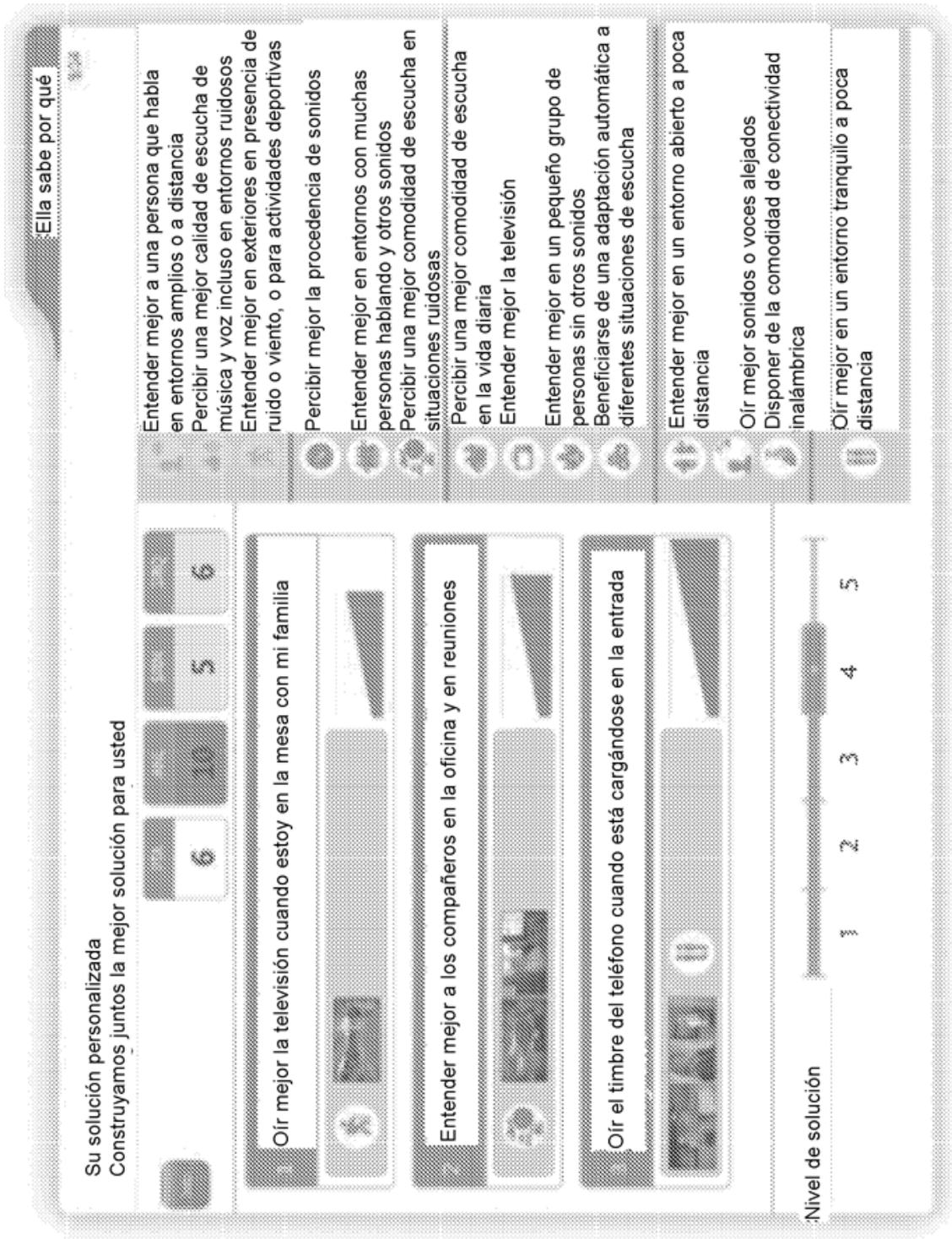


Fig. 3



**Fig. 4**

