
Manual de Usuario - Computarized Auditory Brainstem Response Audiometry (C.A.B.R.A)



Desarrollado por: Lucas Franzi
Gonzalo Grau
Josué Laszeski

Índice

1. Introducción	3
2. Configuración inicial	3
2.1. Componentes	3
2.2. Instalación del software	4
2.3. Configuración de la placa de adquisición de datos	4
2.4. Configuración de los auriculares	5
3. Uso de la interfaz gráfica	5
3.1. Verificación de la conexión con CABRA	6
3.2. Realización del estudio de audiometría	6
3.2.1. Forma manual	6
3.2.2. Forma automática (CABRASweep)	8
3.3. Ajuste de parámetros avanzados	8
3.4. Simulación	9
4. Archivos	9
5. Conclusión	9

1. Introducción

La audiometría es un estudio médico realizado con el objetivo de evaluar la integridad funcional del sistema auditivo. La audiometría tonal, en particular, es una prueba que se realiza para determinar la capacidad de una persona para escuchar sonidos a diferentes frecuencias y volúmenes. El objetivo de este estudio es obtener un audiograma, el cual representa los límites audibles (expresados en [dbHL], decibelios normalizados por normoacusia) del paciente para distintos valores de frecuencia de sonido. La audiometría tonal se realiza en ambos oídos, para determinar la capacidad auditiva de cada oído por separado. El audiómetro es un dispositivo que genera tonos puros a diferentes frecuencias y volúmenes, reproducidos a través de auriculares *over-ear* que se colocan en la cabeza del paciente y que permiten escuchar los tonos generados. Mediante un barrido de amplitudes y frecuencias, se obtiene el audiograma del paciente analizando en qué condiciones se percibe y se deja de percibir el estímulo. Generalmente, es el paciente quien debe indicar si escucha o no los tonos generados por el audiómetro. Sin embargo, en pacientes que no pueden comunicarse verbalmente, como los bebés, se deben considerar otras técnicas para obtener el audiograma.

El potencial evocado auditivo del tronco cerebral (ABR, por sus siglas en inglés) es una técnica que permite evaluar la integridad de las vías auditivas desde el oído interno hasta el tronco cerebral. El ABR es un potencial eléctrico generado por la actividad de las neuronas del nervio auditivo y del tronco cerebral en respuesta a un estímulo acústico. Mediante el análisis de su morfología, detectando latencia y amplitud de ondas tipificadas, es posible detectar la percepción sonora. Además, se puede evaluar la integridad de las vías auditivas y determinar la presencia de patologías en el sistema auditivo, mediante la obtención de potenciales evocados en respuesta a estímulos transmitidos por vía aérea o por vía ósea. Esta es una técnica no invasiva, que no requiere la colaboración del paciente y que puede ser utilizada en pacientes de cualquier edad, incluyendo recién nacidos.

CABRA (*Computerized Auditory Brainstem Response Audiometry*) es un sistema de audiometría automática que utiliza la técnica de ABR para obtener el audiograma del paciente. El sistema CABRA se basa en la generación de estímulos sonoros a través de auriculares (de conducción aérea u ósea), y la medición de la respuesta del sistema auditivo a través de electrodos colocados en la cabeza del paciente. El objetivo de este sistema es obtener el audiograma del paciente de manera automática, sin necesidad de la colaboración del paciente. El siguiente manual describe el funcionamiento del sistema CABRA, detallando los pasos necesarios para realizar una audiometría automática y obtener el audiograma en forma semiautomatizada.

2. Configuración inicial

2.1. Componentes

El dispositivo CABRA cuenta con una parte de hardware y una parte de software. Su hardware está compuesto por:

- Placa de adquisición de datos.
- Auriculares de conducción aérea.
- Auriculares de conducción ósea.
- Electrodos de superficie.
- Cable de conexión USB.
- Cable de conexión de electrodos.

- Carcasa de protección.

El software de CABRA es un programa de computadora que se debe instalar en una computadora con sistema operativo Windows 7 o superior. Se debe contar además con un puerto USB disponible para conectar la placa de adquisición de datos.

2.2. Instalación del software

Para instalar el software de CABRA, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Descargar el instalador del software de CABRA desde el siguiente enlace: <https://www.cabra.com.ar>.
2. Ejecutar el instalador y seguir las instrucciones que aparecen en pantalla.
3. Conectar la placa de adquisición de datos a un puerto USB de la computadora.
4. Abrir el software de CABRA.

2.3. Configuración de la placa de adquisición de datos

El primer paso para la configuración de la placa de adquisición es la correcta colocación de los electrodos. Como se muestra en la Figura 1, los electrodos deben colocarse en la cabeza del paciente de la siguiente manera:

- Electrodo de activo (V_{in}^+): en la frente del paciente.
- Electrodo de tierra (V_{in}^-): en la apófisis mastoides ipsilateral del paciente.
- Electrodo de referencia (neutro): en la apófisis mastoides contralateral del paciente.

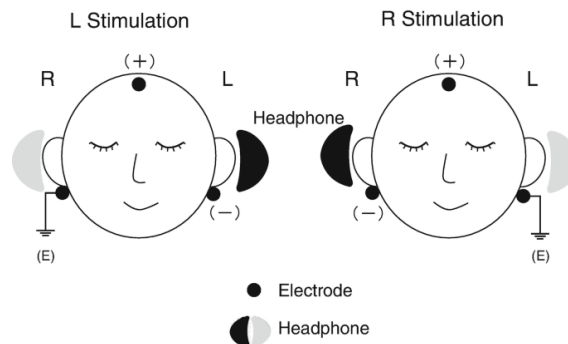


Figura 1: Colocación de los electrodos en la cabeza del paciente, para mediciones de ABR en oído izquierdo (L) o derecho (R).

Luego, encastrar el pin metálico de los electrodos a la ficha hembra de los cables de adquisición. Finalmente, conectar los cables de adquisición a la placa de adquisición de datos, mediante la entrada auxiliar. *Observación:* Para evaluar un oído luego de haber evaluado el contralateral, no desconectar los electrodos ya colocados. Simplemente, desencastar los electrodos de la ficha hembra de los cables de adquisición y conectar los electrodos del otro oído.

2.4. Configuración de los auriculares

Los auriculares, sean de conducción ósea o aérea, deben ir conectados a la computadora. Es vital que se setee el volumen al máximo para realizar las pruebas. Evitar confusiones de lado para los auriculares, verificando que el canal izquierdo se conecte al oído izquierdo y viceversa.

3. Uso de la interfaz gráfica]

La interfaz gráfica de usuario (GUI) es la parte del programa que interactúa con el usuario. Al ejecutar el programa, se abre una ventana que permite al usuario interactuar con el sistema CABRA. La GUI se divide en cuatro secciones principales:

- La barra de tareas, que permite configurar la conexión con el audímetro y especificar parámetros del estímulo.
- El panel de control, que permite al usuario configurar los parámetros de la audiometría.
- El panel de resultados, que muestra los resultados de la audiometría.
- La etiqueta de estado, que muestra el estado actual del sistema.

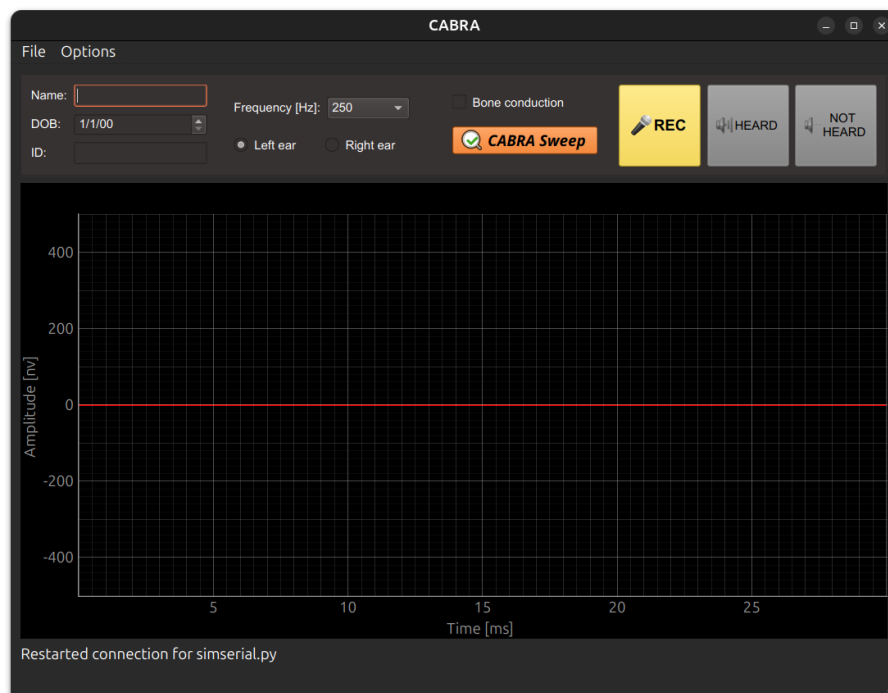


Figura 2: Interfaz gráfica de usuario de CABRA

Durante todo momento, se debe prestar particular atención a la etiqueta de estado, ya que informa al usuario sobre el estado actual del sistema y sobre los próximos pasos a seguir.

3.1. Verificación de la conexión con CABRA

Al inicializar el programa, debería visualizarse en la etiqueta de estado el mensaje *Connection established*. Caso contrario, se abrirá una ventana emergente que indicando el error.

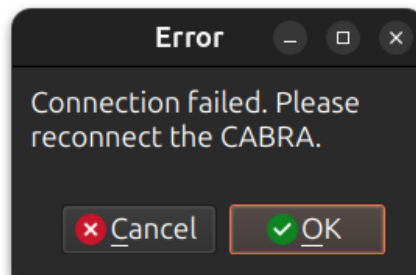


Figura 3: Ventana emergente de error

En caso de que se presente un error, se debe verificar que el audímetro esté conectado al puerto USB de la computadora. Luego, indicar .OK en la ventana emergente para cerrarla y volver a intentar la conexión.

Observación: si se selecciona la opción Cancel”, la ventana emergente se cerrará, y el programa pasará automáticamente a funcionar en modo de simulación. La sección 3.4 describe el modo de simulación en detalle.

3.2. Realización del estudio de audiometría

Para realizar la audiometría, se deben configurar algunos parámetros de la prueba. Estos parámetros se dividen en dos secciones: la información personal del paciente (nombre, fecha de nacimiento, ID) y la configuración de la audiometría (selección de oído, selección de frecuencia, método de conducción). Luego, existen dos maneras de llevar a cabo el estudio: forma manual y forma automática. A continuación, se describen ambas formas.

3.2.1. Forma manual

La metodología manual de la audiometría consiste en seleccionar manualmente cada frecuencia y cada oído, indicando el método de conducción utilizado. Luego de haber configurado los parámetros, se debe presionar el botón REC” para comenzar la prueba. Al oprimir este botón, el programa reproducirá un estímulo auditivo según la configuración seleccionada, a una amplitud inicial de 0 [dBHL]. Al finalizar el estímulo, se visualizará en pantalla el potencial evocado obtenido, junto con la onda V detectada. Entonces, se activarán los botones de ”HEARD” y ”NOT HEARD”, para que el usuario indique si el paciente escuchó o no el estímulo. Prestando atención a la etiqueta de estado, notará que el sistema le indicará una sugerencia de diagnóstico: mediante un algoritmo de análisis de señales, CABRA le indicará si la onda visualizada indica o no percepción sonora. El usuario no está obligado a seguir esta sugerencia, pero se recomienda hacerlo en casos de duda.

Al indicar si el sonido fue perceptible o no, mediante los ya mencionados botones de ”HEARD” y ”NOT HEARD”, CABRA automáticamente generará un nuevo estímulo auditivo, con una amplitud mayor o menor, según corresponda. Este proceso se repetirá hasta que se encuentra, automáticamente, el umbral auditivo del paciente. En ese momento, se visualizará en pantalla en la etiqueta de estado el valor de dicho umbral. Este valor quedará almacenado internamente, y se utilizará más adelante para visualizar el audiograma.

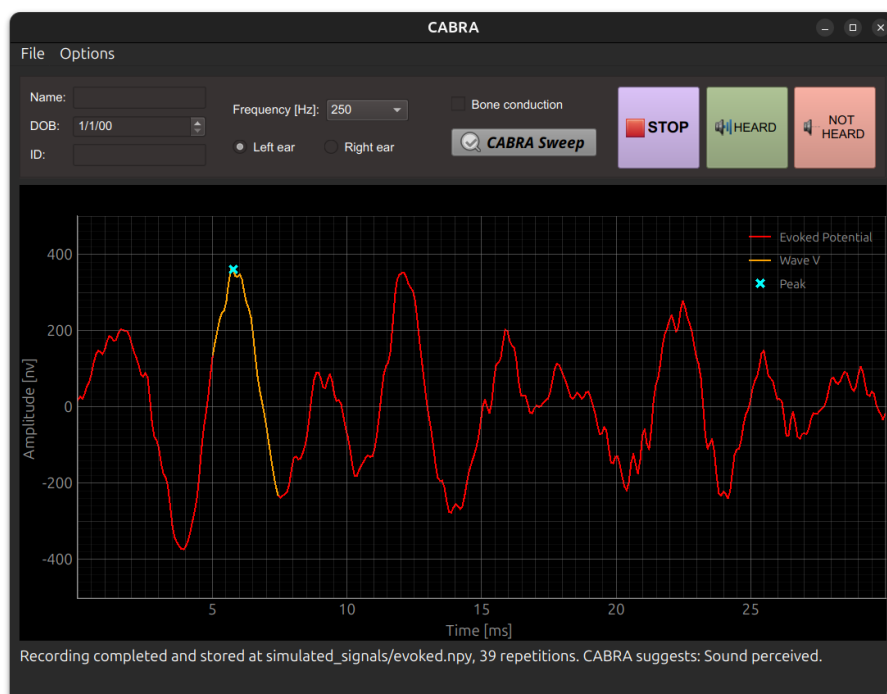


Figura 4: Interfaz gráfica de usuario de CABRA durante la realización de una audiometría

Para continuar con el estudio, se debe realizar un barrido completo de todas las frecuencias y ambos oídos. Al finalizar, se visualizará en pantalla el audiograma del paciente, y se almacenará en un archivo.

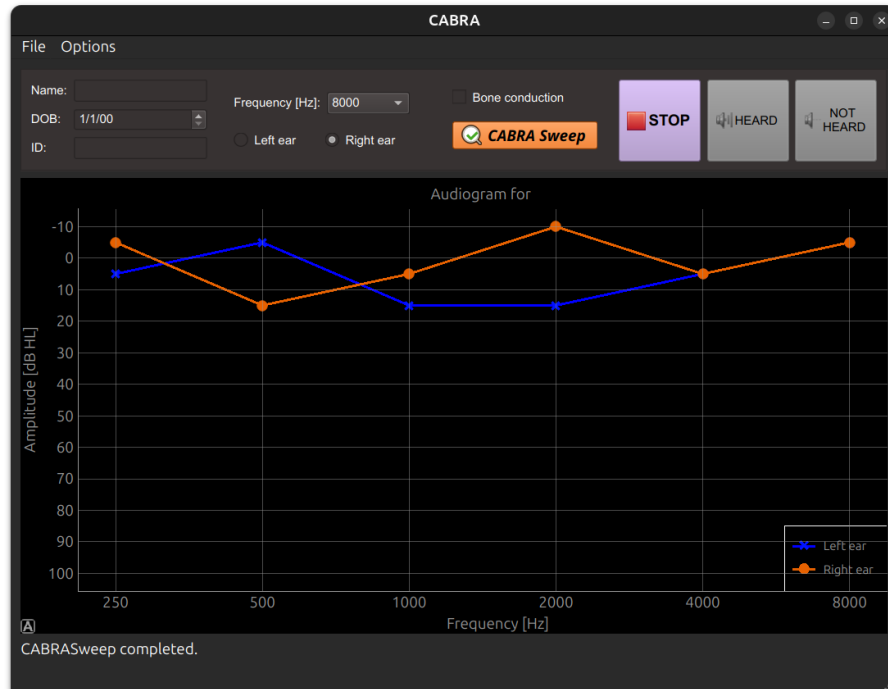


Figura 5: Interfaz gráfica de usuario de CABRA al finalizar una audiometría

3.2.2. Forma automática (CABRASweep)

Realizar un barrido manual de todo el rango de frecuencias para ambos oídos puede ser tedioso y llevar mucho tiempo. Además, es posible que el usuario cometa errores al seleccionar los parámetros, como ignorar una prueba o evaluar dos veces las mismas condiciones. Para evitar esto, CABRA cuenta con el botón *CABRASweep*, que permite realizar un barrido automático de todas las frecuencias y ambos oídos. Al presionar este botón, el programa realizará automáticamente todas las pruebas, avanzando de frecuencia en frecuencia. El usuario, por su parte, sólo deberá indicar si el paciente escuchó o no cada estímulo, de la misma manera que se describió en la sección anterior 3.2.1. Al finalizar, se visualizará en pantalla el audiograma del paciente, y se almacenará en un archivo.

3.3. Ajuste de parámetros avanzados

Los estímulos generados por CABRA son de la forma *tone bursts*, que consisten en una onda senoidal de frecuencia fija, con una duración de duración predeterminada, seguido de silencio. Este estímulo se repite varias veces, y se promedian los resultados de cada medición para obtener un potencial evocado. Por lo tanto, el estímulo generado se caracteriza por su frecuencia, duración del tono, duración del silencio, y número de repeticiones.

A priori, desde el panel de control, sólo se puede elegir la frecuencia del sonido, y se toma por default una duración del tono de 10 [ms], una duración total del ciclo de 30 [ms] (es decir: 10 [ms] de tono y 20 [ms] de silencio), y 500 repeticiones. Los valores de duración del tono y del ciclo, así como el número de repeticiones, se pueden modificar mediante la barra de herramientas, seleccionando *Options* luego *Tone burst setup*. Esto abrirá una ventana emergente que permite modificar estos parámetros.

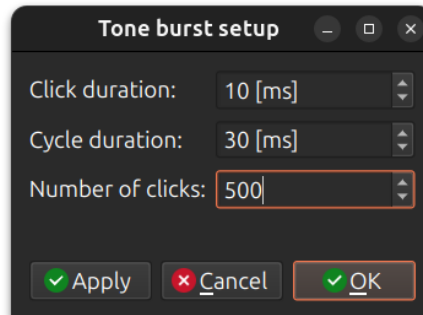


Figura 6: Ventana emergente de configuración de los parámetros del tono

3.4. Simulación

Para facilitar la utilización del programa, CABRA cuenta con un modo de simulación. Este modo permite al usuario familiarizarse con la interfaz gráfica y con los procedimientos de la audiometría, sin la necesidad de contar con un audiometro conectado ni con un paciente. Para activarlo, desde la barra de herramientas, seleccionar ".ptions", luego entrar al menú "Mode..." seleccionar "Simulator". Para volver al modo original, seleccionar desde el mismo menú la opción "CABRA [default]".

4. Archivos

El sistema CABRA almacena los resultados de las audiometrías en archivos binarios, además de guardar las audiometrías. Los potenciales evocados se guardan en la carpeta *saved_data*, nombrados según el siguiente formato:

frecuencia.ID.fecha_hora.npz

Con respecto a los audiogramas, estos se guardarán en la carpeta *saved_audiometries*, con el formato

ID.fecha_hora.png

5. Conclusión

Para cualquier consulta con respecto a la operación del sistema CABRA, no dude en contactar a los desarrolladores:

- **Lucas Franzi** - lfranzi@itba.edu.ar
- **Gonzalo Grau** - ggrau@itba.edu.ar
- **Josué Laszeski** - jlaszkeski@itba.edu.ar