

NEUROCIENCIAS APLICADAS A LA SALUD, DEPORTE, EDUCACIÓN Y LOS NEGOCIOS



PONENTES DÍA 28/02/2026

A CONTINUACIÓN:

**El ABC de la Neuroterapia,
protocolos con una orientación a
la redes neuronales. Baremos del
cerebro normal, objetivo mapeo
cerebral**

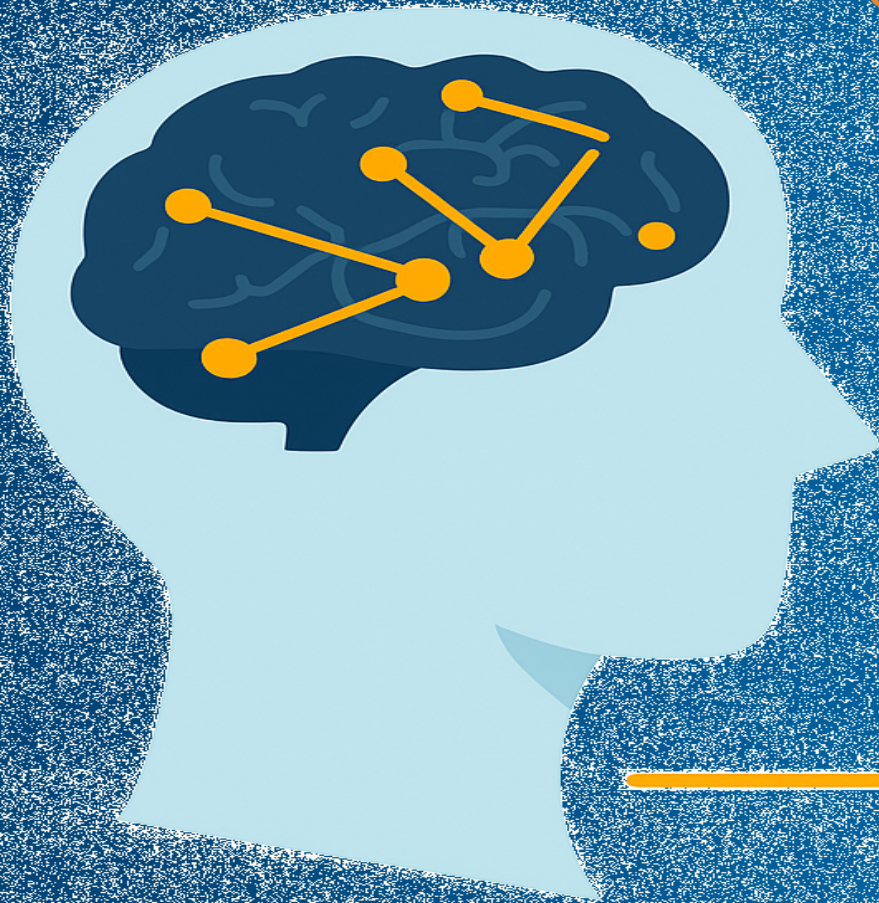


Dr. Alberto Apicella



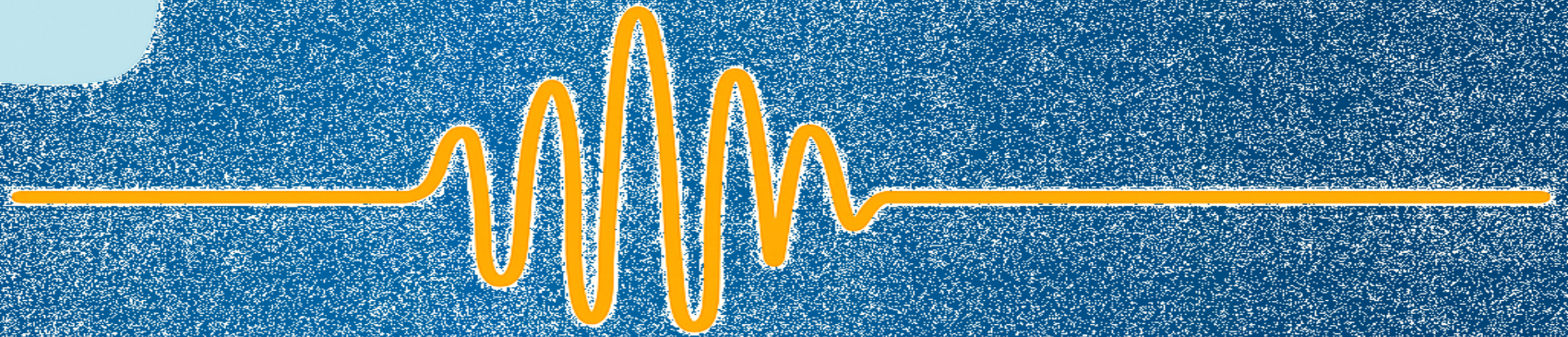
@neurofeedback.pro

Neurofeedback.pro



NeuroTerapia

son técnicas que entrenan el sistema nervioso para mejorar funciones cognitivas, emocionales y físicas.

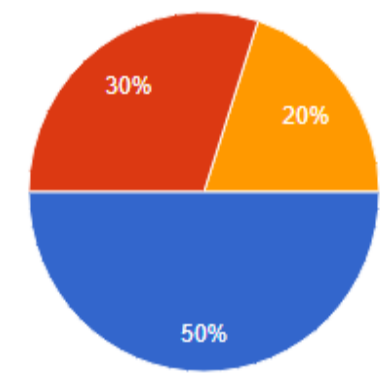




1. ¿Considera que el término correcto para esta disciplina es?

20 respuestas

Copiar gráfico



Neuroterapia

Neuroterapias

Es indistinto los dos definen la disciplina

Puede describirnos con sus palabras ¿qué es/son Neuroterapia/s para usted?

20 respuestas

La Neuroterapia es un conjunto de intervenciones clínicas orientadas a regular y optimizar el funcionamiento del sistema nervioso, especialmente del cerebro, con el objetivo de mejorar la salud mental, emocional y conductual.

Se basa en el principio de la neuroplasticidad, es decir, la capacidad del cerebro para reorganizarse y modificar sus patrones de actividad a lo largo de la vida.

Creo que en singular se refiere más bien a la disciplina de la nueroterapia, si lo utilizamos en plural ampliamos el campo de procedimientos aplicables, que es justamente nuestro caso ya que la mayoría de los colegas utilizamos varias herramientas y si consideramos las herramientas y métodos que usamos todos vemos que existe una inmenso horizonte de procedimientos, dispositivos, métodos, por lo que me quedaría con neuroterapias

Son un conjunto de técnicas terapéuticas que buscan regular y optimizar la actividad cerebral mediante el entrenamiento del cerebro, a menudo a través de neurofeedback.

Es una forma no invasiva y sin medicamentos que utiliza tecnología para medir y entrenar la actividad eléctrica cerebral en tiempo real

"ABC" técnico de la Neurotecnología

"ABC" técnico de la Neurotecnología

1. Canales de equipos En neurofeedback, un canal es la unidad de medición completa. Un canal requiere tres puntos de contacto (Activo, Referencia y Tierra) para poder captar la diferencia de potencial eléctrico en un punto específico del cuero cabelludo. Fuente: Collura, T. F. (2014). Technical Foundations of Neurofeedback.



"ABC" técnico de la Neurotecnología

2. El Polo Positivo (Electrodo Activo)

Es el electrodo que colocamos sobre la zona que queremos entrenar (según el Sistema 10-20). Es el sensor que "escucha" la actividad cerebral de interés.

Fuente: *Demos, J. N. (2005). Getting Started with Neurofeedback.*

3. El Polo Negativo (Referencia)

No mide "nada" por sí mismo, sino que sirve para comparar. El equipo resta la señal de la referencia de la señal del polo positivo para eliminar el ruido común. Se suele colocar en la oreja o mastoides.

4. La Tierra (Ground)

Es el desagüe eléctrico. Su función es absorber el ruido estático y las interferencias de la red eléctrica (50/60 Hz) para que no ensucien la señal. Protege la pureza del registro.

Fuente: *Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement.*

¿Qué pasaría si colocamos la tierra en la zona promedio del cerebro?

"ABC" técnico de la Neurotecnología

5. La Señal Pura

Es el resultado de restar la Referencia al Polo Positivo (y filtrar la Tierra). Es el EEG real, limpio y libre de ruidos ambientales, listo para ser procesado por el software.

Fuente: Nuwer, M. (1988). *Quantitative EEG*.

6. La Transformada de Fourier (FFT)

Es la fórmula matemática que descompone la señal cruda (que parece un garabato) en sus frecuencias individuales (Delta, Theta, Alfa...). Es como separar los ingredientes de un pastel después de horneado.

Fuente: Cooley, J. W., & Tukey, J. W. (1965). *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*.

7. Amplitudes

Es el "volumen" de las ondas cerebrales, medido en microvoltios (mV). Una amplitud alta en una frecuencia significa que muchas neuronas están disparando juntas en ese ritmo.

Fuente: Budzynski, T. H. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*.

La Escala Eléctrica

Para pasar de una unidad a la siguiente, multiplicamos o dividimos por **1,000**.

1 Voltio (V): Es la unidad base. (Ejemplo: Una pila AA tiene 1.5 V).

1 Milivoltio (mV): Es la milésima parte de un voltio (1/1,000).

1 Microvoltio (uV): Es la milésima parte de un milivoltio (1/1,000,000 de un voltio).

"ABC" técnico de la Neurotecnología

8. El Espacio y El Tiempo

En EEG, el **Espacio** se refiere a *dónde* ocurre la actividad (ubicación de los electrodos), mientras que el **Tiempo** se refiere a *cuándo* y a qué velocidad ocurre (frecuencia y latencia).

Fuente: Kaiser, D. A. (2000). *Basic Principles of Quantitative EEG*.

9. Frecuencias Cerebrales

Son los diferentes "idiomas" en los que habla el cerebro:

Delta (1-4 Hz): Sueño profundo, reparación.

Theta (4-8 Hz): Creatividad, ensueño.

Alfa (8-12 Hz): Relajación consciente, "puente" mental. (Alfa lento: fatiga; Alfa rápido: alerta relajada).

Beta (13-30 Hz): Procesamiento cognitivo. (Low Beta/SMR: atención; Beta 2/3: pensamiento intenso; High Beta: ansiedad/estrés).

Gamma (30+ Hz): Integración sensorial, estados de "insight".

Fuente: Walker, J. E. (2007). *Recent advances in QEEG and neurofeedback*.

10. Los Montajes

Es la configuración de cómo conectamos los electrodos. Determinan qué perspectiva del cerebro estamos viendo.

Montaje Monopolar: Se compara un sitio activo contra una referencia neutra (ej. oreja). Ideal para ver la amplitud real.

Montaje Bipolar (Secuencial): Se compara un sitio activo contra otro sitio activo. Ideal para ver la diferencia local y entrenar la comunicación o gradientes.

Fuente: Tyner, F. S. (1989). *Fundamentals of EEG Technology*.

"ABC" técnico de la Neurotecnología

11. Línea Base (Baseline)

Es la medición inicial del cliente en reposo (ojos abiertos/cerrados y tarea). Sirve como punto de comparación para saber si el entrenamiento está surtiendo efecto.

Fuente: *Hammond, D. C. (2011). What is Neurofeedback?*

¿Puede la tarea tener un valor clínico, metafórico, motivacional?

12. El uso de Tierra como Línea Base (Error común o línea de investigación)

Nota de corrección: En la práctica clínica, usar el electrodo de Tierra como Referencia es un error técnico. La tierra tiene demasiado ruido eléctrico. La línea base debe obtenerse de un montaje referencial limpio para ser válida.

Fuente: *Pivik, R. T., et al. (1993). Guidelines for the recording and quantitative analysis of electroencephalographic activity.*

¿Pero si la consciencia fuese el ruido de fondo?

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal

1. La Impedancia

En el mundo del neurofeedback, la **impedancia** es la oposición total al flujo de la corriente alterna. Se mide para saber qué tan buena es la conexión entre el electrodo y el cuero cabelludo.

En la práctica: Una impedancia alta (por encima de 10 Ohm ó 20 Ohm, según el equipo) significa que hay "muchas basuras" (piel seca, grasa, cabello) bloqueando la señal. **Bajar la impedancia es la regla de oro para un buen mapeo.**

Fuente: Collura, T. F. (2014). *Technical Foundations of Neurofeedback*.

2. El Ohm

Es la unidad de medida de la **resistencia eléctrica** (y de la impedancia). Un Ohm mide cuánto se "resiste" un material a que pase la electricidad por él.

En la práctica: Usamos pasta abrasiva para limpiar la piel y bajar los Ohms. Menos Ohms = señal más clara y fiel de la neurona.

Fuente: Ohm's Law in Bio-potential measurements, Webster, J. G. (2009).

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal

3. El Offset (DC Offset)

Es la diferencia de potencial constante (corriente continua) entre dos electrodos. Se produce por reacciones químicas entre el metal del sensor y el gel conductor.

En la práctica: Un Offset muy alto "mueve" la señal de EEG fuera de la pantalla (la saca de rango) y puede indicar que los metales de los electrodos son diferentes o están sucios.

Fuente: Kaiser, D. A. (2006). *Basic principles of quantitative EEG*.

4. Los Filtros

Son herramientas matemáticas o físicas que dejan pasar ciertas frecuencias y bloquean otras. Son como "coladores" para la señal eléctrica.

En la práctica: Se usan para limpiar la señal de frecuencias que no nos interesan (como el ruido de los músculos o la red eléctrica).

Fuente: Cook, I. A. (2002). *Digital filtering in EEG*.

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal

5. Filtro Pasa Bajo (Low Pass)

Este filtro **deja pasar las frecuencias bajas** y bloquea (atenúa) las altas.

En la práctica: Se usa para eliminar el ruido de los músculos (EMG) o interferencias de radio que son frecuencias muy rápidas. Si pones un "Low Pass" de 40 Hz, no verás nada por encima de eso.

Fuente: *Smith, S. W. (1997). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.*

6. Filtro Pasa Alto (High Pass)

Este filtro **deja pasar las frecuencias altas** y bloquea las bajas.

En la práctica: Es fundamental para eliminar el "desplazamiento de línea base" (esos movimientos lentos de la señal causados por la respiración o el sudor).

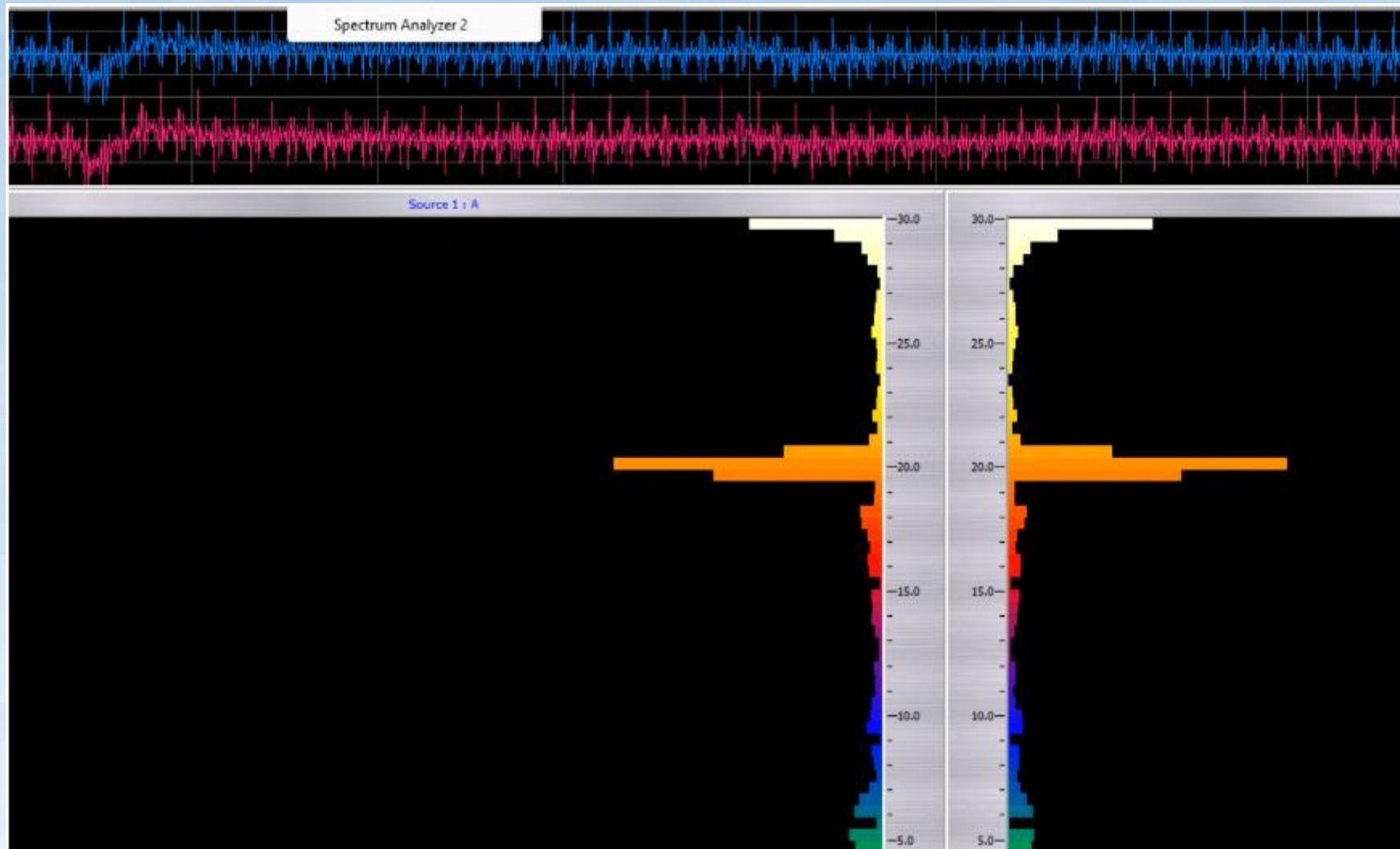
Fuente: *Tyner, F. S. (1989). Fundamentals of EEG Technology.*

7. Artefactos por Sistema Eléctrico o Ambiente

Son ruidos captados por los cables que vienen de los enchufes de la pared, luces fluorescentes o transformadores cercanos. En la mayoría de los países, este ruido vibra a **50 Hz o 60 Hz**.

En la práctica: Se ven como una "pared" de ruido constante y muy rítmica en el análisis de frecuencias. Usamos un filtro llamado **Notch Filter** para "morder" y quitar exactamente esa frecuencia.

Fuente: *Thompson, M., & Thompson, L. (2003). The Neurofeedback Book.*



"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal

1. Filtros FIR (Finite Impulse Response)

Son filtros digitales que procesan la señal en un tiempo determinado (finito). Su gran ventaja en el mundo práctico es la **estabilidad** y que no distorsionan la fase de la señal (la posición en el tiempo de la onda).

En la práctica: Son ideales cuando necesitas mucha precisión y no te importa un pequeño retraso (latencia) en el procesamiento. Son "limpios" pero consumen más recursos del procesador.

Fuente: *Smith, S. W. (1997). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.*

2. Filtros Chebyshev (Chebychev)

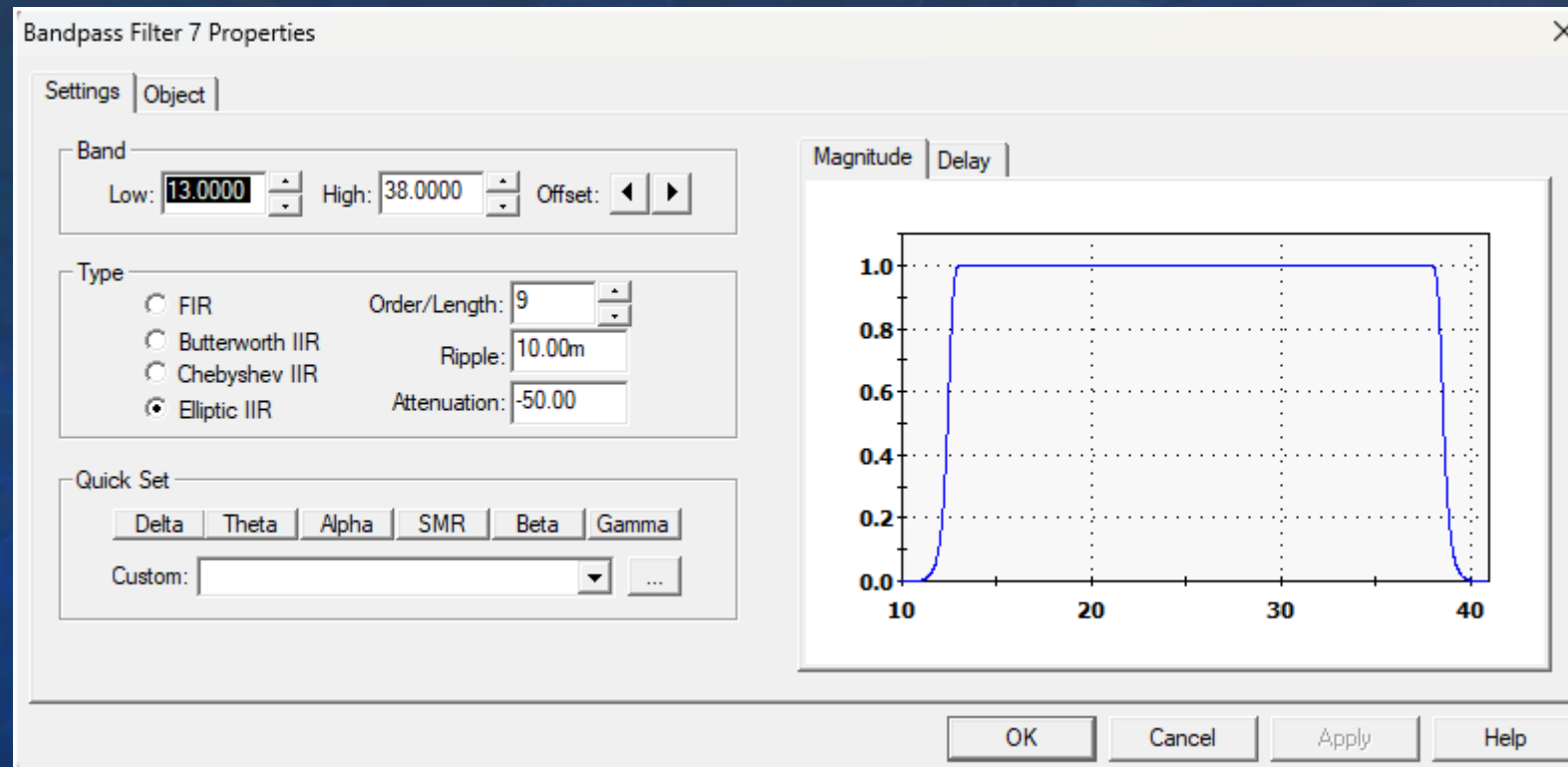
Es un tipo de filtro **IIR** (Infinite Impulse Response). Son famosos porque tienen una caída muy "abrupta" o vertical. Son excelentes para separar frecuencias que están muy pegadas.

En la práctica: En BioExplorer, se usan cuando quieres bloquear *drásticamente* lo que está fuera de tu banda (ej. quieres entrenar a 12 Hz y nada más que a 12 Hz). La desventaja es que pueden introducir un poco de "rizado" o pequeñas distorsiones en la amplitud.

Fuente: *Lutovac, M. D. (2001). Filter Design for Signal Processing using MATLAB and Mathematica.*

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal



"ABC" técnico de la Neurotecnología

3. Filtros Butterworth

Es el filtro más equilibrado y el más usado por defecto en Neurofeedback. Se le llama el filtro de **"respuesta plana"**.

En la práctica: No distorsiona la amplitud de las frecuencias que deja pasar. Es suave y predecible. Si no estás seguro de cuál usar en BioExplorer, el Butterworth es casi siempre la opción segura.

Fuente: *Butterworth, S. (1930). On the Theory of Filter Amplifiers.*

4. Filtro Notch (Filtro de Muesca)

Es un filtro especializado diseñado para eliminar una **única frecuencia muy específica** (generalmente 50 Hz o 60 Hz).

En la práctica: Es tu mejor amigo para quitar el ruido del enchufe de la pared sin afectar casi nada del resto de tu EEG. Es como un "francotirador" que solo elimina un punto.

Fuente: *Thompson, M., & Thompson, L. (2003). The Neurofeedback Book.*

5. Elliptic (Elíptico)

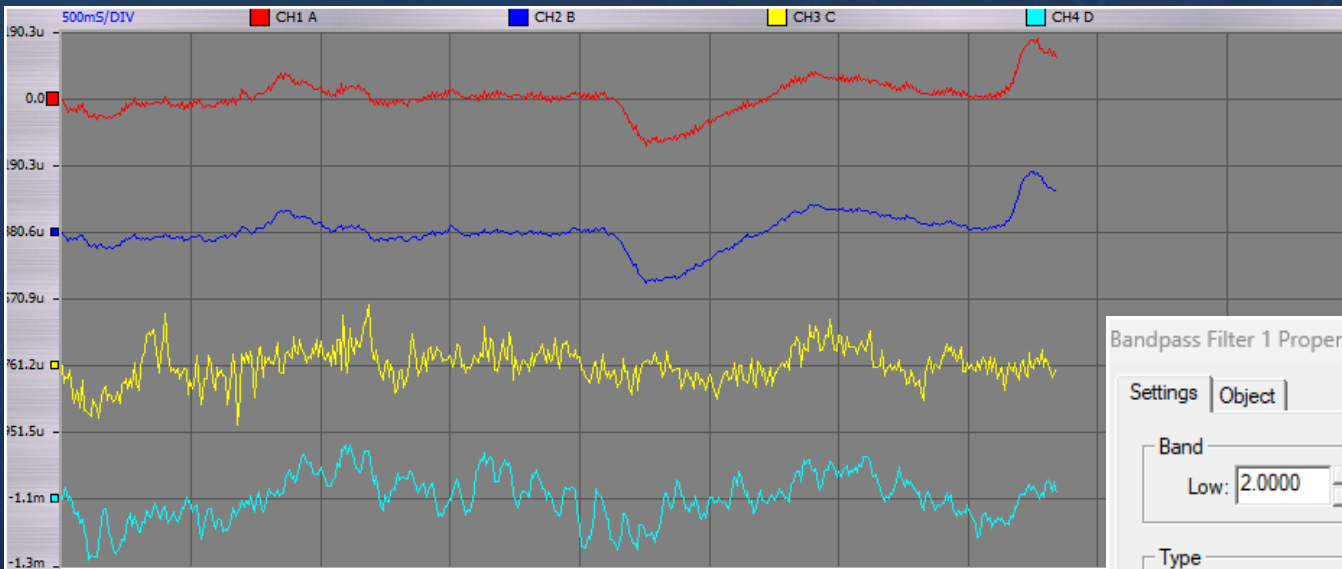
Es el "hermano radical" del Chebyshev. Tiene la caída más rápida de todos los filtros posibles.

En la práctica: Se usa en casos extremos donde necesitas una separación casi quirúrgica entre bandas. Sin embargo, es el que más "ensucia" la fase de la señal, por lo que se usa con precaución en clínica.

Fuente: *Paarmann, L. D. (2001). Design and Analysis of Analog Filters.*

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Los Guardianes de la calidad de la señal



Bandpass Filter 1 Properties

Settings | Object

Band

Low: 2.0000

High: 4.0000

Offset: < >

Type

- ☐ FIR
- ☐ Butterworth IIR
- ☐ Chebyshev IIR
- ☒ Elliptic IIR

Order/Length: 10

Ripple: 10.00m

Attenuation: -50.00

Quick Set

Delta Theta Alpha SMR Beta Gamma

Custom: [dropdown] [button]

Magnitude | Delay

1.0

0.8

0.6

0.4

0.2

0.0

0

1

2

3

4

5

6

7

OK

Cancel

Apply

Help

"ABC" técnico de la Neurotecnología

1. Filtro Pasa Banda (Band Pass Filter)

Es un filtro que combina un *Pasa Alto* y un *Pasa Bajo*. Su función es dejar pasar únicamente un "rango" o ventana de frecuencias específica, bloqueando todo lo que sea más lento o más rápido que ese rango.

En la práctica: Es lo que usamos para aislar un ritmo cerebral específico. Si quieres entrenar **SMR (12-15 Hz)**, aplicas un filtro pasa banda que bloquee todo lo inferior a 12 Hz y todo lo superior a 15 Hz. Es como sintonizar una radio para escuchar solo una estación.

Fuente: Collura, T. F. (2014). *Technical Foundations of Neurofeedback*.

2. Threshold (Umbral)

Es el nivel de amplitud (en microvoltios, μV) que establecemos como meta para el cliente. Es la "línea a batir".

En la práctica: * Si queremos **aumentar** una onda (ej. SMR), el cliente recibe un premio (música o video) cuando su amplitud está *por encima* del threshold.

Si queremos **inhibir** una onda (ej. Theta excesivo), el premio ocurre cuando la amplitud está *por debajo* del threshold.

En BioExplorer, el threshold puede ser fijo o **automático** (se adapta al rendimiento del sujeto en tiempo real).

Fuente: Budzynski, T. H., et al. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*.

"ABC" técnico de la Neurotecnología

1. Protocolos de Neurofeedback Protocolo Alfa-Theta

Se realiza generalmente con ojos cerrados y busca un estado de hipnagogia (limbo entre vigilia y sueño). El objetivo es que el ritmo Theta alcance o supere al Alfa (el famoso *crossover*).

Uso práctico: Trauma (TEPT), adicciones y creatividad profunda.

El **Crossover** (cruce) es el momento cumbre y el indicador de éxito en el protocolo de **Alfa-Theta**. Es un fenómeno donde las tendencias de las amplitudes de estas dos ondas se invierten.

El fenómeno del Crossover

En un estado de relajación normal con ojos cerrados, la amplitud de **Alfa** suele ser dominante (está por encima de Theta). A medida que el sujeto se sumerge en una relajación profunda o estado de hipnagogia, la amplitud de Alfa empieza a descender y la de **Theta** empieza a subir.

Definición: El crossover ocurre en el preciso instante en que la línea de **Theta cruza por encima** de la línea de **Alfa** en la gráfica de tendencias.

Significado Práctico: Representa el paso de la "relajación consciente" (Alfa) al "estado de ensueño o inconsciente" (Theta). Es el portal donde se accede a memorias profundas, visualizaciones vívidas y donde ocurre el procesamiento de traumas en el protocolo de Peniston-Kulkosky.

En el Software (BioExplorer/otros): Se suele programar un sonido específico (como el sonido de un arroyo o una campana suave) que solo se activa cuando Theta es mayor que Alfa, para informar al cerebro que ha alcanzado ese estado profundo.

Perspectiva Científica

"El cruce de las amplitudes de Alfa y Theta es el marcador electrofisiológico de la entrada en un estado de consciencia alterada donde la resistencia del ego disminuye, permitiendo la integración de material emocional reprimido."

Fuente: Peniston, E. G., & Kulkosky, P. J. (1991). *Alpha-theta brainwave training and magnesium levels in alcoholics*.

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Protocolo para Asimetría

Suele entrenarse en los lóbulos frontales (F3 y F4). El objetivo es que el lado izquierdo (F3) sea más activo (más Beta/menos Alfa) que el derecho para mejorar el estado de ánimo.

Valores de normalidad: El lóbulo frontal izquierdo debe tener menos Alfa que el derecho. Una asimetría positiva hacia la izquierda se asocia con resiliencia.

Fuente: Baehr, E., et al. (1997).

Protocolo de Coherencia

No entrena la amplitud, sino la conexión. Busca normalizar la comunicación entre dos áreas (hiper-coherencia = cerebro rígido; hipo-coherencia = falta de integración).

Valores de normalidad: Varían según la edad y el sitio (visto en bases de datos QEEG).

Fuente: Thatcher, R. W. (2012).

Protocolo para TDAH

Suele enfocarse en reducir la "Razón Theta/Beta". Se busca bajar el Theta (distracción) y subir el SMR o Beta 1 (atención focalizada) en el vértice (Cz).

Valores de normalidad: Una razón Theta/Beta mayor a 3:1 en niños o 2:1 en adultos suele indicar déficit de atención.

Fuente: Monastra, V. J., et al. (2005).

2. Protocolos de Biofeedback y Valores de Normalidad

"ABC" técnico de la Neurotecnología

Técnica	Qué mide	Valores de Normalidad (Reposo)
HRV (Variabilidad Cardíaca)	Variación del tiempo entre latidos.	Alto es mejor. Indica resiliencia del Sist. Nervioso.
Respiración	Ciclos por minuto.	6 a 10 respiraciones por minuto (ritmo coherente).
EMG (Electromiografía)	Tensión muscular (μV).	Menos de 2.0 μV en frente o trapecios.
GSR / EDA (Conductancia)	Estrés/Sudoración (μS).	1 a 5 μS (muy variable, se busca tendencia a la baja).
TEMP (Temperatura)	Flujo sanguíneo periférico.	33°C - 35°C (92°F - 95°F) en la punta de los dedos.



Neurobiofeedback

Todo está en tu mente.

📌 **NeuroTerapia Aplicada:** La Neuroterapia es un conjunto de técnicas que entrenan el sistema nervioso para mejorar funciones cognitivas, emocionales y físicas mediante la medición y retroalimentación de señales neurofisiológicas.

1. Componentes esenciales

BCI/BioCI: Interfaces cerebro-computadora (Brain Computer Interface) y cuerpo-computadora (Body Computer Interface).

Neurofeedback	Sistema nervioso central (SNC)	Regulación emocional, atención, rendimiento
Biofeedback	Sistema nervioso autónomo y periférico	Estimulación vagal, control muscular, estrés

Software especializado: Para recepción de señales, programación de protocolos y ejecución de sesiones.

NeuroDiagnóstico previo:

- Cualitativo:* Mapeo de síntomas y perfil clínico.
- Cuantitativo:* Mapeo QEEG (electroencefalograma cuantitativo).

Las reglas del Neurofeedback

El cerebro sano

Tabla orientativa de amplitud y voltajes durante actividad cognitiva (vigilia)

Banda	Frecuencia (Hz)	Niños vigilia cognitiva (μV)	Adultos vigilia cognitiva (μV)
Delta	0.5–4	5–25 μV	2–15 μV
Theta	4–8	8–35 μV	4–20 μV
Alfa	8 a 10 – 10 a 12	4–18 μV	8–40 μV
Beta (se divide en 3)	12 a 15Hz – 16 a 20Hz Beta 21-35 Highbeta	4–12 μV	6–18 μV
Gamma	>36	1–8 μV	1–10 μV

Notas clave

Estos rangos son orientativos y reflejan patrones típicos durante tareas cognitivas (atención sostenida, procesamiento de memoria, resolución de problemas).

En actividad cognitiva suele observarse: aumento relativo de beta y gamma focales; reducción/“desinhibición” de alfa en zonas activadas; y presencia variable de theta relacionada con control ejecutivo y memoria de trabajo.

Valores dependen fuertemente de montaje de electrodos, referencia, filtros, estado del sujeto, edad y protocolo de tarea.

La actividad cerebral

- Medimos la actividad eléctrica del cerebro en ondas y las ondas se miden en frecuencia.
- A mayor frecuencia, mayor actividad.



TIPOS Y FRECUENCIAS DE RITMOS CEREBRALES



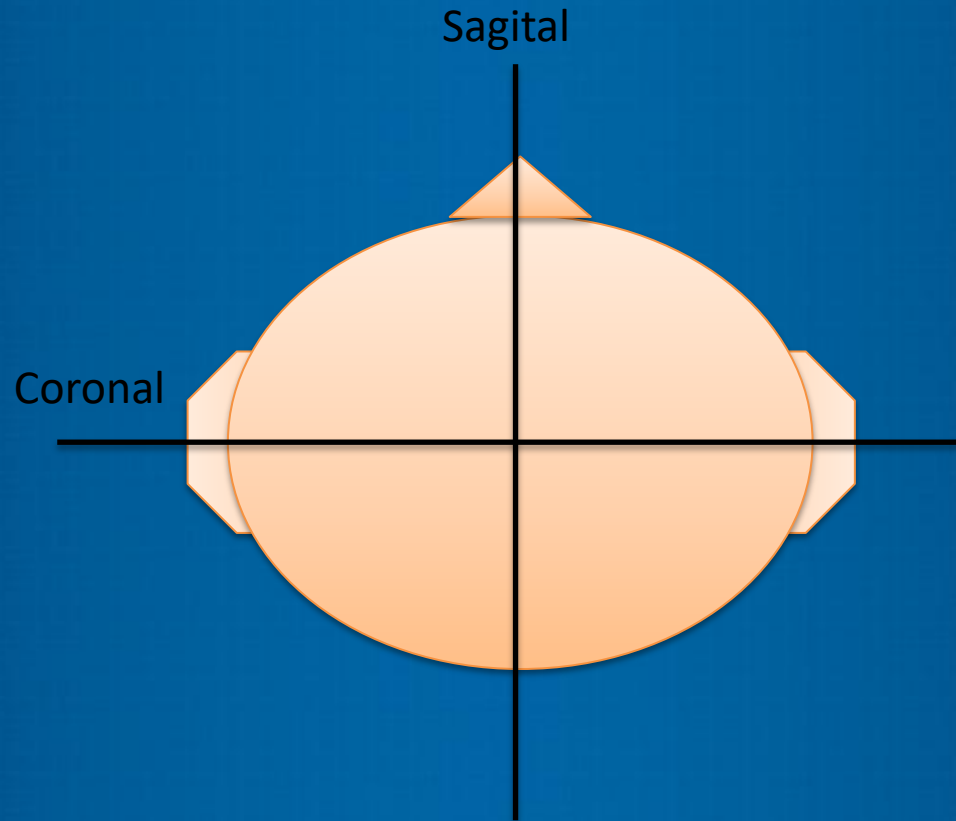
Cómo se presenta la actividad cerebral en un cerebro sano.

Izquierdo Frontal

- La zona del cerebro donde la actividad cerebral es más rápida
- Encontramos normales hasta frecuencias beta de 16 a 20Hz

Izquierdo Posterior

- En general las zonas posteriores son 30% más lentas que las zonas anteriores.
- Por lo tanto en la zona posterior izquierda se espera encontrar frecuencias tipo lowbeta



Derecho Frontal

- La actividad cerebral normal es un 30% más lenta que la actividad izquierda.
- Por lo tanto es normal encontrar hasta frecuencias low beta.

Derecho Posterior

- Es el mismo criterio de las zonas posteriores un 30% más lenta que las anteriores.
- En las zonas temporales y posteriores podemos trabajar las ondas theta para generar mayor calma física.

Cómo se presenta la actividad cerebral en un cerebro sano.

Alta Sincronización y Coherencia

- Las frecuencias de alta sincronización y coherencia son aquellas que se producen en las estructuras mediales del cerebro como los núcleos del tálamo.
- Muestran alta sincronización las ondas theta, alfa y gama.



Baja Sincronización y Coherencia

- Las frecuencias que no deberían sincronizarse son las que se producen en la corteza cerebral y responden a actividades cognitivas específicas.
- Muestran baja sincronización las frecuencias beta.

Las reglas del Neurofeedback

Algunas condiciones

Cómo entrenar y Dónde entrenar

- Indicadores de Arousal —————> Refuerza la frecuencia apropiada
- Inestabilidad —————> Síntomas Paroxísticos necesitan estabilización inter hemisférica
- Desinhibición —————> Perdida de Control necesita reforzar la calma y el control prefrontal
- Disfunciones Localizadas —————> Ubicación de electrodos
- Miedos y Hábitos Aprendidos —————> Alpha - Theta

Repasando las Categorías Básicas

- Los indicadores de Arousal nos ayudan a entender la actividad nerviosa del sistema que puede estar alterada en exceso de velocidad (hipomanía, manía, ansiedad, estrés, hiperactividad, etc.) o disminuida (depresión, dístimia, esquizofrenia, melancolía, déficit de atención, etc.) – así sea para aumentar o disminuir la frecuencia a reforzar o inhibir con el efectivo de aumentar el confort y efectividad óptima de la sesión. La regla general es regular el organismo dependiendo del nivel de excitación cerebral o Arousal del paciente, un paciente ansioso es síntoma de alto Arousal, un paciente deprimido todo lo contrario.
- Las desregularizaciones se produce cuando se invierte la actividad de las frecuencias cerebrales entre el izquierdo y el derecho o entre posterior y anterior.
- Las desestabilizaciones resultan en síntomas que aumentan paroxísticamente, como las migrañas o convulsiones, y requieren estabilización con entrenamiento en T3-T4.
- Las desinhibiciones resultan en inmadurez o comportamientos primitivos que son disparados por la insuficiente actividad inhibitoria del lóbulo prefrontal y exacerbados por la agitación en aumento. Se recomienda calmar la actividad parietal y aumentar la actividad de control prefrontal.
- Las disfunciones localizadas son indicadas por síntomas, o por detalles conocidos de trauma cerebral o imagenología cerebral que señalan ese punto como centro de una disfunción en un circuito cerebral específico que pueden ser abordados con ubicaciones de electrodos específicas.
- Miedos y hábitos aprendidos que elicitán disfunciones sugieren la necesidad de entrenar las frecuencias de onda Alpha y Theta.

Clasificar los síntomas en estas categorías nos ayuda a entender las respuestas del cliente al entrenamiento y ayudarnos a tomar decisiones en el como ajustar el entrenamiento en el transcurso de la terapia para lograr los mejores efectos.

Cómo: Indicadores de Arousal

Bajo: Aumente la frecuencia reforzada

- Sedado, enlentecido
- Somnolencia, náuseas
- Aletargado
- Pesadez
- Tristeza, llanto
- Sensibilidad emocional
- Falta de sueño profundo
- Dificultad para despertar
- Síntomas de baja azúcar en sangre

Alto: disminuya la frecuencia reforzada

- Agitado, acelerado
- Tensión física, espasmos musculares
- Hiperactividad, impulsividad, tics, TOC.
- Palpitaciones cardíacas, taquicardia
- Ansiedad, miedo, rabia, desesperación
- Comportamiento agresivo
- Dificultad para conciliar el sueño
- Pesadillas
- Constipación

Entrenar una frecuencia alta

El primer factor importante en relación al CÓMO entrenar es la elección de la frecuencia a reforzar. ¿Qué banda de frecuencia seleccionamos para mostrarle como feedback al cerebro a través del juego, vídeo o audio? Es impresionante cuán sensible es el cerebro a la frecuencia exacta escogida, y cómo la frecuencia reforzada necesita ser definida con mucho detalle para que el entrenamiento sea óptimo para cada individuo.

Utilizamos estos indicadores de Arousal para entender los cambios en los síntomas durante el entrenamiento, ya que nos ayudan a ajustar la frecuencia que es reforzada para lograr resultados óptimos. Aumentar la frecuencia que es reforzada resulta en un Arousal aumentado. Disminuir la frecuencia que es reforzada resulta en un menor Arousal.

Si entrenamos con una frecuencia a reforzar muy alta el cerebro responde acelerando su actividad. Entrenar frecuencias muy altas resulta en un aumento de la agitación (física, emocional, mental o fisiológica). Esto suele ser estresante para el cliente y en algunas ocasiones para los que se encuentran a su alrededor. Entrenar frecuencias muy altas puede producir aumento de la tensión muscular o espasmos, hiperactividad o impulsividad, tics o síntomas obsesivo compulsivos, y en algunas ocasiones palpitaciones cardíacas o aumento de la frecuencia cardíaca. Puede presentarse agitación emocional en forma de ansiedad, miedo, rabia, desesperación o reactividad emocional. El sueño puede verse alterado con dificultad para conciliar el sueño o aumento de pesadillas.

Una actividad cerebral aumentada (Arousal) es apropiada para situaciones de emergencia, pero no como un estado mental que dure más que eso. En una emergencia necesitamos enfocarnos y responder a la emergencia. No prestamos atención a nuestras necesidades a largo plazo como atender a nuestro cuerpo o planificar el futuro. Por tanto, la constipación es un síntoma común de las personas que viven en un estado de emergencia constante y puede ser una señal de que se está entrenando una frecuencia demasiado alta.

Entrenar una frecuencia baja

Si entrenamos reforzando una frecuencia muy baja el cerebro responde disminuyendo su actividad. Esto suele ser muy incómodo para el cliente. Ser sedado puede hacer que la persona se sienta enlentecida, con náuseas, pesada, aletargada o triste. Entrenar una frecuencia muy baja puede causar sensibilidad emocional, que es diferente a la agitación cerebral producto de entrenar una frecuencia alta. Una frecuencia baja puede causar somnolencia excesiva y falta de sueño profundo. Puede causar mucha facilidad para dormir y conciliar el sueño, pero este sueño puede ser superficial y de interrupciones frecuentes con lo cual la persona no se siente descansada a la mañana siguiente, incluso después de pasar muchas horas durmiendo. Esto es diferente de despertar en la noche y tener dificultades para conciliar nuevamente el sueño, que puede estar relacionado con entrenar una frecuencia demasiado alta.

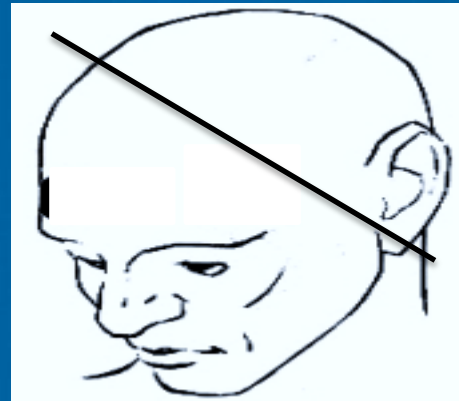
Entrenar muy bajo puede generarle a las personas con vulnerabilidad al asma dificultades para respirar profundamente, diferente a la presión de pecho que surge con el aumento de la ansiedad que puede presentarse al entrenar una frecuencia demasiado alta. Entrenar muy bajo puede causar síntomas similares a la baja cantidad de azúcar en sangre.

Los indicadores de arousal y nuestra elección de la frecuencia a reforzar son consideraciones importantes a tener en cuenta en cada uno de los Perfiles de Síntomas y durante todo el proceso de entrenamiento

Dónde Entrenar: Funciones Cerebrales Frontales y Posteriores

Frontales

- Función ejecutiva y elaboración del output
- Control y selección de los focos de la atención
- Selección e iniciador del comportamiento
- Control inhibitorio del output (autocontrol)



Posteriores

- Procesamiento del Input.
- Procesamiento sensorial e integración
- Atención secundaria del entorno, alerta.
- Consciencia corporal y espacial

Donde Entrenar: Funciones Cerebrales Izquierdas y Derechas

Izquierda

- Comportamiento auto motivado
- Planeación y organización
- Conocimiento y habilidades
- Competencia
- Rutina Cognitiva
- Pensamiento Consciente
- Análisis de detalles
- Ejecución de las habilidades aprendidas



Derecha

- Comportamiento motivado por el ambiente
- Novedad y flexibilidad
- Consciencia del cuerpo y del espacio
- Consciencia emocional y social
- Seguridad emocional y apego
- Comprensión de la situación global
- Creatividad
- Adquisición de nuevas habilidades

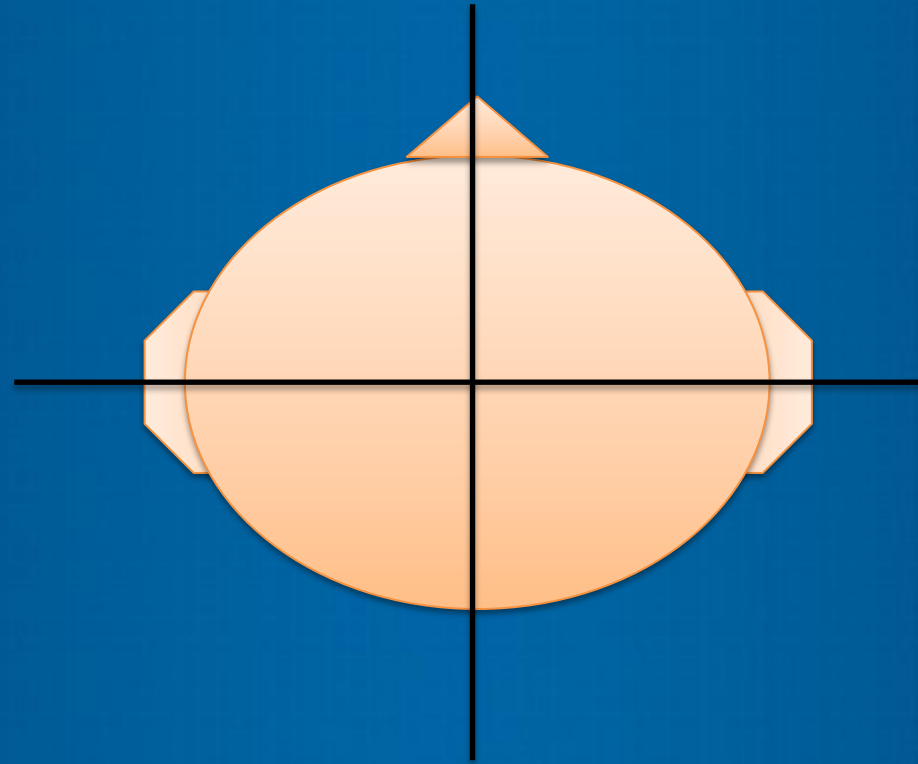
Efectos del entrenamiento en los cuatro cuadrantes resultantes

Izquierdo Frontal

- Calma Mental
- Planificación y organización
- Expresión oral y escrita
- Pensamiento lógico

Izquierdo Posterior

- Conciencia del entorno y procesamiento de detalles
- Conciencia de la mano dominante
- Procesamiento simbólico
- Conocimientos y habilidades almacenadas



Derecho Frontal

- Calma la reactividad emocional
- Seguridad y confort emocional
- Expresión emocional
- Sentido Común

Derecho Posterior

- Calma Física
- Consciencia del cuerpo y del espacio
- Integración sensorial
- Orientación en el tiempo y el espacio

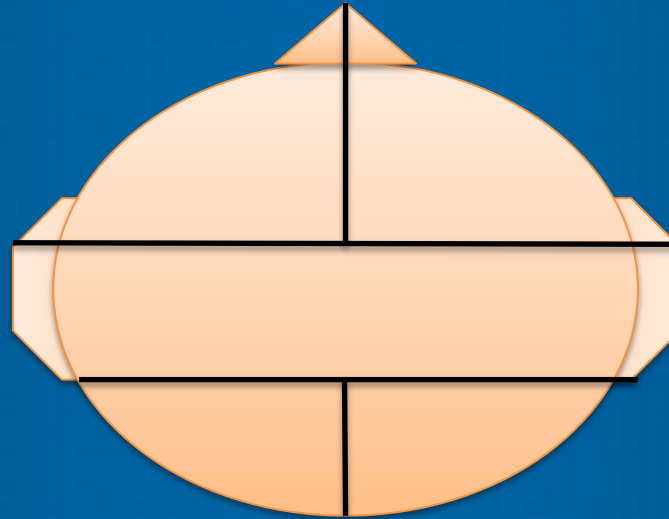
Los cuatro cuadrantes y la banda Izquierda - Derecha

Izquierdo Frontal

- Calma Mental
- Planificación y organización
- Expresión oral y escrita
- Pensamiento lógico

Izquierdo Posterior

- Conciencia del entorno y procesamiento de detalles
- Conciencia de la mano dominante
- Procesamiento simbólico
- Conocimientos y habilidades almacenadas



Izquierdo - Derecho

- Estabiliza los dolores de cabeza, ataques, pánico, cambios de humor, etc..

Derecho Frontal

- Calma la reactividad emocional
- Seguridad y confort emocional
- Expresión emocional
- Sentido Común

Derecho Posterior

- Calma Física
- Conciencia del cuerpo y del espacio
- Integración sensorial
- Orientación en el tiempo y el espacio

📖 Perfil Neurotípico

Ojos cerrados: Activación occipital en alfa (8–12 Hz), típica de relajación visual.

Ojos abiertos: Supresión de alfa, leve aumento de beta frontal.

Tarea: Activación frontal y central en beta/gamma (15–42 Hz), compatible con procesamiento ejecutivo.

📖 Deterioro cognitivo leve (DCL)

Patrón típico: Aumento de delta y theta lentas (2–6 Hz), reducción de alfa y beta.

Ojos cerrados: Alfa posterior disminuido.

Tarea: Activación frontal pobre, con escasa respuesta en bandas rápidas.

📖 TDAH

Patrón típico: Elevación de theta frontal (4–8 Hz) y cociente theta/beta alto.

Durante tarea: Déficit de activación frontal en beta (15–23 Hz), reflejando dificultades atencionales.

Ojos abiertos: Activación errática, pobre supresión de alfa.

📖 Ansiedad

Patrón típico: Elevación de beta alta y gamma (23–42 Hz), especialmente en regiones frontales.

Ojos abiertos y tarea: Activación excesiva, incluso en reposo, con pobre modulación.

Principales condiciones y patrones EEG

Condición	Bandas lentas (delta/theta)	Alfa occipital	Beta frontal	Gamma	Modulación entre estados
Neurotípico	Normales	Preservada	Activada	Moderada	Clara y diferenciada
TDAH	Elevadas (theta frontal)	Irregular	Déficit	Baja	Pobre, poco contraste
Deterioro cognitivo leve (DCL)	Elevadas (delta/theta)	Disminuida	Débil	Baja	Pobre, respuesta reducida
Ansiedad	Normales	Preservada	Excesiva	Alta	Desregulada, hiperactivación
TEA (Trastorno del espectro autista)	Elevadas en theta frontal y central	Alfa irregular, menos sincronía	Beta variable, a veces reducida	Gamma alterada, conectividad atípica	Modulación parcial, menos diferenciada
TOC (Trastorno obsesivo-compulsivo)	Normales o levemente elevadas	Alfa preservada	Beta frontal elevada (hiperactividad)	Gamma aumentada en tareas	Modulación rígida, poca flexibilidad
Estrés Postraumático (TEPT)	Elevación de theta y delta en reposo	Alfa disminuida	Beta elevada en vigilancia	Gamma irregular	Modulación pobre, hiperreactividad persistente
Trastorno oposicionista desafiante (TOD)	Normales	Alfa preservada	Beta elevada en tareas de control	Gamma moderada	Modulación irregular, activación excesiva en tareas conflictivas

Electroencefalografía cuantitativa como herramienta para el diagnóstico y seguimiento del paciente con trastorno por déficit de atención/hiperactividad

Adrián Galiana-Simal, Pilar Vecina-Navarro, Prado Sánchez-Ruiz, María Vela-Romero

Introducción. El diagnóstico del trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) se basa en la presencia de síntomas conductuales referidos por el paciente o por sus cuidadores, lo que lleva asociado un alto componente subjetivo. Esto señala la necesidad de incorporar biomarcadores que ayuden a identificar objetivamente esta condición y contribuyan a valorar cuantitativamente la evolución del paciente y la eficacia de los tratamientos. Estudios publicados en los últimos años sugieren que los datos obtenidos mediante electroencefalografía cuantitativa (qEEG) podrían ser útiles para el diagnóstico y seguimiento del paciente con TDAH; sin embargo, muchos profesionales desconocen su potencial.

Objetivos. Describir y discutir los principales hallazgos de la neurometría mediante qEEG en sujetos con TDAH en los últimos 10 años.

Pacientes y métodos. Se realizó una búsqueda sistemática basada en la metodología PRISMA sobre artículos originales publicados en los últimos 10 años e indexados en la base de datos PubMed, que aportaran datos obtenidos con qEEG en el contexto del TDAH.

Resultados. Se seleccionaron un total de 13 artículos de investigación de un total de 65 identificados inicialmente.

Conclusiones. Los parámetros de qEEG podrían aportar información relevante en el contexto del TDAH; sin embargo, su utilidad se limita actualmente a complementar otros métodos de diagnóstico subjetivo y no a su reemplazo, ya que los datos publicados son preliminares y se necesitan estudios más amplios y profundos. Sin embargo, el qEEG puede ayudar a entender mejor el TDAH, su neurofisiología, caracterizar sus subtipos y avanzar, por tanto, hacia tratamientos e intervenciones lo más personalizadas y efectivas posibles.

Palabras clave. Electroencefalografía cuantitativa. Neurodesarrollo. Neurometría. qEEG. TDAH. Trastorno por déficit de atención/hiperactividad.

Introducción

El trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos del neurodesarrollo

var de la alteración de mecanismos de plasticidad cortical en el cerebro en desarrollo, que repercutirían en los patrones de conectividad neuronal [6].

Según los criterios del *Manual diagnóstico y es-*

Clínica Pediátrica Centro de Desarrollo Infantil de Ciudad Real; Ciudad Real (A. Galiana-Simal, P. Vecina-Navarro, P. Sánchez-Ruiz, M. Vela-Romero). Centro Neurológico Infantil Dr. Antonio Barrio; Madrid (P. Vecina-Navarro). Centro de Salud de Bolaños de Calatrava; Servicio de Salud de Castilla-La Mancha; Bolaños de Calatrava, Ciudad Real, España (P. Sánchez-Ruiz).

Correspondencia:

Dr. Adrián Galiana Simal. Clínica Pediátrica Centro de Desarrollo Infantil de Ciudad Real. Palma, 10. E-13001 Ciudad Real.

E-mail:

adrian.galiana@cdicr.es

Aceptado tras revisión externa:

05.12.19.

Cómo citar este artículo:

Galiana-Simal A, Vecina-Navarro P, Sánchez-Ruiz P, Vela-Romero M. Electroencefalografía cuantitativa como herramienta para el diagnóstico y seguimiento del paciente con trastorno por déficit de atención/hiperactividad. Rev Neurol 2020; 70: 197-205. doi: 10.33588/rn.7006.2019311.

© 2020 Revista de Neurología

Mapeos cerebrales de síntomas

Anamnesis cualitativa y Mapeo cuantitativo qEEG

Valores orientativos

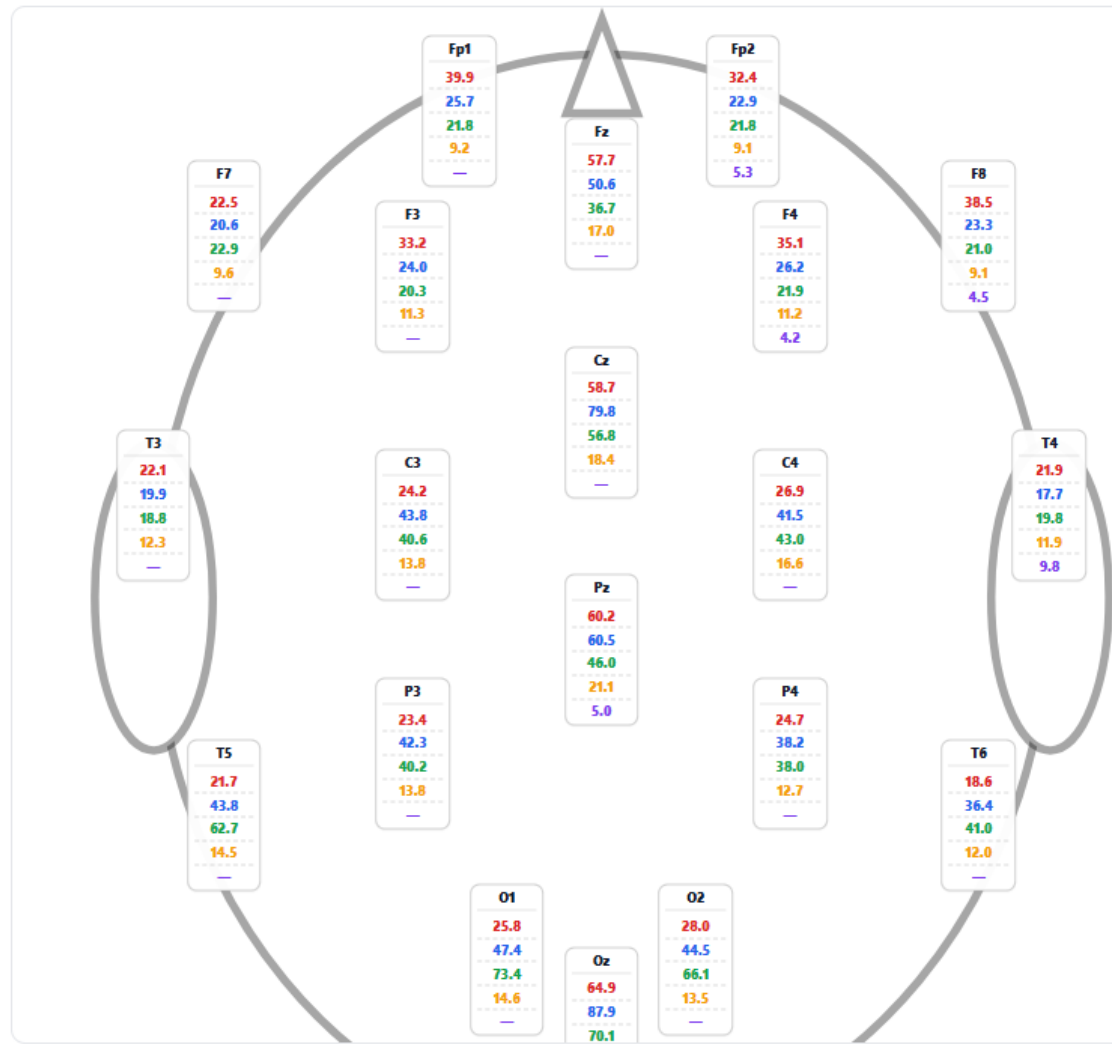
Valores orientativos de amplitud (media ± desviación típica, µV) por banda y región durante actividad cognitiva (vigilia)
Un electroencefalograma registra la actividad eléctrica cortical a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo, y las medidas dependen de montaje, referencia y pre-procesado.

Banda	Frec (Hz)	Región	Niños (media ± SD, µV)	Adultos (media ± SD, µV)
Delta	0.5–4	Frontal	12 ± 6 µV	6 ± 3 µV
Delta	0.5–4	Central	10 ± 5 µV	5 ± 3 µV
Delta	0.5–4	Parietal	9 ± 5 µV	4 ± 2 µV
Delta	0.5–4	Occipital	8 ± 4 µV	3 ± 2 µV
Theta	4–8	Frontal	22 ± 9 µV	13 ± 6 µV
Theta	4–8	Central	20 ± 8 µV	11 ± 5 µV
Theta	4–8	Parietal	18 ± 7 µV	10 ± 5 µV
Theta	4–8	Occipital	16 ± 7 µV	9 ± 4 µV
Alfa	8–12	Frontal	8 ± 3 µV	14 ± 5 µV
Alfa	8–12	Central	9 ± 4 µV	16 ± 6 µV
Alfa	8–12	Parietal	11 ± 4 µV	20 ± 7 µV
Alfa	8–12	Occipital	12 ± 5 µV	24 ± 8 µV
Beta	13–30	Frontal	9 ± 3 µV	11 ± 4 µV
Beta	13–30	Central	8 ± 3 µV	10 ± 4 µV
Beta	13–30	Parietal	7 ± 3 µV	9 ± 3 µV
Beta	13–30	Occipital	6 ± 3 µV	8 ± 3 µV
Gamma	>30	Frontal	4 ± 2 µV	5 ± 2 µV
Gamma	>30	Central	3.5 ± 1.8 µV	4.5 ± 1.8 µV
Gamma	>30	Parietal	3 ± 1.5 µV	4 ± 1.5 µV
Gamma	>30	Occipital	2.5 ± 1.2 µV	3.5 ± 1.2 µ

Un qEEG

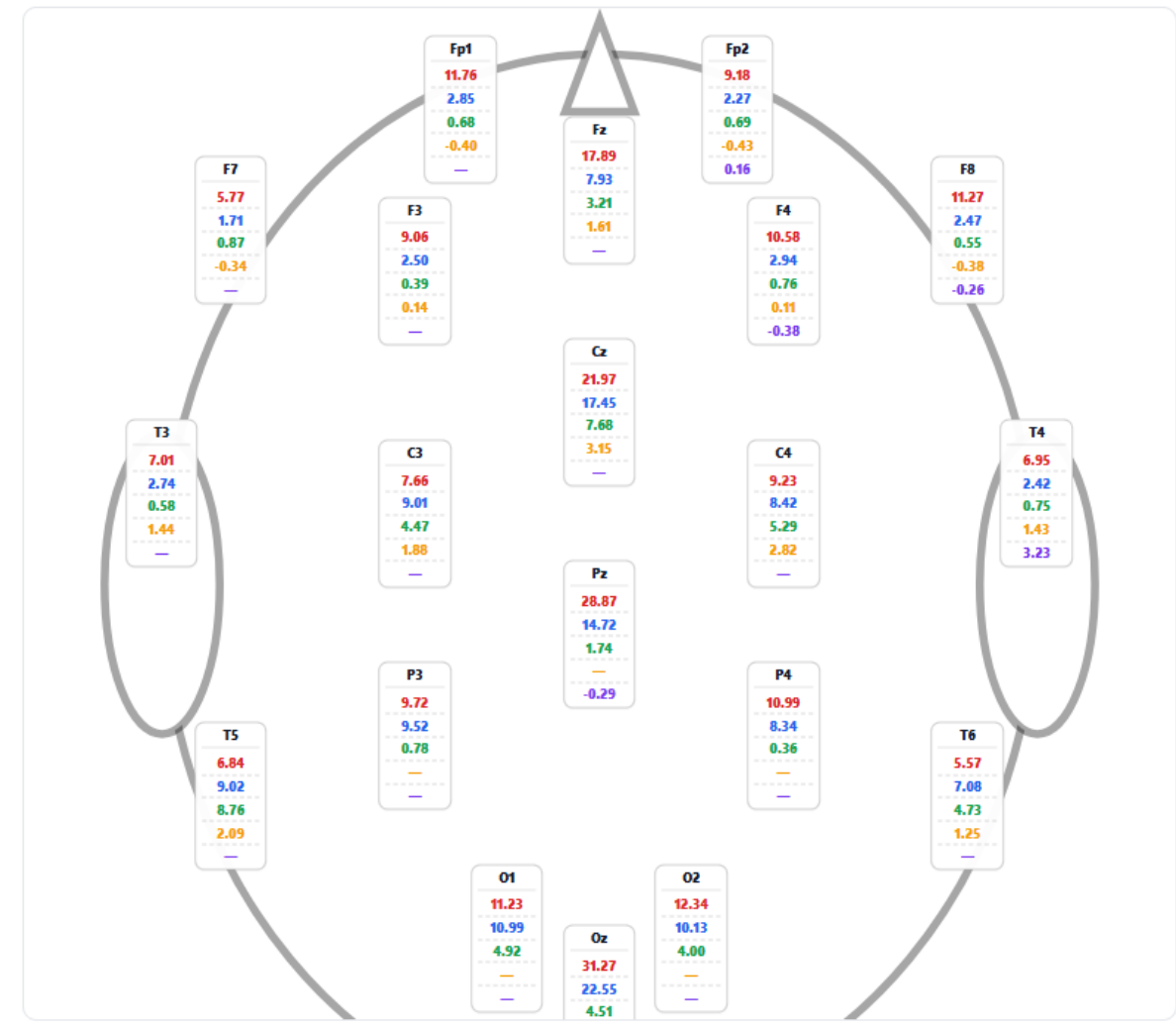
Amplitudes en la Cabeza · Ojos Cerrados

µV por electrodo y banda



Z-scores en la Cabeza · Ojos Cerrados

Z por electrodo y banda (normativo)



Valores normativos EEG

Rangos orientativos de amplitud y frecuencia EEG por banda, edad y estado

Los valores siguientes son aproximados y dependen de montaje, referencia, filtros, estado del sujeto y equipo; se ofrecen como guía clínica general basada en literatura de electrofisiología y revisiones sobre amplitud/frecuencia.

Banda	Frecuencia (Hz)	Niños vigilia (μV)	Niños sueño (μV)	Adultos vigilia (μV)	Adultos sueño (μV)
Delta	0.5–4	20–100 μV	50–200 μV	10–60 μV	30–150 μV
Theta	4–8	10–50 μV	20–80 μV	5–25 μV	10–40 μV
Alfa	8–12	5–20 μV	5–30 μV	10–50 μV	10–60 μV
Beta	13–30	5–15 μV	5–20 μV	5–20 μV	5–25 μV
Gamma	>30	1–10 μV	1–15 μV	1–10 μV	1–12 μV

Consideraciones clave

Los niños muestran mayor proporción de ritmos lentos (delta/theta) y amplitudes generalmente más elevadas que los adultos, especialmente en sueño.

Las bandas alfa y beta suelen tener amplitudes bajas-medias en vigilia; delta aumenta marcadamente en sueño profundo o en estados de somnolencia.

Las cifras absolutas varían por protocolos y equipos; para decisiones clínicas use las normas del laboratorio que realiza el registro.

Medias y desviaciones típicas orientativas durante actividad cognitiva (vigilia)

Banda	Frecuencia (Hz)	Niños (media $\pm$ SD, μ V)	Adultos (media $\pm$ SD, μ V)
Delta	0.5–4	12 $\pm$ 6 μ V	6 $\pm$ 3 μ V
Theta	4–8	20 $\pm$ 8 μ V	12 $\pm$ 5 μ V
Alfa	8–12	10 $\pm$ 4 μ V	18 $\pm$ 6 μ V
Beta	13–30	8 $\pm$ 3 μ V	10 $\pm$ 4 μ V
Gamma	>30	4 $\pm$ 2 μ V	5 $\pm$ 2 μ V

Notas clave sobre estos valores

Son estimaciones orientativas resumidas como medias $\pm$ desviación típica para comparar patrones generales entre población infantil y adulta durante tareas cognitivas en vigilia.

Grandes fuentes de variación: protocolo de registro (referencia, electrodos, impedancias), filtros y pre-procesado, tipo de tarea cognitiva, edad precisa y nivel de desarrollo, estado de alerta, medicación y condiciones neurológicas.

En términos generales: los niños muestran mayor potencia relativa en bandas lentas (delta/theta) y menores amplitudes alfa maduras; los adultos suelen mostrar alfas más robustas en vigilia relajada y aumento relativo de beta/gamma focales durante procesamiento activo.

- **Niños — Actividad cognitiva en vigilia**
- **Región frontal**

Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	F3	12.0	6.0
Delta	0.5–4	F4	11.5	5.5
Theta	4–8	F7	20.0	8.0
Theta	4–8	F8	19.5	7.5
Alfa	8–12	F3	10.0	4.0
Alfa	8–12	F4	9.5	3.8
Beta	13–30	F7	9.0	3.0
Beta	13–30	F8	8.5	2.8
Gamma	>30	Fz	4.0	1.6

- Niños — Actividad cognitiva en vigilia
- Región central

Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	C3	11.0	5.0
Delta	0.5–4	C4	10.5	4.8
Theta	4–8	Cz	18.0	7.0
Theta	4–8	T3	17.5	6.8
Theta	4–8	T4	17.0	6.5
Alfa	8–12	C3	9.0	3.5
Alfa	8–12	C4	8.5	3.2
Beta	13–30	Cz	7.5	2.5
Gamma	>30	T3	3.5	1.4
Gamma	>30	T4	3.3	1.3

□ Niños — Actividad cognitiva en vigilia

□ Región posterior

Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	P3	9.0	4.0
Delta	0.5–4	P4	8.5	3.8
Theta	4–8	Pz	16.0	6.5
Alfa	8–12	P3	24.0	8.0
Alfa	8–12	P4	25.0	8.5
Alfa	8–12	Pz	23.0	7.5
Beta	13–30	T7	6.5	2.5
Beta	13–30	T8	6.3	2.4
Gamma	>30	O1	3.5	1.5
Gamma	>30	OZ	3.6	1.6
Gamma	>30	O2	3.8	1.6

□ Adultos — Actividad cognitiva en vigilia

□ Región frontal

Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	F3	6.0	3.0
Delta	0.5–4	F4	5.5	2.8
Theta	4–8	F7	12.0	5.0
Theta	4–8	F8	11.5	4.8
Alfa	8–12	F3	18.0	6.0
Alfa	8–12	F4	17.5	5.8
Beta	13–30	F7	11.0	4.0
Beta	13–30	F8	10.5	3.8
Gamma	>30	Fz	5.0	2.0

- **Adultos — Actividad cognitiva en vigilia**
- **Región central**

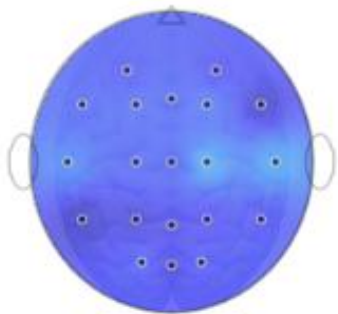
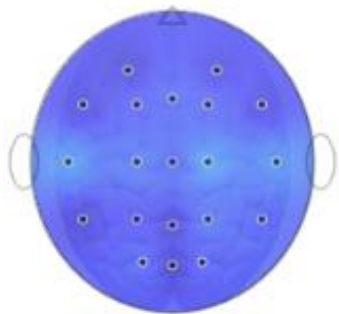
Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	C3	5.0	2.5
Delta	0.5–4	C4	4.8	2.4
Theta	4–8	Cz	10.0	4.0
Theta	4–8	T3	9.5	3.8
Theta	4–8	T4	9.0	3.6
Alfa	8–12	C3	16.0	5.5
Alfa	8–12	C4	15.5	5.2
Beta	13–30	Cz	9.0	3.0
Gamma	>30	T3	4.5	1.8
Gamma	>30	T4	4.3	1.7

□ Adultos — Actividad cognitiva en vigilia

□ Región posterior

Banda	Frecuencia (Hz)	Electrodo	Media (μV)	SD (μV)
Delta	0.5–4	P3	4.0	2.0
Delta	0.5–4	P4	3.8	1.9
Theta	4–8	Pz	9.0	3.5
Alfa	8–12	P3	34.0	8.0
Alfa	8–12	P4	35.0	8.5
Alfa	8–12	Pz	33.0	7.5
Beta	13–30	T7	8.0	3.0
Beta	13–30	T8	7.8	2.9
Gamma	>30	O1	5.4	2.0
Gamma	>30	OZ	5.6	2.1
Gamma	>30	O2	5.9	2.2

Otro qEEG



media 5.4%

DC / OA / Tarea

23-38 Hz • HiBeta

Info

Ojos Cerrados

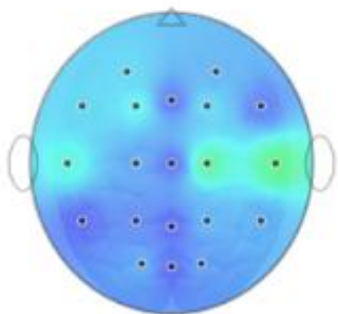
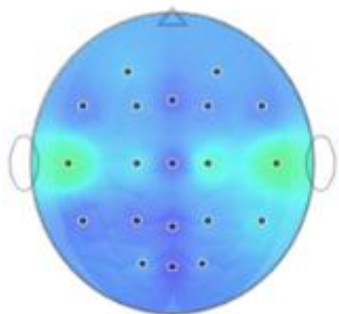
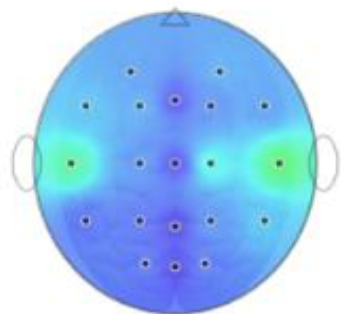
media 7.1%

Ojos Abiertos

media 7.8%

Tarea

media 8.0%



38-42 Hz • Gamma

Info

Ojos Cerrados

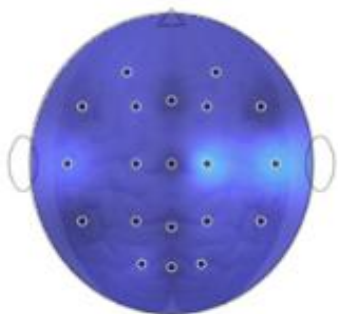
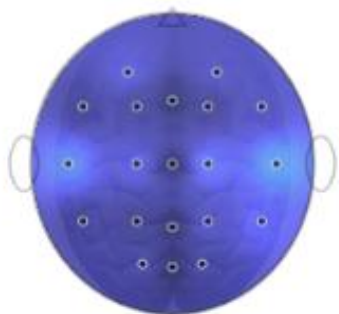
media 3.7%

Ojos Abiertos

media 3.7%

Tarea

media 3.8%



DC / OA / Tarea

8-10 Hz • Alfa lento

Info

Ojos Cerrados

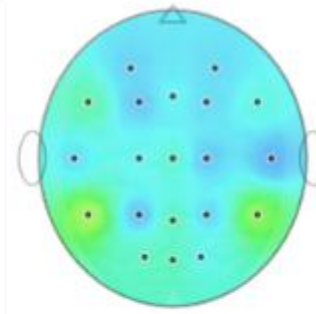
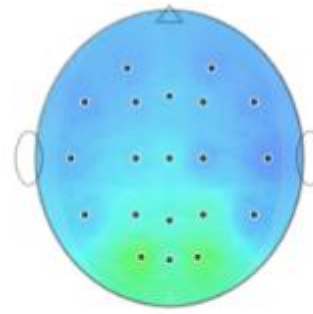
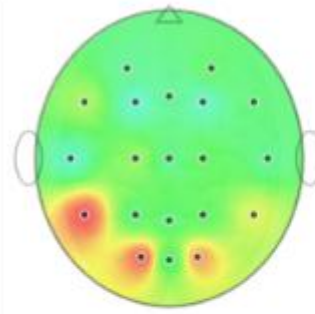
media 15.8%

Ojos Abiertos

media 9.4%

Tarea

media 10.7%



Frecuencias medias

Info

10-12 Hz • Alfa rápido

Info

DC / OA / Tarea

Ojos Cerrados

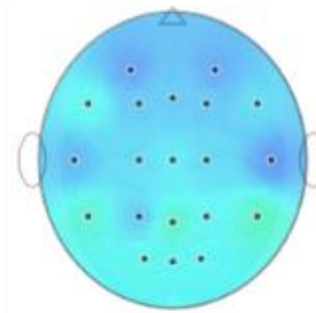
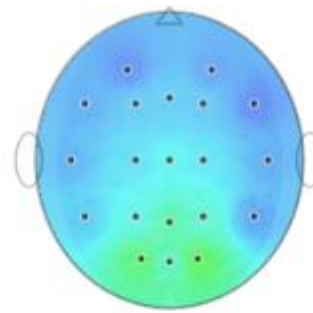
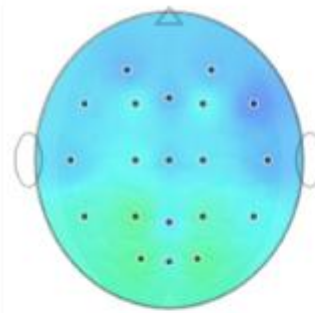
media 10.0%

Ojos Abiertos

media 9.5%

Tarea

media 9.4%



12-15 Hz • Low Beta (RSM)

Info

DC / OA / Tarea

Ojos Cerrados

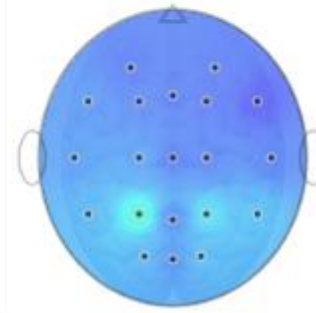
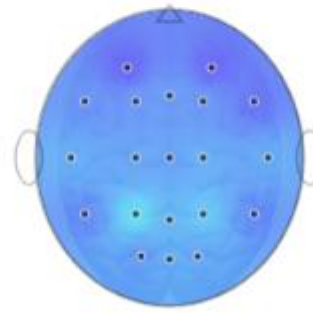
media 6.6%

Ojos Abiertos

media 6.9%

Tarea

media 7.2%



Escala fija: 0.0 — 35.0 %

Otro qEEG

COCIENTE THETA/BETA (T/B)																					
Theta/Beta (global)	Info	3.29	2.50	1.49	1.60	1.16	1.52	1.23	1.61	2.20	2.02	1.48	1.32	1.46	2.00	1.66	1.40	1.47	1.35	1.64	1.57
Cociente T/B (OC)	Info	3.35	2.46	1.54	1.50	1.15	1.53	1.13	1.65	2.33	2.12	1.50	1.39	1.50	2.01	1.83	1.43	1.34	1.33	1.63	1.47
Cociente T/B (OA)	Info	2.88	2.59	1.41	1.83	1.23	1.47	1.80	1.46	1.95	1.85	1.51	1.14	1.28	1.97	1.36	1.33	1.97	1.45	1.67	1.88
Cociente T/B (TAR)	Info	3.35	2.46	1.50	1.44	1.11	1.53	1.13	1.67	2.22	2.09	1.45	1.34	1.50	2.01	1.81	1.43	1.34	1.31	1.62	1.46
Activación (OA vs OC)	Info	-14%	5%	-8%	22%	7%	-4%	59%	-11%	-16%	-13%	1%	-18%	-15%	-2%	-26%	-7%	47%	9%	3%	28%
RSM (OA)																					
RSM/Total (OA)	Info	6%	7%	11%	10%	11%	11%	10%	9%	8%	9%	10%	10%	10%	7%	11%	13%	12%	10%	10%	8%
% Alfa Rápida (10-12) (OA)	Info	7%	9%	17%	16%	17%	16%	14%	11%	9%	14%	15%	14%	9%	7%	12%	16%	13%	16%	14%	12%
COCIENTES (OA)																					
Alfa/Theta (OA)	Info	0.41	0.52	1.01	0.83	1.04	0.93	0.71	0.65	0.49	0.79	0.85	1.02	0.56	0.43	0.77	0.87	0.63	0.92	0.84	0.96
Alfa Alta/Alfa Baja (OA)	Info	0.84	0.92	1.06	1.03	1.10	1.07	0.97	0.86	0.95	0.99	0.98	0.80	0.96	0.88	1.05	1.11	1.07	1.03	0.90	0.66
OCCIPITAL (O1/O2)																					
Alfa (OA/OC) (O1/O2)	Info	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.38	—	0.50
HIPERACTIVIDAD (B/A)																					
Beta Alta/Alfa (23-38/8-12) (OC)	Info	0.28	0.43	0.38	0.38	0.52	0.57	0.53	0.66	0.50	0.43	0.56	0.65	0.88	0.75	0.55	0.51	0.42	0.24	0.23	0.24
Beta Alta/Alfa (23-38/8-12) (OA)	Info	0.54	0.58	0.54	0.50	0.66	0.60	0.89	0.94	0.80	0.52	0.57	0.71	1.19	0.97	0.73	0.63	0.50	0.56	0.53	0.41
Beta Alta/Alfa (23-38/8-12) (TAR)	Info	0.28	0.43	0.37	0.37	0.52	0.57	0.53	0.63	0.49	0.42	0.55	0.63	0.88	0.75	0.55	0.51	0.42	0.24	0.22	0.24
Beta Alta/Beta Baja (23-38/12-15) (OC)	Info	0.49	0.98	0.90	0.94	1.14	1.06	1.42	1.18	1.04	0.91	1.00	0.99	1.34	1.22	0.86	0.85	0.88	0.69	0.66	0.61
Beta Alta/Beta Baja (23-38/12-15) (OA)	Info	0.80	1.05	0.97	0.92	1.11	1.02	1.41	1.37	1.20	0.93	1.00	1.19	1.28	1.20	0.96	0.83	0.64	0.98	0.92	0.89
Beta Alta/Beta Baja (23-38/12-15) (TAR)	Info	0.49	0.98	0.90	0.95	1.15	1.06	1.42	1.12	1.03	0.91	1.00	0.98	1.34	1.22	0.88	0.85	0.88	0.68	0.66	0.60
Beta Baja/Alfa (12-15/8-12) (OC)	Info	0.58	0.44	0.42	0.40	0.46	0.53	0.37	0.56	0.48	0.47	0.56	0.66	0.66	0.61	0.64	0.59	0.47	0.36	0.34	0.39
Beta Baja/Alfa (12-15/8-12) (OA)	Info	0.68	0.55	0.56	0.54	0.59	0.59	0.63	0.69	0.67	0.56	0.57	0.60	0.93	0.81	0.76	0.76	0.78	0.57	0.58	0.47
Beta Baja/Alfa (12-15/8-12) (TAR)	Info	0.58	0.44	0.41	0.39	0.45	0.53	0.37	0.56	0.48	0.46	0.55	0.64	0.66	0.61	0.63	0.59	0.47	0.35	0.33	0.39

Redes neuronales cerebrales — funciones, regiones, localización 10/20 y alteraciones clínicas

Red neuronal	Función principal	Regiones cerebrales clave	Localizaciones 10/20 asociadas	Alteraciones clínicas relevantes
Red por defecto (DMN)	Introspección, memoria autobiográfica, imaginación, autorreferencia	- Corteza prefrontal medial (mPFC) - Corteza cingulada posterior (PCC) - Precúneo - Corteza parietal inferior - Hipocampo y corteza temporal medial	- Fpz, Fz (mPFC) - Pz, CPz (PCC/precúneo) - P3/P4, TP7/TP8 (parietal inf.) - T5/T6, P7/P8 (temporal medial)	- Depresión: hiperconectividad (rumiación) - TEA: hipoactividad (déficit de teoría de la mente) - TDAH: desinhibición en reposo - Demencia: desconexión funcional
Red ejecutiva central (CEN)	Atención sostenida, memoria de trabajo, toma de decisiones	- Corteza dorsolateral prefrontal (dlPFC) - Corteza parietal posterior lateral (IPL)	- F3/F4, FC3/FC4 (dlPFC) - P3/P4, CP3/CP4 (IPL)	- TDAH: hipoactividad ejecutiva - Esquizofrenia: disfunción ejecutiva - Deterioro cognitivo: reducción de conectividad - TEA: dificultades en flexibilidad cognitiva
Red de saliencia (SN)	Detección de estímulos relevantes, cambio entre redes, regulación emocional	- Ínsula anterior - Corteza cingulada anterior (ACC) - Amígdala (en algunos modelos)	- Fz, FCz (ACC) - FT7/FT8, T7/T8 (ínsula anterior) - F7/F8, TP7/TP8 (amígdala aproximada)	- Ansiedad: hiperactividad (hipervigilancia) - TEA: alteración en cambio de foco - Depresión: disfunción en detección emocional - Trastornos afectivos: desbalance con DMN y CEN
Red sensoriomotora	Movimiento voluntario, percepción táctil	-Corteza motora primaria (M1) - Corteza somatosensorial primaria (S1) - Áreas premotoras	- C3/C4 (M1) - CP3/CP4, Cz (S1) - FC1/FC2, FCz (premotoras)	- Parálisis cerebral: disfunción motora - TEA: hipersensibilidad táctil o motora - TDAH: inestabilidad motora - Trastornos del desarrollo: desorganización sensorial
Red visual	Procesamiento visual primario y secundario	- Corteza occipital (V1, V2, V3) - Áreas temporales posteriores	- O1/O2, Oz (V1–V3) - P7/P8, T5/T6 (temporales posteriores)	- Agnosias visuales: daño occipital - TEA: procesamiento visual atípico - Migraña visual: hiperexcitabilidad occipital - Epilepsia occipital: foco visual
Red límbica	Emoción, motivación, memoria afectiva	- Amígdala - Hipocampo - Corteza orbitofrontal - Corteza cingulada	- Fp1/Fp2 (orbitofrontal) - T7/T8, TP7/TP8 (hipocampo/amígdala) - Fz, FCz, Cz (cingulada anterior/posterior)	- Trastorno de estrés postraumático (TEPT): hiperactividad amigdalар - Depresión: hipoconectividad límbica - Adicciones: disfunción en recompensa - Trastornos de apego: alteración emocional

Razonemos ahora por redes neuronales

📖 Definición de redes neuronales

En neurociencia, las **redes neuronales** son conjuntos de neuronas interconectadas que trabajan de manera coordinada para procesar información y generar funciones cognitivas, emocionales o motoras. En Neurofeedback, se busca **modular la actividad de estas redes** mediante entrenamiento autorregulado, reforzando patrones saludables y reduciendo aquellos asociados a disfunción.

📖 Clasificación de redes neuronales principales

Podemos agruparlas en **redes funcionales** ampliamente estudiadas en EEG y fMRI:

Red de modo por defecto (DMN): activa en reposo, asociada a introspección y memoria autobiográfica.

Red ejecutiva frontal (CEN): implicada en atención, control cognitivo y toma de decisiones.

Red saliencia (SN): detecta estímulos relevantes y regula el cambio entre DMN y CEN.

Red límbica: regula emociones, memoria afectiva y respuestas de estrés.

Red sensoriomotora: vinculada a percepción y acción.

Red visual occipital: procesamiento de estímulos visuales y alfa occipital.

Red fronto-temporal: lenguaje, flexibilidad cognitiva y regulación social.

DMN y CEN son redes cerebrales clave que regulan cómo pensamos, sentimos y actuamos.

La DMN se activa en estados introspectivos, mientras que la CEN se activa en tareas que requieren atención y control cognitivo.

DMN: Red de Modo Predeterminado (Default Mode Network)

Función principal: Procesamiento interno, autorreflexión, imaginación, memoria autobiográfica, pensamiento social.

Cuándo se activa: Cuando no estamos enfocados en el mundo externo, como al soñar despiertos, recordar o planear.

Regiones involucradas: Corteza prefrontal medial, corteza cingulada posterior, precúneo, lóbulos temporales.

Ejemplo metafórico: *“El narrador interno que teje historias desde el silencio”.*



DMN
Soñador



CEN
Estratega

📌 CEN: Red Ejecutiva Central (Central Executive Network)

Función principal: Atención dirigida, resolución de problemas, toma de decisiones, memoria de trabajo.

Cuándo se activa: Durante tareas cognitivas exigentes, como resolver cálculos, planificar o inhibir respuestas automáticas.

Regiones involucradas: Corteza prefrontal dorsolateral, corteza parietal posterior.

Ejemplo metafórico: *“El estratega que organiza el caos en mapas mentales”*.

📌 Interacción entre DMN y CEN

Estas redes **no trabajan aisladas**, sino que se alternan según el tipo de tarea:

Cuando la DMN está activa, la CEN suele estar inhibida, y viceversa.

El equilibrio entre ambas es esencial para la **flexibilidad cognitiva** y la salud mental.

En contextos clínicos o educativos, entender esta dinámica permite diseñar intervenciones que favorezcan el cambio entre modos reflexivos y ejecutivos.

Leyenda (estado por red)

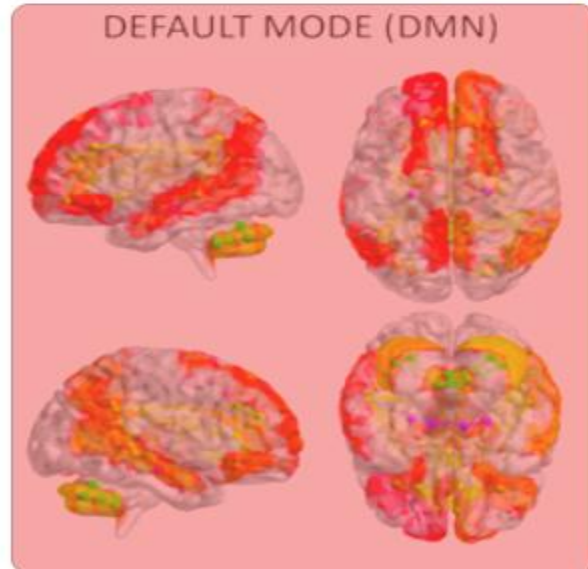
poco estimulada **poco activa** **promedio** **muy activa** **revertida** **irritada** **coherente**

Heurística inicial (editable): combina actividad relativa (amplitud total $\sim 0.5\text{--}30\text{Hz}$: $\delta + \theta + \alpha + \beta$), forma (lentas/medias/rápidas), θ/β (TAR), shift OC $\rightarrow$ TAR, Beta PF/Overall PF y reversión A/P (alfa).

● Coherencia α (media): 51.7 ● PH% α (media): 51.1

RNPD / DMN

Lentas elevadas



ACTIVIDAD OC (MV)

201.65

ACTIVIDAD (SCORE)

● 100

Z LENTAS OC

● 26.03

Z ALFA OC

● 4.28

Z BETA OC

● 2.38

T/B TAR

● 2.87

B% OC

● 22.3%

B AMP OC (MV)

19.14

BETA PF (HZ)

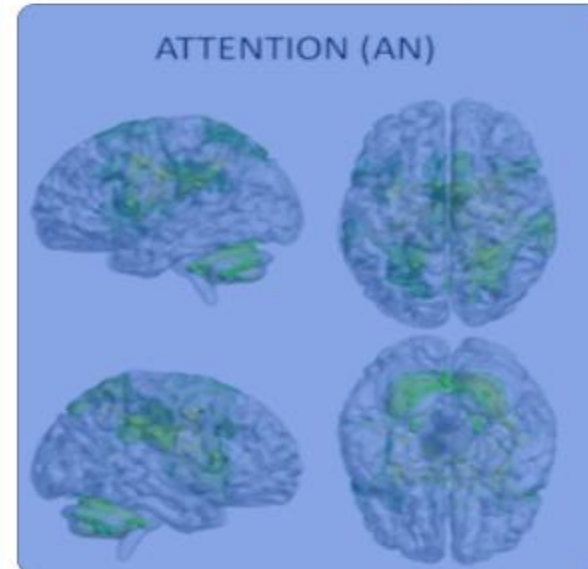
● 17.54

OVERALL PF (HZ)

● 3.14

Saliencia (frontal shift)

PF Beta alto



ACTIVIDAD OC (MV)

93.30

ACTIVIDAD (SCORE)

● 0

Z LENTAS OC

● 7.78

Z ALFA OC

● 0.94

Z BETA OC

● 0.32

T/B TAR

● 2.19

B% OC

● 30.9%

B AMP OC (MV)

11.19

BETA PF (HZ)

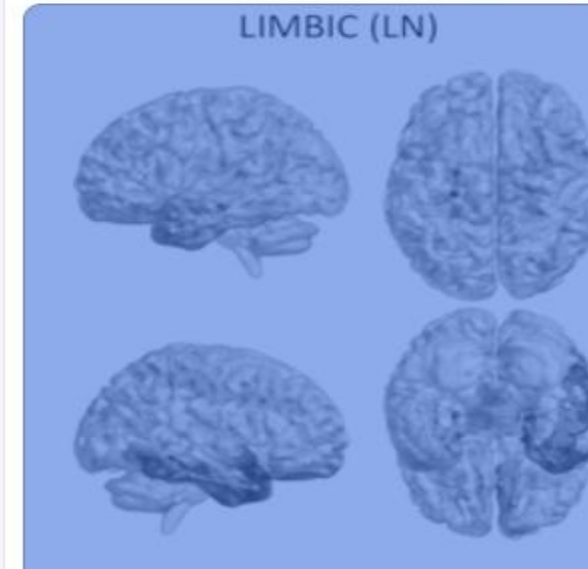
● 21.90

OVERALL PF (HZ)

● 2.95

Límbica

PF Beta alto



ACTIVIDAD OC (MV)

93.76

ACTIVIDAD (SCORE)

● 0

Z LENTAS OC

● 7.43

Z ALFA OC

● 2.71

Z BETA OC

● 0.87

T/B TAR

● 2.41

B% OC

● 31.8%

B AMP OC (MV)

11.56

BETA PF (HZ)

● 21.83

OVERALL PF (HZ)

● 4.09

Condición clínica	Redes neuronales implicadas	Patrón EEG característico	Objetivo en Neurofeedback
Neurotípico	DMN, CEN, SN equilibradas	Modulación clara entre alfa, beta y gamma	Mantener flexibilidad y balance
TDAH	CEN hipoactivo, DMN hiperactivo	Theta frontal elevada, déficit beta	Reducir theta, aumentar beta frontal (atención)
DCL	DMN y límbica alteradas, CEN débil	Delta/theta elevadas, alfa reducido	Reforzar alfa y beta, mejorar conectividad frontal
Ansiedad	SN hiperactiva, límbica dominante	Beta/gamma excesivas	Reducir beta alta, entrenar relajación alfa
TEA	Conectividad atípica en DMN y fronto-temporal	Gamma alterada, alfa irregular	Entrenar sincronía alfa y gamma, mejorar integración social
TOC	CEN hiperactivo, SN rígida	Beta frontal elevada, gamma aumentada	Reducir hiperactividad beta, flexibilizar redes
TEPT	Límbica hiperactiva, SN sobrerreactiva	Theta/delta elevadas, beta alta en vigilancia	Reducir lentas en reposo, entrenar alfa para calma
TOD	CEN y límbica en conflicto	Beta elevada en tareas de control	Regular beta frontal, entrenar autorregulación emocional



La realidad virtual en neuroterapia se utiliza como herramienta inmersiva para entrenar funciones cognitivas, emocionales y motoras mediante entornos controlados que estimulan el sistema nervioso de forma personalizada y multisensorial.

❓ ¿Cómo se integra la realidad virtual en neuroterapia?

La realidad virtual (RV) permite crear **escenarios interactivos y envolventes** que simulan situaciones reales o simbólicas, facilitando el entrenamiento cerebral en condiciones seguras y adaptables. En neuroterapia, se utiliza para:

📌 **Rehabilitación neurológica**

Estimulación de funciones motoras en pacientes con daño cerebral, ictus o parálisis.

Mejora del equilibrio, coordinación y movilidad mediante entornos virtuales que inducen movimiento.

📌 **Regulación emocional y cognitiva**

Exposición gradual a estímulos que generan ansiedad o estrés (terapia de desensibilización).

Entrenamiento de atención, memoria y toma de decisiones en escenarios gamificados.

📌 **Integración con neurofeedback**

El paciente recibe retroalimentación en tiempo real dentro del entorno virtual, lo que **aumenta la motivación y la adherencia**.

Las señales EEG pueden controlar elementos del entorno (por ejemplo, avanzar en un juego si se alcanza un estado de concentración).

📌 **Estimulación multisensorial**

Combinación de RV con **SonoTerapia, EstroboTerapia o Biofeedback**, potenciando la activación de redes cerebrales específicas.

Ideal para trabajar con el sistema nervioso autónomo en adultos y deportistas.

📌 **Beneficios clave**

Mayor inmersión y engagement o enganche del paciente.

Escalabilidad terapéutica: desde niños con TDAH hasta adultos con trastornos emocionales o neurodegenerativos.

Personalización de protocolos según diagnóstico cualitativo o cuantitativo (QEEG).



¿Qué es NeuroEducación?

NeuroEducación: es el uso combinado del conocimiento teórico y práctico de diferentes disciplinas como la psicología, las neurociencias, la pedagogía para los diferentes aspectos neuropsicológicos de todo el proceso educativo con énfasis en el desarrollo cerebral y de los procesos cognitivos de los niños, adolescentes y adultos en ámbito educativo.

Neurofeedback – una técnica práctica para el desarrollo de las potencialidades cognitivas, la maduración y la plasticidad neuronal.

Neurofeedback es la práctica directa de la neuroeducación.

¿QUÉ HARÉ CUANDO SEA GRANDE?

Ama

Profesor

Doctor

Ingeniero

Médico

Músico

Superhéroe

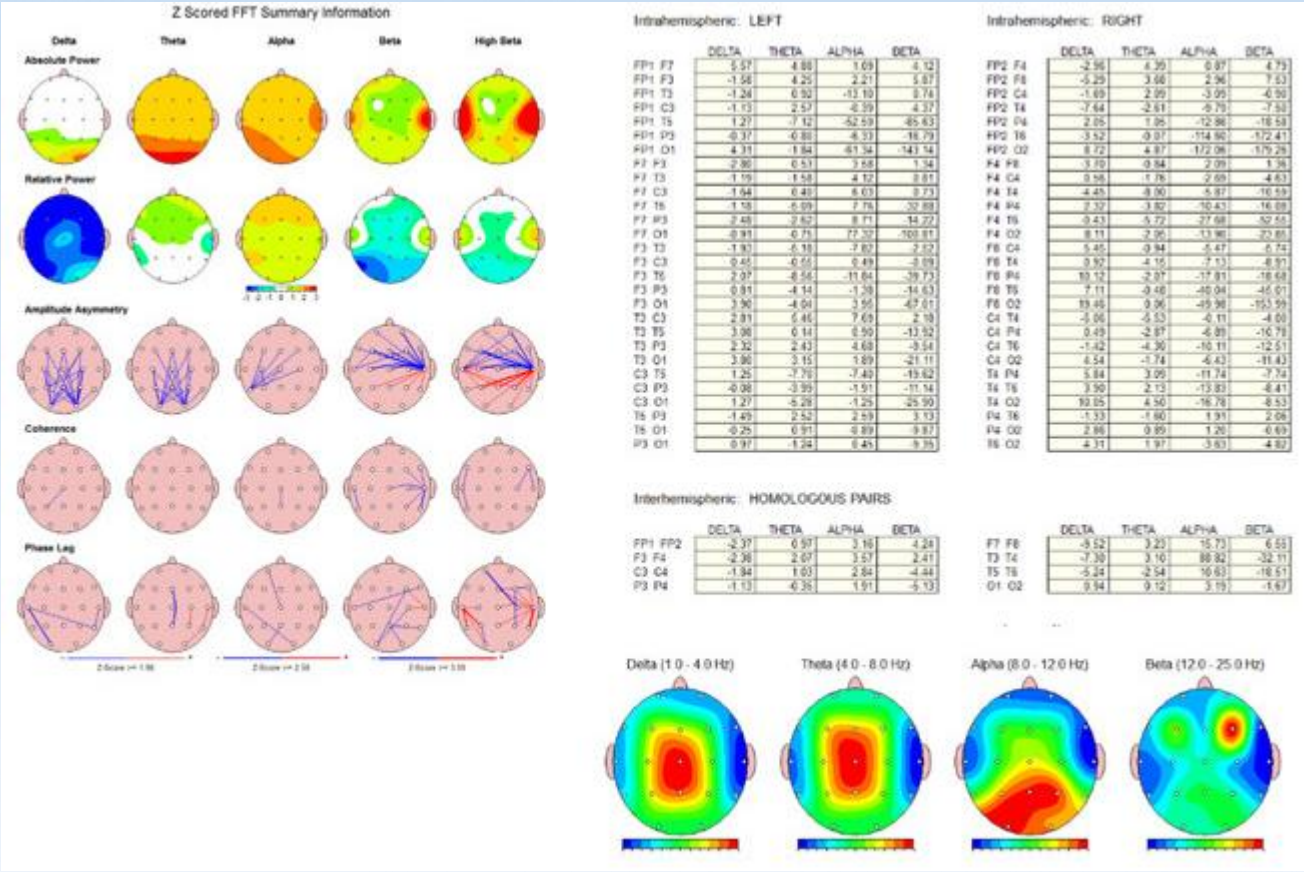
Tatuajes

Familia

casa



Con mapeos cerebrales individuales se puede determinar la predominancia de los circuitos neuronales y saber cuáles son las actitudes y aptitudes del estudiante. La finalidad es ofrecerle una guía certera para la elección vocacional.



BENEFICIOS DEL NEUROFEEDBACK



Está demostrado por cientos de estudios científicos la eficacia del Neurofeedback :

Inteligencia

Entre otros beneficios a nivel cerebral, se descubre a partir de la aplicación de la técnica un aumento de 12 a 19 puntos en el CI, para el caso de los sujetos cuyo motivo de consulta se refiere a problemas de aprendizaje (Doppelmayr, Klimesch, Stadler, Polhuber & Heine, 2002; Moss & Wilson, 2011).

Creatividad

Luego de haber tratado en el 2005 el valor de *theta* para actividades artísticas, onda que describen como un factor positivo para las tareas visoespaciales y que requieren la creatividad (Gruzelier & Egner, 2005). Este hallazgo es confirmado en un estudio posterior del mismo autor, esta vez para encontrar la imagen del funcionamiento mental que represente mejor el proceso creativo (Gruzelier, 2014).

Emociones, depresión, ansiedad

Asimismo, Hammond (2007) explica cómo el entrenamiento con *neurofeedback* puede atacar la predisposición biológica de enfermedades como ansiedad y depresión y en su estudio muestra los resultados de la comparación entre el entrenamiento con 30 sesiones de *neurofeedback* y la administración de medicamentos ansiolíticos y antidepresivos. Como resultado, obtuvo una disminución en la predisposición biológica a partir de la estimulación de la actividad *alpha* del hemisferio izquierdo.

Atención, autismo, dificultades de aprendizaje

En este caso vale la pena mencionar como principales patologías: TDAH, autismo, dificultades de aprendizaje, epilepsia (Kotchoubey, Strehl, Uhlmann, Holzapfel, König & Fröscher, 2001), uso de sustancias psicoactivas (Koob & Volkow, 2010) y TEPT (Trastorno por Estrés Postraumático - Coben & Padolsky, 2007; Gevensleben, Holl, Albrecht, Schlamp, Kratz & Studer et al., 2010).

Deporte

Sin dejar la línea de las artes escénicas de lado, Raymond y colaboradores (2005) hicieron un estudio acerca de *neurofeedback* en bailarines de salón en Norte América que muestra mejorías en la ansiedad cognitiva pre competencia, así como en la gestualidad y expresión facial en el rendimiento de bailarines de otro tipo e incluso gimnastas.

NeuroTerapia en RRHH

Uso del Neurobiofeedback con clientes que buscan optimizar, reclutar o desarrollar las capacidades cognitivas y emocionales propias o del talento en las empresas

RRHH ¿Cómo el NeuroBiofeedback afecta la productividad?

Entrena directamente a tu cerebro para optimizar sus procesos

El manejo del estrés y el manejo del tiempo son dos capacidades resultantes de la aplicación del neurobiofeedback

Aprende a controlar variables afectivas como el estrés y la ansiedad para ser más eficiente

La comprensión de habilidades personales permitirá al empleado conocer sus límites y potenciar sus fortalezas

¿Resultado final? Empleados productivos por lograr tener mayores capacidades en comparación a aquellos individuos sin entrenamiento ya que logran tener procesos cognitivos de mayor calidad





Neurobiofeedback

Todo está en tu mente.

OPTIMIZACIÓN DEPORTIVA PEAK PERFORMANCE

“ UNA DIFERENCIA DE SÓLO 100 MILÉSIMAS DE SEGUNDO PUEDE SIGNIFICAR GANAR O PERDER “

En el rendimiento físico, la diferencia puede depender del estado de atención del deportista, especialmente en momentos de máxima presión. Por tanto, la fuerza mental de un deportista es tan importante como su desempeño físico a la hora de mejorar el rendimiento.

