

**Principios de la metodología del qEEG/ERP.**

- **PRINCIPIO I.** las oscilaciones del EEG y los potenciales evocados representan diferentes características de la electrofisiología del cerebro. Su análisis se realiza mediante complejos algoritmos matemáticos, como la transformada rápida de Fourier o FFT o el A.C.I.
  
- **PRINCIPIO II.** Diferentes oscilaciones del patrón de fondo del EEG (como los ritmos theta, alfa o beta), representan diferentes procesos de modulación en el manejo que las redes neuronales hacen con la información. En sujetos sanos los circuitos cerebrales tálamo-corticales, recíprocamente conectados son los que generan el ritmo alfa, y su normalidad se relaciona con un sistema sensorial intacto. El ritmo beta, sin embargo se origina por la relación entre redes neuronales corticales, unas son activadoras y otras inhibitorias. El ritmo Theta recogido en línea media (Fz), es generado por los bucles septo-hipocámpicos y se asocia a la codificación de memoria episódica. Cada alteración que disminuya o aumente cualquiera de estos ritmos, es comparada con la base de datos.

**Ritmos normales del cerebro humano.**

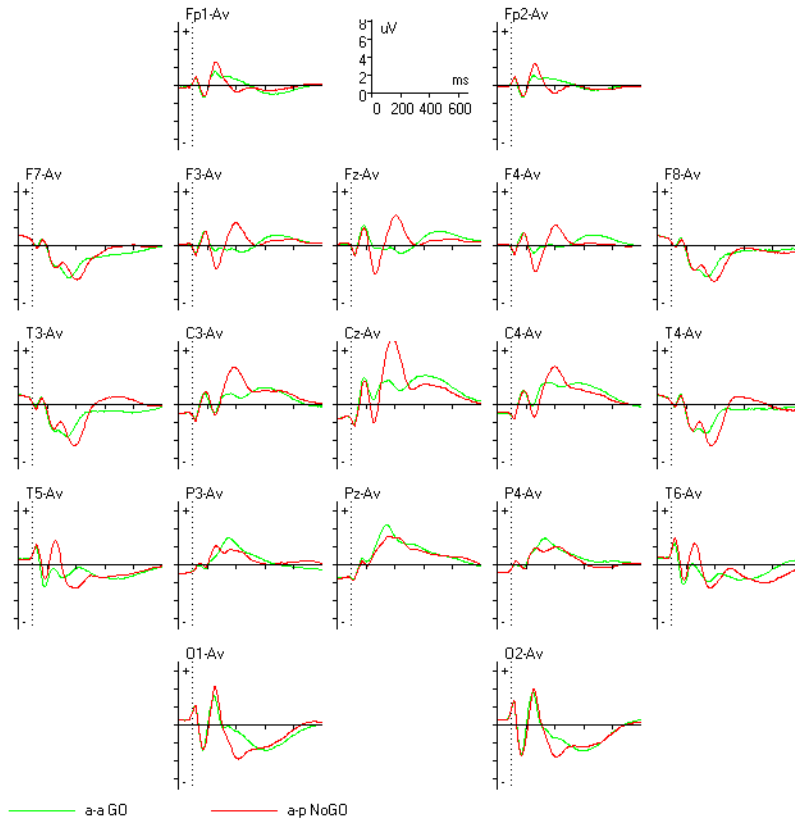
**Q-Biosalux - Human Brain Institute - Russia-Switzerland-Spain-USA**

<b>Nombre</b>	<b>Hz</b>	<b>Localización</b>	<b>Mecanismo de generación</b>	<b>Función</b>	<b>Disfunción</b>
Ritmo alpha Posterior	8-12	O1, O2, Pz (en ancianos también T5, T6)	Circuitos tálamo-corticales.	Refleja que el córtex occipital está preparado para procesar la información visual.	Excesos de amplitudes ( $z > 2$ ) indican que el área occipital, temporal o parietal están preparadas. Los déficit de amplitud indican hiper-activación de dicha zona. Bajas frecuencias indican Hipo-activación.
Ritmo Mu Rolandic o SMR	9-13	C3, C4	Similar al ritmo alfa.	Reflejan buen funcionamiento de l sistema somato-sensorial.	Exceso de amplitud ( $z > 2$ ) indica que nuestro córtex somato-sensorial está preparado. El déficit de amplitud indica hiper-activación.
Ritmo Beta	13-30	En áreas centrales y frontales	Interconexionado de redes corticales activadoras o inhibitorias	Se asocia con la modulación en el procesamiento de la información.	El exceso de amplitud indica hiper-activación de dicha área, aunque no siempre.
Ritmo Theta Línea media	5- 8	Fz. Ritmo generado en cortex pre-frontal y córtex cingulado anterior	Circuitos septales recíprocamente conectados con el hipocampo.	Refleja codificación de la memoria episódica.	Excesos de amplitud y duración indican, alteraciones del sistema límbico y por tanto alteraciones emocionales asociadas.

- **PRINCIPIO III.** Los diferentes componentes de los potenciales evocados se asocian con diferentes operaciones psicológicas.

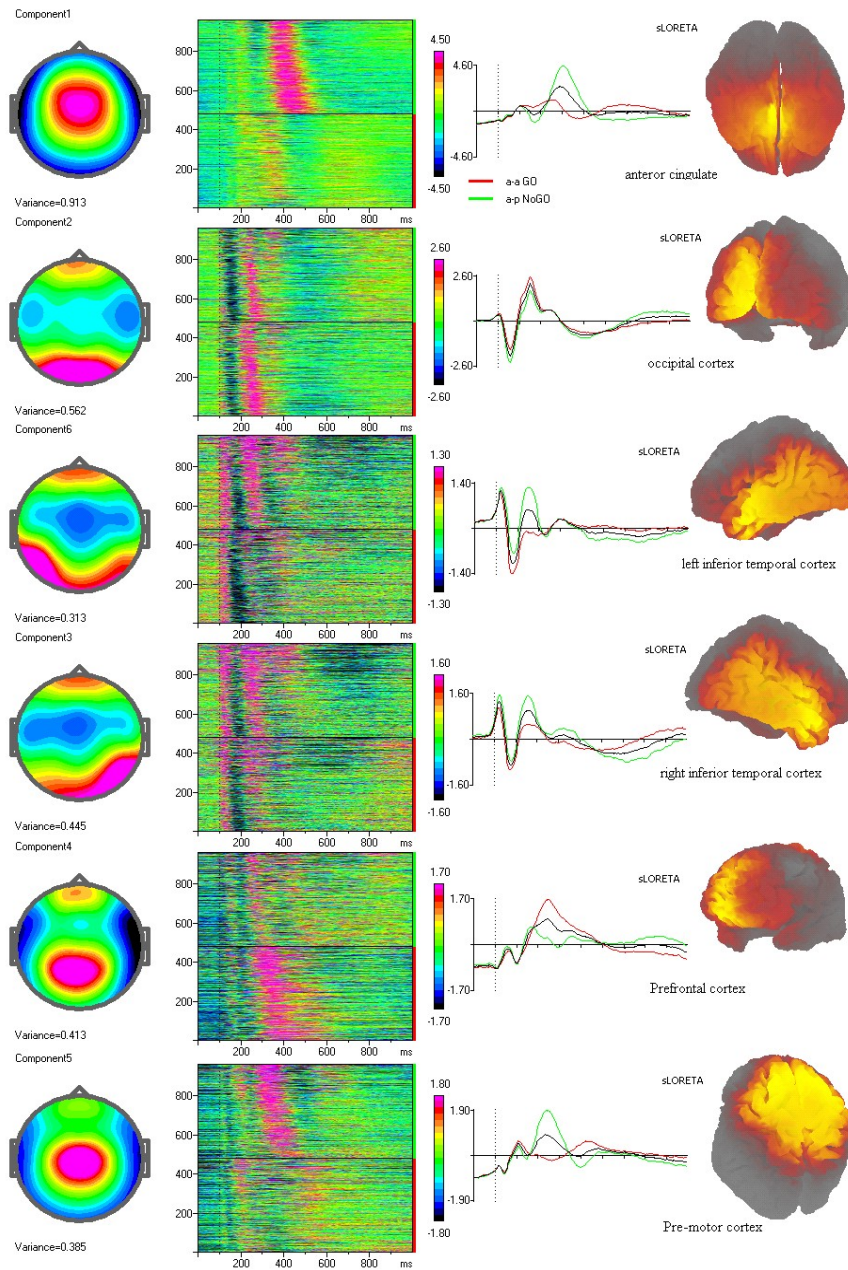
Para descomponer las ondas de los diferentes potenciales evocados en sus componentes, usamos la técnica ACI (análisis de componentes independientes) en un conjunto de unos 1000 individuos sanos. Los distintos componentes extraídos se asocian a diferentes operaciones psicológicas sobre la base de la correlación de alteraciones comportamentales y otras técnicas de neuroimagen como el TEP o la fRNM.

Un ejemplo amplio de cálculo de potenciales evocados promediados para un grupo de adultos sanos (> 20 años) (N=796), se presenta en la figura de abajo. Los potenciales se han computado con una tarea de 2 estímulos, para dos condiciones: GO (verde) y NOGO (rojo).



Un ACI fue practicado como describe (Makage et al., 1999), tras referenciar a montaje promediado. En la siguiente figura se observa el análisis ACI, de todo el conjunto de potenciales evocados para todo el grupo de sujetos sanos para la condición GO/NOGO. Se obtuvieron seis diferentes componentes. Cada uno de ellos con una topografía de generación derecha, media o izquierda según s-Loreta. Nota: la latencia (no la topografía) en alguno de los componentes se incrementa con la edad.

Q-Biosalux - Human Brain Institute - Russia-Switzerland-Spain-USA



Cabe destacar que diferentes tareas psicológicas, se asocian con diferentes componentes, y consecuentemente con diferentes operaciones psicológicas. La mayoría de ellas aparecen listadas en la tabla siguiente:

**Principales Potenciales evocados (E.R.P).**

<b>Componente ERP</b>	<b>Tarea</b>	<b>Latencia (ms)</b>	<b>Localización</b>	<b>Generador</b>	<b>Significado funcional</b>	<b>Sistema cerebral</b>
MMN	Tarea auditoria discordante (pasiva o activa)	140	Fz	Córtex Temporal y cortex frontal	Automatic comparison of an acoustic stimulus with the sensory trace.	Sensorial
P1 and N1	Cualquier tarea con presentación de estímulo	Alrededor de 100	Modalidad específica	En la vecindad de las áreas sensoriales primarias	Procesamiento de información en áreas sensoriales	Sensorial
P3b o componente de asentamiento	Tarea discordante de cualquier modalidad	Alrededor de 300	Pz	Distribución amplia de áreas corticales como la temporal, la parietal. Los ganglios basales y el córtex pre-frontal.	Operación de asentamiento, e.j. activación de las regiones posterior y anterior que son necesarias para ejecutar cualquier acción.	Ejecutivo
P2 componente comparador	Discriminación de tareas (selección active entre dos o más acciones)	240-300	Region T5 y T6 en la modalidad visual. F7, F8 en la modalidad auditoria	Áreas de asociación de las modalidades auditoria y visual.	La operación de comparación active es seguida de comparaciones automáticas. Necesarias para la organización de acciones futuras.	Sensorial
P3 NOGO	Tarea GO/NOGO	Alrededor de 400 ms	Fz	Girus cingulado anterior y córtex medio pre-frontal.	Monitorización de operaciones, comparación de resultados de acciones ejecutadas según planificación.	Ejecutivo
P3a	Tarea activa o pasiva discordante de tres estímulos	Alrededor de 300 ms pero menores que en P3b	Fz	Distribuido ampliamente en cortex pre-frontal	Cambio de atención, con activación de circuitos pre-frontales imprescindibles en el control del flujo de la información	Ejecutivo

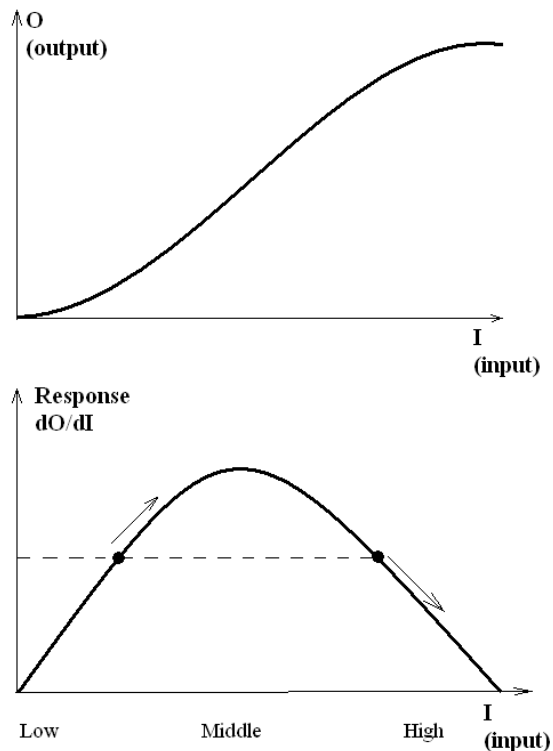
**PRINCIPIO IV.** El cerebro se descompone en sistemas básicos: sistema sensorial, sistema afectivo, sistema ejecutivo y el sistema de la memoria.

Cada sistema se caracteriza por ritmos específicos y componentes ERPs característicos. Los distintos sistemas son controlados por distintos neuro-moduladores, del tronco cerebral, y por lo tanto pueden tratarse con intervenciones farmacológicas a dicho nivel, como aumentar o disminuir la concentración del neuro-modulador, administrando al paciente precursores o mediadores, bloqueando el receptos post-sináptico, bloqueando el mecanismo de recaptación, y/o cambiando el mecanismo celular de la transmisión.

La siguiente tabla muestra la relación entre las diferentes enfermedades psiquiátricas y neurológicas y los diferentes sistemas descritos.

Enfermedad/Sistema	Sensorial	Afectivo	Memoria	Ejecutivo
Dislexia	_____			
Depresión		_____		
Ansiedad		_____		
Enf. Alzheimer			_____	
Parkinson				_____
Esquiizofrenia				_____
TOC				_____
TDAH				_____
Adicciones		_____	_____	_____

- **PRINCIPIO 5.** Todos y cada uno de los sistemas del SNC, obedecen a la ley de la U invertida. La ley predice que la respuesta de un sistema es mayor si la actividad del sistema, permanece dentro de su rango de funcionamiento, pero disminuye de forma anormal, si la actividad del sistema, aumenta o disminuye dicho rango de activación.



En la gráfica superior la respuesta de la red neuronal depende de las entradas, variando en gran medida su nivel de activación o desactivación con un pequeño cambio de sus entradas.

La actividad entera del sistema puede valorarse según el análisis espectral recogido en el EEG espontáneo, mientras que la respuesta del sistema se asocia a los correspondientes componentes de sus potenciales evocados. Por ejemplo, un aumento de la amplitud de la actividad h-beta del córtex pre-frontal medio, significa que una parte del sistema ejecutivo está sobre-activada, mientras que cuando monitorizamos el componente P3, es anormalmente pequeño, lo que indica una respuesta inadecuada de la red neuronal ante situaciones que precisan de monitoreo de acciones.

- **PRINCIPIO 6.**

Las enfermedades del cerebro, por lo tanto se pueden clasificar según el sistema disfuncionante, y por lo tanto en relación con sus desviaciones de la normalidad, de sus correspondientes espectros EEG, así como de los parámetros de sus potenciales evocados o E.R.Ps.

Los científicos han tratado durante siglos de clasificar las enfermedades mentales. En nuestro tiempo se emplean dos sistemas paralelos de clasificación, el DSM-IV y el ICD-10. Ambas clasificaciones resultan, muy arbitrarias, debido a que sólo recogen información descriptiva de alteraciones a nivel comportamental. La necesidad de incluir los endofenotipos, como marcadores objetivos y específicos de cada trastorno, debe tenerse muy en cuenta. Varios componentes del qEEG y de los ERPs, se han sugerido como más que probables candidatos de algunos endofenotipos. Aunque es preciso continuar investigando, los primeros resultados son muy prometedores.

**Tabla- Clasificación de las enfermedades mentales y sus endofenotipos.**

<b>Categoría diagnostic según DSM-IV</b>	<b>Ejemplos de enfermedades</b>	<b>Sistema Cerebral</b>	<b>Endofenotipo EEG</b>	<b>Endofenotipo ERP</b>
Desórdenes diagnosticados normalmente en la infancia y adolescencia.	TDAH Autismo Trastornos del aprendizaje Trastornos de conducta Dislexia	Sistema Ejecutivo	Incremento de ratio theta/beta a nivel central y frontal	Disminución P2 comparando con la disminución de P3 de monitoreo
Desórdenes psicóticos	Esquizofrenia	Sistema Ejecutivo	Incremento de actividad beta a nivel frontal?	Disminución de P3b
Trastornos del ánimo	Depresión mayor Trastorno Bipolar	Sistema Afectivo.	Asimetría izquierda>derecha en actividad frontal alfa	Elevada respuesta de ERPs a estímulos negativos.
Trastornos de ansiedad	T.O.C Trastorno x ansiedad generalizada T. Estrés postraumático	Sistema Ejecutivo	Incremento de actividad beta a nivel central?	Disminución de P3 de momitorización
Delirio, demencia, amnesia y otros trastornos cognitivos.	Enf. Alzheimer	Sistema de memoria episódica.	Incremento de ritmo theta a nivel central y frontal	Disminución de componentes de monitoreo.

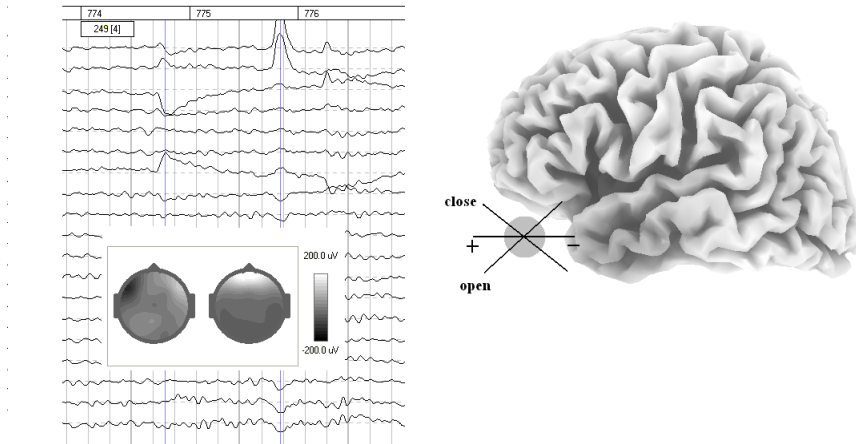
- **PRINCIPIO 7.**

La estimulación transcraneal con corriente continua y el “neurofeedback”, constituyen dos herramientas fundamentales, para la activación o supresión de redes neurales corticales.

En la estimulación transcraneal con corriente, hacemos pasar una pequeña cantidad de corriente continua, despolarizando las células piramidales corticales que hay bajo el ánodo e hiperpolarizando a las cel. piramidales que hay bajo el cátodo. El neurofeedback implica el entrenamiento voluntario y activo de los ritmos cerebrales del sujeto, recogidos y grabados mediante electrodos de EEG. Nuestros trabajos más recientes, indican que la combinación de ambas técnicas, podría ser la mejor forma de activar a nuestra mente.

**Corrección de artefactos mediante filtración espacial.**

La señal EEG suele estar contaminada de diversos artefactos, como los movimientos oculares, horizontales y verticales. También nuestro parpadeo, artefacto la señal EEG sobre todo de los electrodos Fp1 y Fp2, debido a su localización. Todo ello puede verse en la figura inferior.



Una forma de corregir estos artefactos es mediante la substracción del oculograma. Recientemente se han encontrado otros métodos como el basado en AIC (o análisis independiente de componentes). La idea básica es descomponer la señal EEG en dos componentes: uno correspondiente a la actividad eléctrica neuronal y el otro correspondiente a los artefactos. Cada componente consiste en una onda, que describe en el tiempo el curso de la actividad, y un vector topográfico, que describe como cada forma de onda contribuye en cada una de las señales recogidas. Por lo tanto la actividad de los artefactos puede ser reconstruida a partir del producto de su topografía y su forma de onda correspondiente.

Imagen que muestra la aplicación del método AIC, para la corrección de artefactos.

Q-Biosalux - Human Brain Institute - Russia-Switzerland-Spain-USA

