



Universidad
Pontificia
de Salamanca

GUÍA DOCENTE 2026 – 2027

POTENCIALES EVOCADOS: INTRODUCCIÓN, REALIZACIÓN E INTERPRETACIÓN

Máster de Formación Permanente en Cartografía cerebral
aplicada

DATOS BÁSICOS

Módulo**Tipología**

Obligatoria

Modalidad de impartición

Virtual

Créditos

3 ECTS

Calendario

Del 8 de octubre de 2026 al 18 de diciembre de 2026

Horario

Jueves, de 19:00 a 21:30

Viernes, de 16:00 a 21:00

Idioma

Inglés

Profesor responsable

Giuseppe Augusto Chiarenza

E-mail

gachiarenza@gmail.com

Tutorías

Contactar en plataforma Moodle

Otros profesores

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura ofrece una formación integral en los potenciales evocados y en los potenciales relacionados con eventos (PE/ERP), desde sus fundamentos neurofisiológicos hasta su interpretación clínica. Se estudian los mecanismos de generación de las respuestas evocadas, su relación con la actividad EEG espontánea y la distinción entre componentes exógenos, endógenos y relacionados con el movimiento. El programa desarrolla con detalle los aspectos técnicos del registro (amplificación, filtrado, digitalización, montajes y control de artefactos), el diseño de paradigmas experimentales y la sincronización entre estimulación y registro, así como los procedimientos de promediado, corrección de línea base y cuantificación de latencias, amplitudes y distribuciones topográficas.

Se revisan los potenciales evocados sensoriales de uso clínico (visuales, auditivos de tronco cerebral y somatosensoriales), los principales componentes cognitivos (MMN, P300, N400, CNV) y los potenciales relacionados con el movimiento y la conducta dirigida a metas, con especial atención a su maduración a lo largo del desarrollo. La asignatura incorpora además las técnicas de análisis avanzado aplicadas a los PE y sus principales aplicaciones en dislexia, TDAH, dispraxias del desarrollo y patología del adulto. El objetivo es que el alumnado sea capaz de planificar, registrar, medir e interpretar un estudio de potenciales evocados con rigor metodológico, distinguiendo con claridad entre lo observado, lo interpretable y lo que los datos no permiten concluir.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar la asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:

R06. Aplicar técnicas avanzadas de preprocesamiento y análisis de señales EEG para la obtención de métricas espectrales, topográficas y funcionales.

R07. Interpretar estudios de QEEG mediante bases normativas, análisis Z-score y técnicas de localización de fuentes cerebrales.

R12. Integrar la evaluación neurofisiológica, las neuroterapias y los criterios de seguridad en planes de tratamiento personalizados y multidisciplinarios.

CONTENIDOS

Unidad 1. Introducción a los potenciales evocados y relacionados con eventos

- 1.1. Del EEG espontáneo a la respuesta evocada: concepto de señal y ruido.
- 1.2. Terminología y clasificación: potenciales evocados, potenciales relacionados con eventos y potenciales relacionados con el movimiento.
- 1.3. Perspectiva histórica y desarrollo del método.
- 1.4. Aplicaciones en neurociencia cognitiva, neurología, psiquiatría y neuropsicología del desarrollo.

Unidad 2. Bases neurofisiológicas de los potenciales evocados

- 2.1. Generadores corticales y subcorticales: potenciales postsinápticos y sumación espacial.
- 2.2. Dipolos equivalentes, orientación y propagación en el volumen conductor.
- 2.3. Componentes exógenos, mesógenos y endógenos.
- 2.4. Relación entre oscilaciones EEG y respuestas evocadas: modelos aditivos frente a reorganización de fase.

Unidad 3. Fundamentos técnicos del registro

- 3.1. Amplificación, impedancias, filtrado analógico y digitalización de la señal.
- 3.2. Sistemas de electrodos, referencias y montajes en el registro de potenciales evocados.
- 3.3. Frecuencia de muestreo, resolución temporal y filtros anti-aliasing.
- 3.4. Identificación y control de artefactos oculares, musculares y de estimulación.

Unidad 4. Diseño de paradigmas experimentales

- 4.1. Estimulación visual, auditiva, somatosensorial y multimodal.
- 4.2. Paradigmas oddball, go/no-go, priming y tareas de atención sostenida.
- 4.3. Paradigmas de lectura y reconocimiento de letras y palabras.
- 4.4. Tareas motoras autoiniciadas y paradigmas interactivos con retroalimentación.
- 4.5. Control temporal, marcadores de evento (triggers) y sincronización estímulo-registro.

Unidad 5. Promediado y procesamiento de la señal

- 5.1. Promediado convencional: supuestos, relación señal/ruido y número de ensayos.
- 5.2. Corrección de línea base, filtrado digital y rechazo de épocas.
- 5.3. Promediado selectivo en función de la respuesta y del rendimiento.
- 5.4. Limitaciones del promediado: variabilidad de latencia y análisis de ensayo único.

Unidad 6. Medida y cuantificación de los componentes

- 6.1. Latencia, amplitud, área y distribución topográfica.
- 6.2. Criterios de identificación de componentes y ventanas de medida.
- 6.3. Efecto de la referencia y comparabilidad entre sujetos y laboratorios.
- 6.4. Valores normativos, efectos de la edad y variables moduladoras.

Unidad 7. Potenciales evocados sensoriales de aplicación clínica

- 7.1. Potenciales evocados visuales y electroretinograma.
- 7.2. Potenciales evocados auditivos de tronco cerebral y de latencia media.
- 7.3. Potenciales evocados somatosensoriales.
- 7.4. Indicaciones, protocolos y criterios de normalidad y anormalidad.

Unidad 8. Potenciales relacionados con eventos cognitivos

- 8.1. Componentes tempranos: P50, N100 y P200.
- 8.2. Mismatch negativity (MMN) y procesamiento preatencional.
- 8.3. P300 (P3a y P3b): atención, memoria de trabajo y actualización del contexto.
- 8.4. N400 y componentes tardíos del procesamiento semántico y lingüístico.
- 8.5. Variación contingente negativa (CNV), expectativa y preparación.

Unidad 9. Potenciales relacionados con el movimiento y conducta dirigida a metas

- 9.1. Bereitschaftspotential y periodo premotor.
- 9.2. Potencial de corteza motora y periodo motor-sensorial.

- 9.3. Skilled performance positivity y evaluación del resultado de la acción.
- 9.4. La tarea de ejecución hábil: metodología, registro y análisis.
- 9.5. Ontogénesis de la conducta dirigida a metas y maduración de los componentes.

Unidad 10. Desarrollo, maduración y variabilidad normativa

- 10.1. Cambios de los potenciales evocados a lo largo del desarrollo y del envejecimiento.
- 10.2. Bases de datos normativas de potenciales evocados y análisis Z-score.
- 10.3. Fuentes de variabilidad: vigilancia, medicación, cooperación y factores del sujeto.
- 10.4. Fiabilidad test-retest y reproducibilidad de los hallazgos.

Unidad 11. Aplicaciones en neuropsiquiatría del desarrollo

- 12.1. Dislexia del desarrollo: procesos de lectura, subtipos y correlatos electrofisiológicos.
- 12.2. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad: marcadores, comorbilidad y respuesta al tratamiento.
- 12.3. Dispraxias del desarrollo y trastornos motores asociados.
- 12.4. Discapacidad intelectual, trastornos del espectro autista y evaluación de capacidades residuales.

Unidad 12. Aplicaciones clínicas en el adulto y contextos especiales

- 13.1. Deterioro cognitivo, demencias y trastornos psiquiátricos.
- 13.2. Traumatismo craneoencefálico, alteraciones de la conciencia y valor pronóstico.
- 13.3. Farmaco-EEG y monitorización de los efectos del tratamiento.
- 13.4. Interfaces cerebro-computadora y neurofeedback basados en potenciales evocados.

Unidad 14. Elaboración e interpretación del informe

- 14.1. Estructura del informe de potenciales evocados.
- 14.2. De la observación al juicio clínico: límites de la inferencia inversa.
- 14.3. Integración con la evaluación neuropsicológica y con el QEEG.
- 14.4. Buenas prácticas, estándares de reporte y reproducibilidad.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las metodologías docentes que se desarrollarán en las actividades formativas de esta asignatura serán:

- **Clase magistral participativa:** sesiones expositivas dedicadas a los fundamentos neurofisiológicos, técnicos y metodológicos de los potenciales evocados y relacionados con eventos.
- **Aprendizaje basado en problemas:** resolución y discusión de problemas relativos al diseño de paradigmas, la medida de los componentes y la interpretación de los resultados.
- **Estudio de casos:** revisión crítica de estudios representativos y de casos clínicos para valorar la aplicación, las fortalezas y las limitaciones de cada paradigma.
- **Aprendizaje cooperativo:** análisis de controversias metodológicas actuales, incluyendo la identificación de componentes, la variabilidad de latencia y los límites de la inferencia sobre los generadores neurales.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Las actividades formativas que se llevarán a cabo en esta asignatura serán:

- **Clases teóricas:** estudio de los fundamentos conceptuales, neurofisiológicos y metodológicos de los potenciales evocados y de sus principales componentes.
- **Seminarios prácticos:**
 - **Software especializado:** promediado, medida, representación topográfica y análisis de potenciales evocados a partir de registros reales.
 - **Actividades prácticas:** resolución de ejercicios y análisis de registros mediante herramientas de promediado, medida e interpretación de potenciales evocados sensoriales, cognitivos y motores.
- **Análisis de casos clínicos:** interpretación crítica de resultados y revisión de aplicaciones en investigación y práctica clínica.
- **Tutorías individuales y grupales:** orientación, resolución de dudas, asesoramiento metodológico y retroalimentación sobre las actividades desarrolladas.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Convocatoria ordinaria

La evaluación de la asignatura se realizará mediante evaluación continua y una prueba final de conocimientos. La calificación se distribuirá de la siguiente forma:

- **Prueba objetiva tipo test (70%):** evaluación de los conocimientos teóricos y metodológicos adquiridos durante la asignatura.
- **Evaluación continua (30%):** Actividades prácticas y tareas. Resolución de ejercicios, análisis e interpretación de registros de potenciales evocados, y otras actividades propuestas por el profesorado a lo largo del curso. Estas actividades tendrán carácter acumulativo y permitirán valorar la adquisición progresiva de las competencias de la asignatura.

El profesorado podrá convocar al estudiante a una revisión o defensa de las actividades entregadas cuando lo considere necesario para garantizar su autoría.

Convocatoria extraordinaria

La evaluación seguirá el mismo sistema que en la convocatoria ordinaria, manteniendo la misma ponderación entre la prueba objetiva tipo test (70%) y las actividades prácticas y tareas (30%).

RECURSOS DE APRENDIZAJE Y APOYO TUTORIAL

- Luck, S. J. (2014). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique* (2ª ed.). MIT Press.
- Kappenman, E. S. & Luck, S. J. (Eds.) (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. Oxford University Press.
- Chiarenza, G. A. & Papakostopoulos, D. (Eds.) (1982). *Clinical Application of Cerebral Evoked Potentials in Pediatric Medicine*. Excerpta Medica / Elsevier.
- Duncan, C. C. et al. (2009). Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908.
- Keil, A. et al. (2014). Committee report: Publication guidelines and recommendations for studies using electroencephalography and magnetoencephalography. *Psychophysiology*, 51(1), 1–21. [y su actualización: Keil, A. et al. (2022), *Psychophysiology*, 59(6), e14052]
- Odom, J. V. et al. (2016). ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2016 update). *Documenta Ophthalmologica*, 133, 1–9. [complementar con las guías de la ACNS para PEATC y PESS: <https://www.acns.org/practice/guidelines>]
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T. & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2544–2590.

- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128–2148.
- Kutas, M. & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential. *Annual Review of Psychology*, 62, 621–647.
- Shibasaki, H. & Hallett, M. (2006). What is the Bereitschaftspotential? *Clinical Neurophysiology*, 117(11), 2341–2356.
- Chiarenza, G. A., Villa, M. & Vasile, G. (1995). Developmental aspects of Bereitschaftspotential in children during goal-directed behaviour. *International Journal of Psychophysiology*, 19(2), 149–176.

Recursos prácticos y datos:

ERPLAB Toolbox (<https://erpinf.org/erplab>), ERP CORE — seis paradigmas y datos abiertos (Kappenman, E. S. et al., 2021, *NeuroImage*, 225, 117465; <https://erpinf.org/erp-core>)

Applied Event-Related Potential Data Analysis de S. J. Luck
([https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Psychology/Biological_Psychology/Applied_Event-Related_Potential_Data_Analysis_\(Luck\)](https://socialsci.libretexts.org/Bookshelves/Psychology/Biological_Psychology/Applied_Event-Related_Potential_Data_Analysis_(Luck))).

BREVE CV DEL PROFESORADO

Giuseppe Augusto Chiarenza. Doctor en Medicina y Cirugía, especialista en Neuropsiquiatría Infantil y en Neurología por la Universidad de Milán y certificado BCIA en neurofeedback. Fue investigador sénior del Instituto de Neuropsiquiatría Infantil de la Universidad de Milán y director de la Unidad de Neuropsiquiatría de la Infancia y la Adolescencia y del Departamento de Salud Mental del Hospital «G. Salvini» de Garbagnate Milanese. Es fundador y presidente del Centro Internacional de Trastornos del Aprendizaje, la Atención y la Hiperactividad (CIDAAl) y presidente de la International Organization of Psychophysiology; ha sido presidente de la Federación Europea de Sociedades de Psicofisiología y de la Sociedad Italiana de Psicofisiología, que él mismo fundó. Autor de cerca de 280 publicaciones científicas y de la monografía *Clinical Application of Cerebral Evoked Potentials in Paediatric Medicine* (Elsevier / Excerpta Medica). Su investigación se centra en los potenciales relacionados con eventos y con el movimiento, la psicofisiología del desarrollo y los correlatos electrofisiológicos de la dislexia y del TDAH.