

ESTUDIO NEUROFISIOLÓGICO DE LA VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO

XII Jornadas

Abordaje Multidisciplinar de los Trastornos del Neurodesarrollo en la Infancia



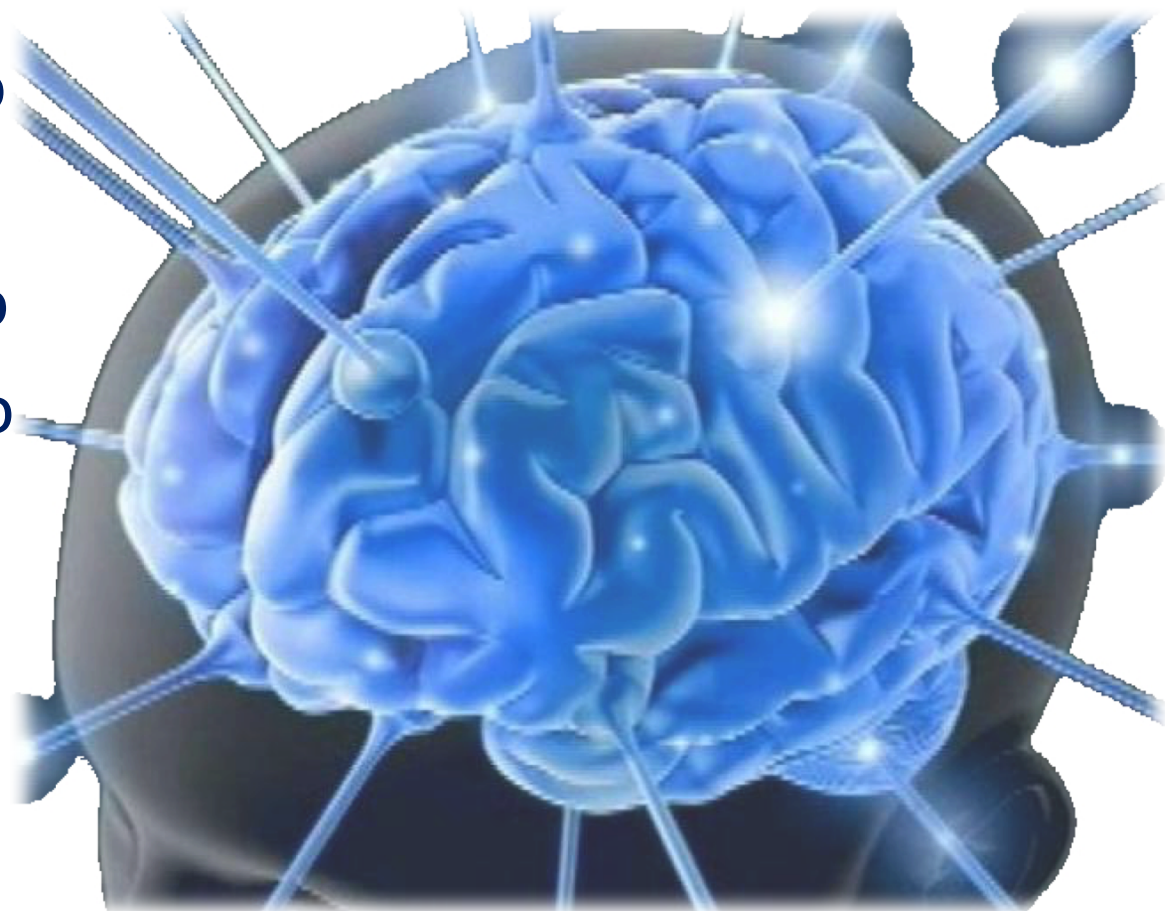
**Hospital Universitario
Ramón y Cajal**

 Comunidad de Madrid

Dra. Elena Caro Martínez
Neurofisióloga (ecarom@icomem.es)
Dpto. Neurociencias - Fundación Promiva
Majadahonda. Madrid

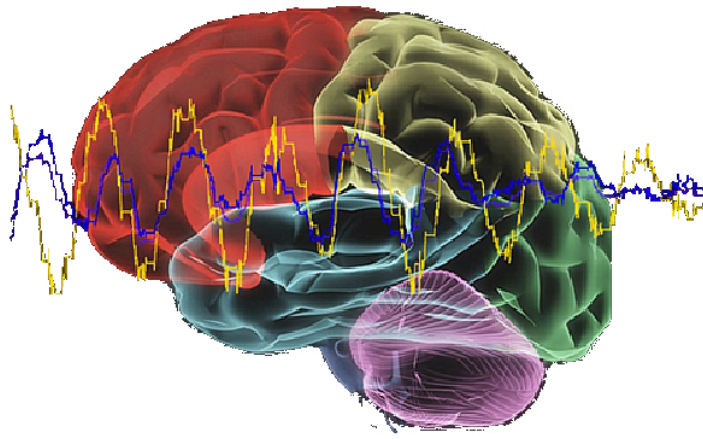
Índice

- Definición de Velocidad de Procesamiento
- Estudio con Potenciales Evocados
- Definición de Potencial Evocado Cognitivo
- Potencial Evocado P3b
- Diferencias entre Estímulo Visual-Auditivo
- Estudio en Trastornos del Neurodesarrollo
- Conclusiones



La velocidad de procesamiento es la capacidad de recibir la información, entenderla y dar una respuesta

- Puede ser **Visual** o **Auditiva**
- Se puede estudiar mediante neurofisiología con Potenciales Evocados



Los Potenciales Evocados son una respuesta generada en el sistema nervioso ante un **estímulo sensorial** (Potenciales Evocados Exógenos) o ante una **operación cognitiva** (Potenciales Evocados Endógenos o Relacionados a Eventos ERPs)

Potenciales Evocados. Definición

- Son el producto de la sumatoria de la actividad sináptica sincronizada de grandes poblaciones neuronales
- Los estímulos pueden ser:
 - Visuales
 - Auditivos
 - Somatosensoriales
- Tienen una amplitud muy baja y por eso los PE quedan enmascarados por la actividad del EEG
- Son necesarias técnicas especiales de registro y procesado de la señal

Potenciales Evocados. Registro

- Para su registro se utiliza un equipo de electroencefalografía conectado a un ordenador
- Hace falta la comunicación con otro ordenador que es el responsable de la estimulación psicofisiológica
- Esto garantiza la sincronización entre la estimulación y **la recogida de la información en el orden de milisegundos**, permitiendo gran precisión en el registro de las respuestas

Potencial Evocado Exógeno

- Su generación depende de los atributos físicos de los estímulos para producir una respuesta
- No implican una operación cognitiva para obtenerlos
- Tienen vías neuronales específicas
- Tipos:
 - Potenciales Evocados Visuales (PEV)
 - Potenciales Evocados Auditivos de Tronco (PEAT)
 - Potenciales Evocados Somatosensoriales (PESS)
 - Potenciales Evocados Motores

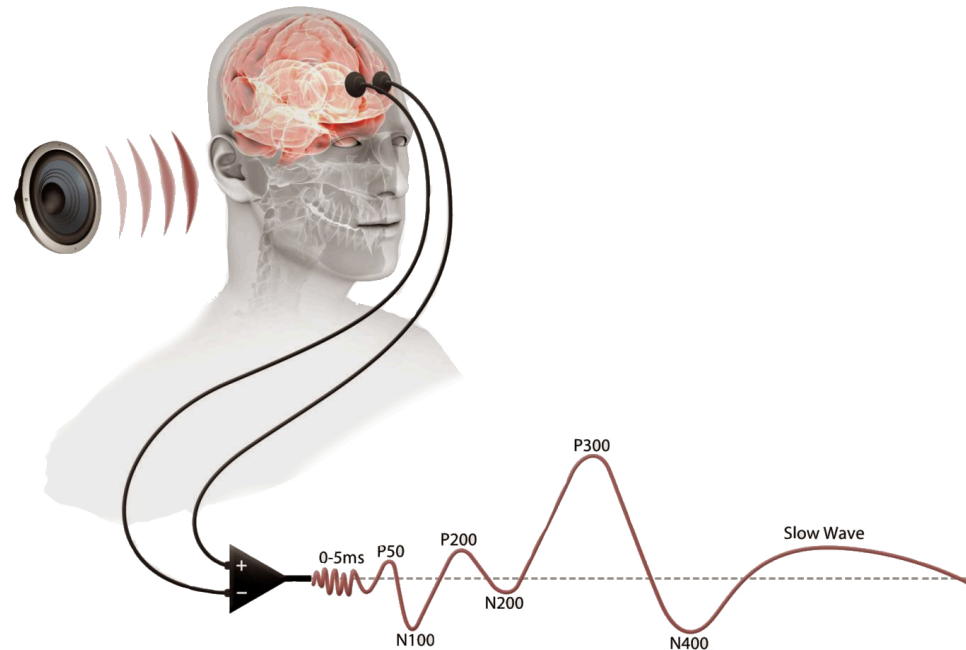
Potencial Evocado Endógeno

- También se llaman: Potenciales Relacionados a Eventos (ERPs) o Potenciales Cognitivos
- Valoran la respuesta de determinadas vías neuronales ante una operación cognitiva
- Las vías neuronales que intervienen en la respuesta no tienen trayectos neuronales obligados como los potenciales evocados exógenos
- El uso de los potenciales endógenos la inició Sutton en el año 1965

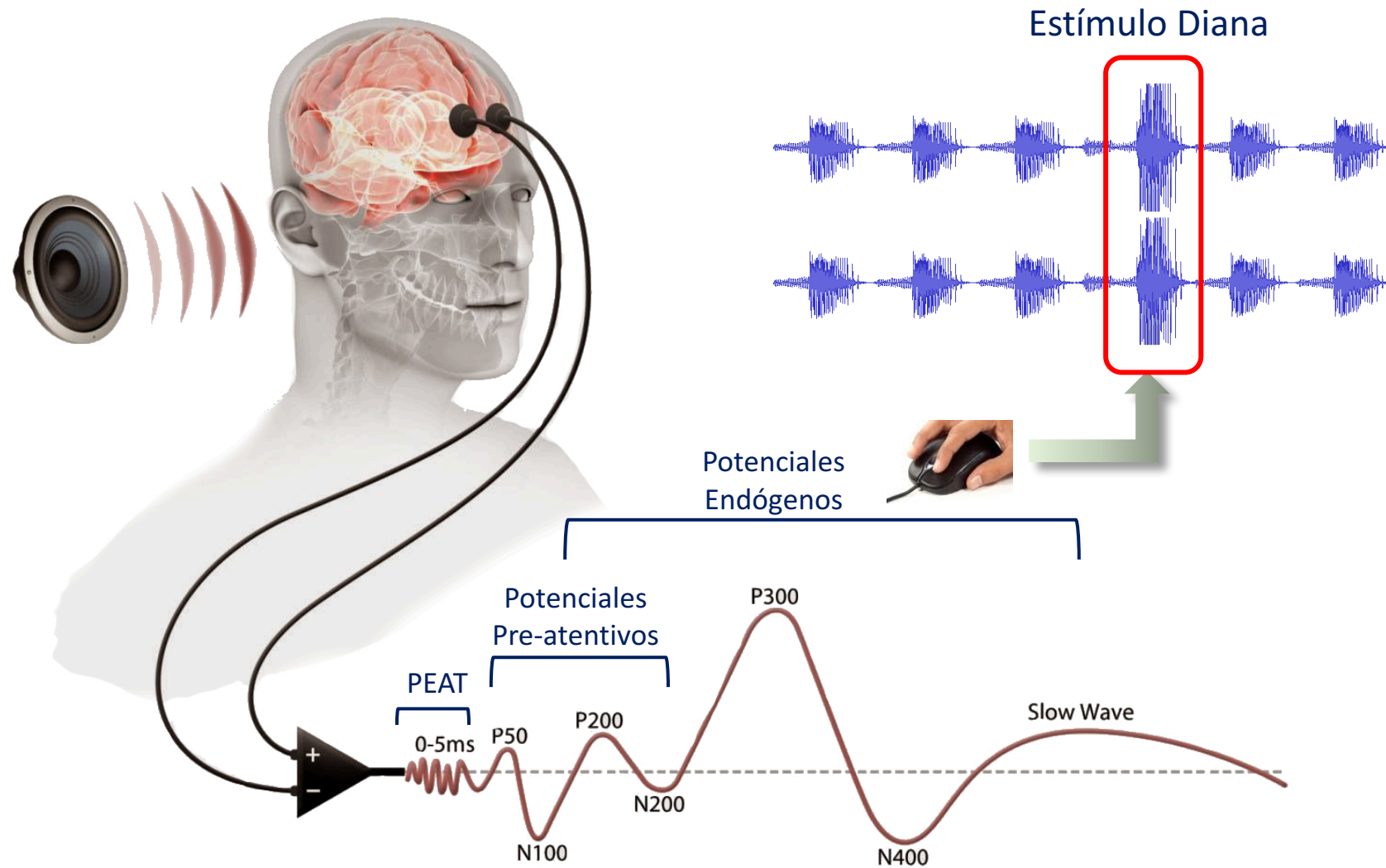
Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. Science 1965; 150(700): 1187-8

División Exógeno-Endógeno

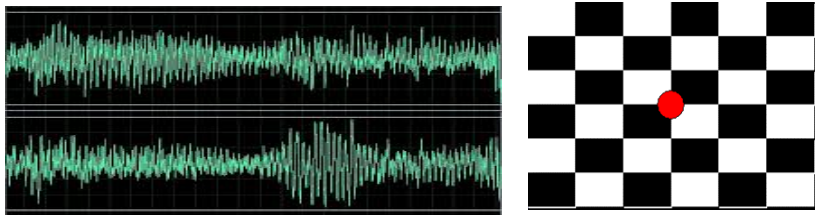
- Esta distinción cada vez se considera más un continuo ya que los componentes exógenos pueden estar influenciados por la atención y los componentes endógenos están influenciados por la modalidad sensorial del estímulo
- Por eso se denominan **Potenciales Evocados Relacionados a Evento (ERPs)**



Potenciales Exógenos Vs Endógenos



Potenciales Evocados Exógeno-Potenciales Relacionados a Eventos



Estímulo Físico



Potencial Evocado Exógeno

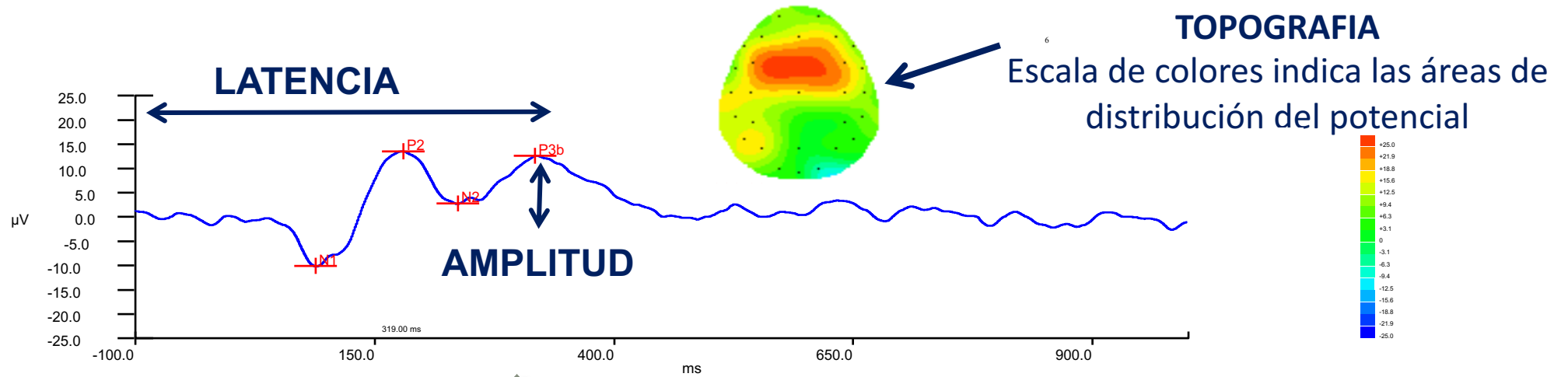


Estímulo Cognitivo

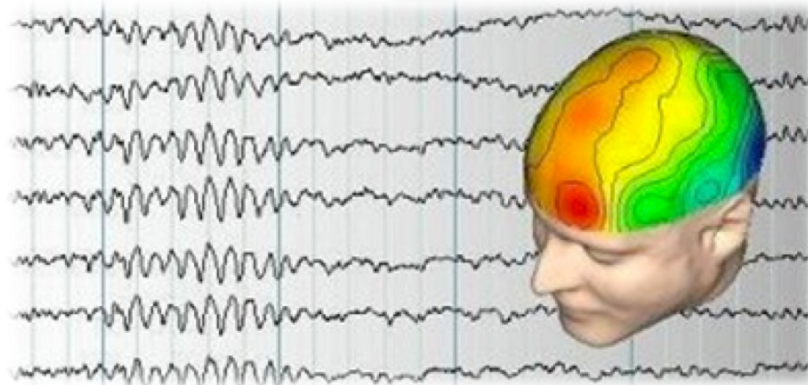


Potenciales Relacionados a Eventos (PRE, ERPs)

Potenciales Relacionados a Eventos (ERPs)



ESTÍMULO
COGNITIVO



Se extraen del EEG las épocas
libres de artefactos y se
promedian para extraer el
potencial

Valor Clínico ERPs

- El valor clínico de los **PEV, PEAT, PESS** está claramente definido
- EL valor clínico de los **ERPs** para asesoramiento individual ha sido puesto en duda debido a la influencia de factores psicológicos en los resultados
- Los potenciales que más se han aceptado su uso para asesoramiento individual y donde existen unos protocolos para su obtención son:
 - **P300**
 - **MMN**
 - **N400**

Duncan CC, Barry RJ, Connolly JF et al (2009) Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. Clin Neurophysiol. Nov; 120(11):1883-908

Tipos de Potenciales Relacionados a Evento (ERP)

- P300 (P3a y P3b)
- Mismatch Negativity (MMN) y Potencial de Discriminación Negativo Tardío (LDN)
- ERN (potencial relacionado con la detección del error)
- CNV (variación contingente negativa)
- N400 (potencial que valora la incongruencia semántica)
- P600 (potencial que valora la incongruencia sintáctica)
- N1a y N1b (percepción visual)

Potencial Evocado P3b

- Se obtiene cuando de forma voluntaria se distingue entre dos estímulos, uno frecuente y otro infrecuente ante el que se debe responder
- Este potencial tiene una distribución parieto-frontal y es el comúnmente llamado P300
- Se ha relacionado su latencia con la velocidad de procesamiento
- El componente P3a aparece sobre áreas frontales y es anterior en aparición al P3b. Es la respuesta de alerta que se produce en la corteza prefrontal ante un estímulo que interrumpe los mecanismos atencionales cuando se está realizando una tarea

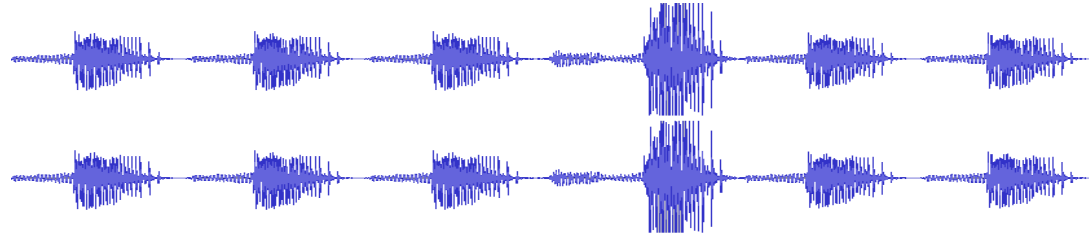
Paradigmas de Obtención

- Paradigmas:
 - Auditivo
 - Visual
 - Somatosensorial
- El más clásico es el paradigma auditivo (paradigma oddball)
- Los estímulos tienen que estar aleatorizados y la proporción óptima es 80 (frecuente) / 20 (infrecuente)

Paradigma Auditivo y Visual

- **Oddball Auditivo:**

Paradigma clásico con contraste de frecuencias (1000/2000 Hz) de manera aleatorizada y en una proporción 80% -20%



- **Oddball Visual:**

Figuras geométricas, paradigma espacial de Posner



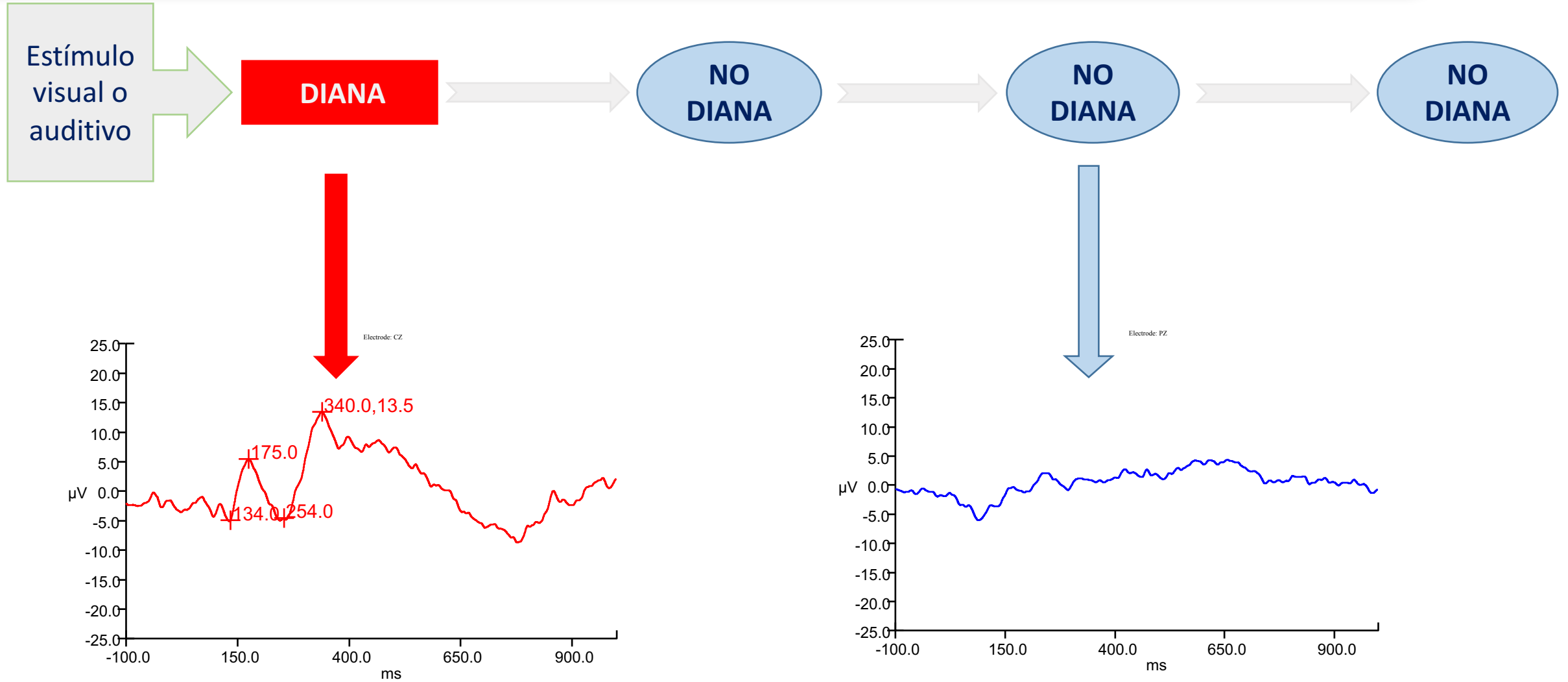
¿Cómo valoramos la conducta de la respuesta?

- Contando mentalmente los estímulos diana
- Respondiendo manualmente a cada estímulo diana

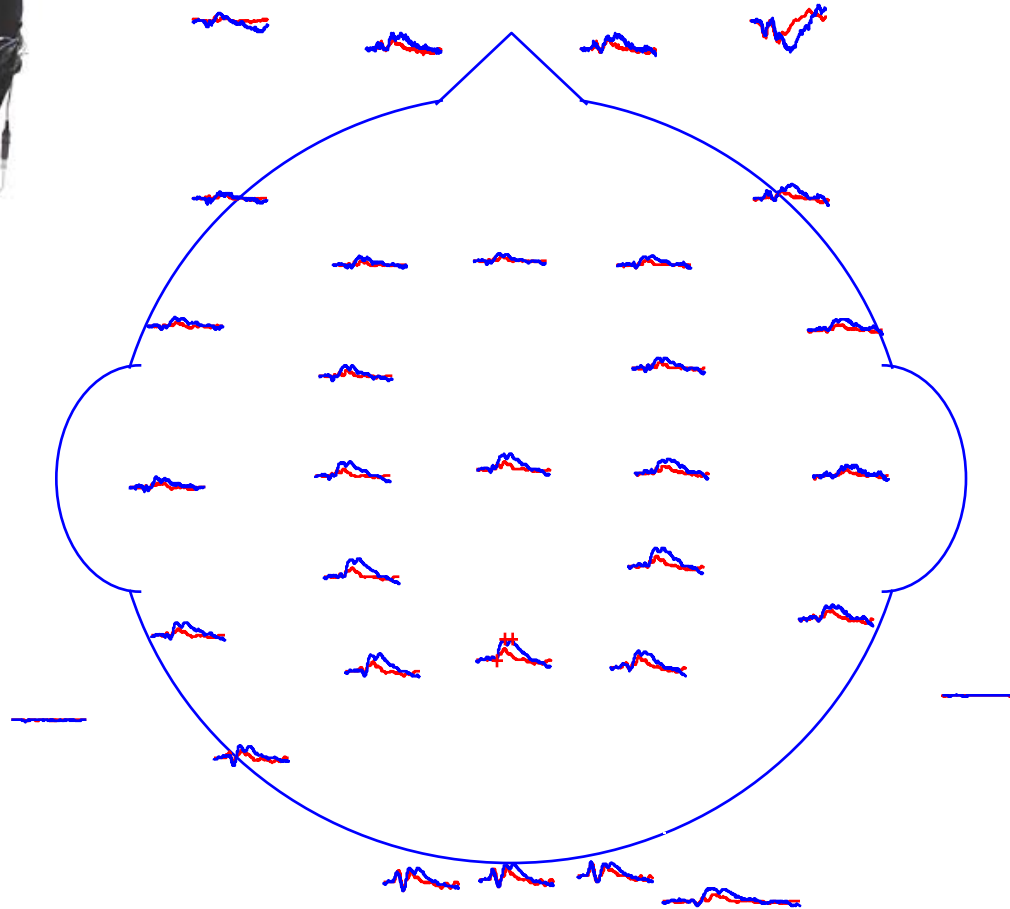
Aunque:

- Puede haber diferencias en la onda debido a la manera de responder
- La generación de la onda P3b no depende de la presencia de una respuesta motora

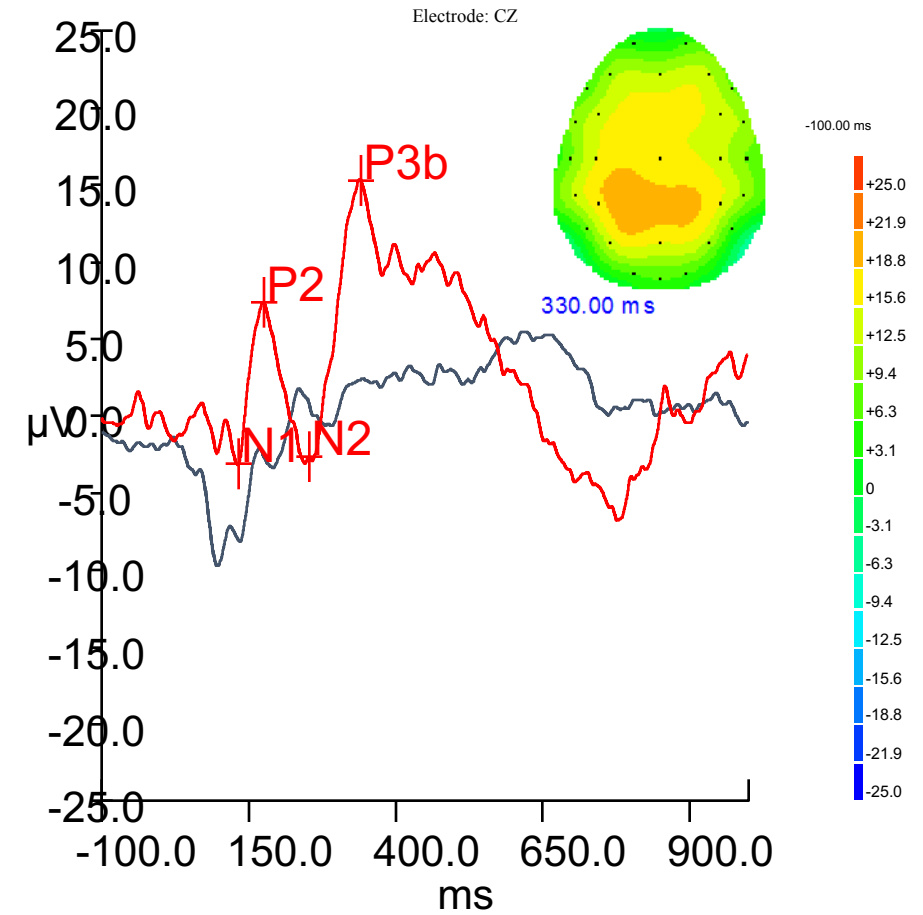
Paradigma Oddball



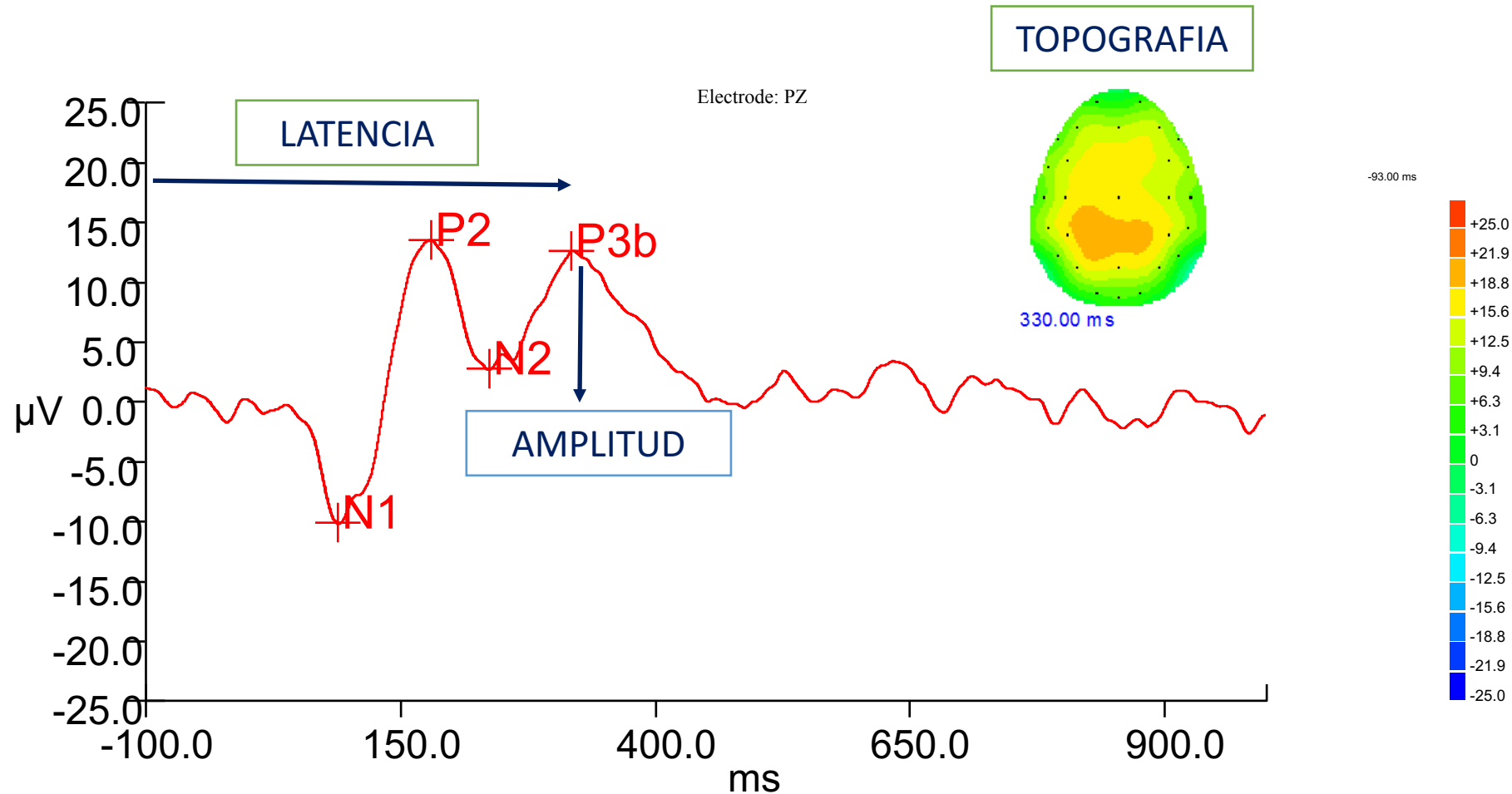
Potencial P3b



NO DIANA. avg
DIANA .avg -



Potencial P3b. Onda Diana. Parámetros



Latencia. Velocidad de Procesamiento

- La latencia se ha relacionado con la velocidad del procesamiento en la detección, discriminación, evaluación y clasificación del estímulo

Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation time. Science, 197

- La latencia es proporcional al tiempo de evaluación del estímulo y varía según las tareas requeridas y las capacidades cognitivas

Polich J. Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. Clinical neurophysiology 118(2007) 2128-214

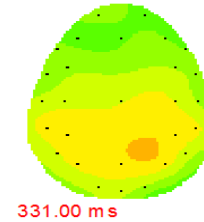
- Posiblemente indica velocidad neural y eficiencia

Van Dinteren R, Arns M, Jongsma ML, Kessels RP P300 development across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2014 Feb 13

¿Con qué funciones se ha relacionado la amplitud?

- La actualización del contexto (memoria de trabajo)
- Mecanismos de evaluación (relevancia)
- Asignación de recursos atencionales
- Nivel de alerta
- Decisión y control de la actividad (go/no go)

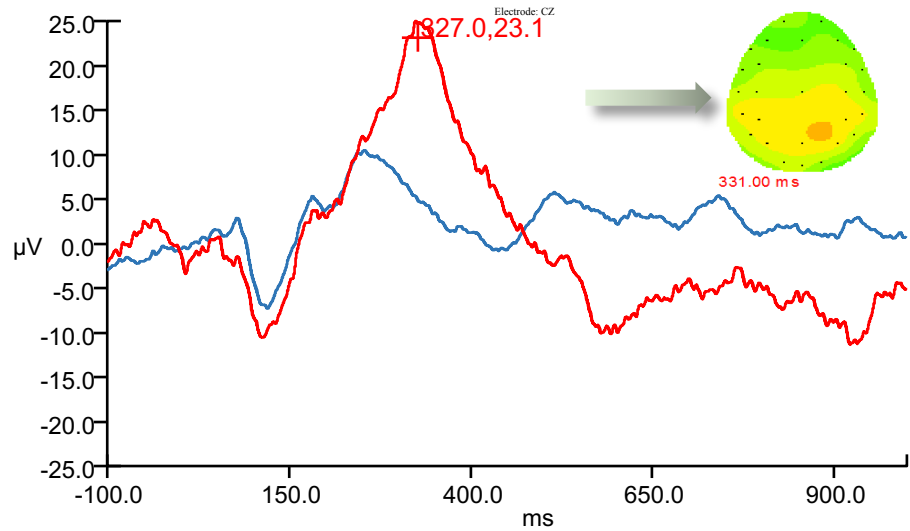
- La topografía habitual es parieto-central
- En los niños tiene una topografía parieto-occipital, más occipital que parietal
- La dificultad para discriminar entre dos estímulos produce una topografía mas frontal



Además de la latencia y la amplitud, la topografía proporciona información relevante

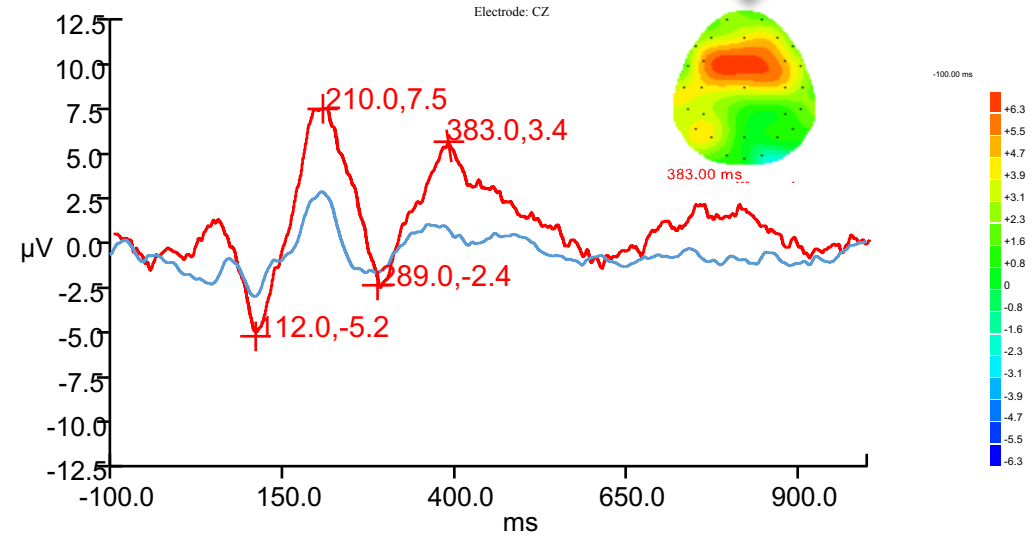
Diferencias en Topografía

NO DIANA AUDITIVA
DIANA AUDITIVA.



Topografía centro-parietal

NO DIANA AUDITIVA
DIANA AUDITIVA



Topografía frontal

Paradigma Visual-Auditivo

- En población con daño cerebral se ha visto que es diferente según tipo de estímulo visual o auditivo
- Se ha demostrado valores más patológicos en la P3 auditiva con respecto a la visual en una población con crisis de ausencia con respecto a una población con crisis parcial compleja lo que indica en este caso una mayor afectación del sistema de procesamiento auditivo

Paradigma Visual-Auditivo

- Las diferencias observadas en la P3 no se debe al complejo previo sensorial N1-P2 que no muestra diferencias en los dos grupos de estudio sino en los procesos posteriores que dan lugar a la P3 auditiva
- La red de procesamiento auditivo está muy afectado en los pacientes con epilepsia tipo ausencia y se detecta por una mayor afectación de la P3 auditiva

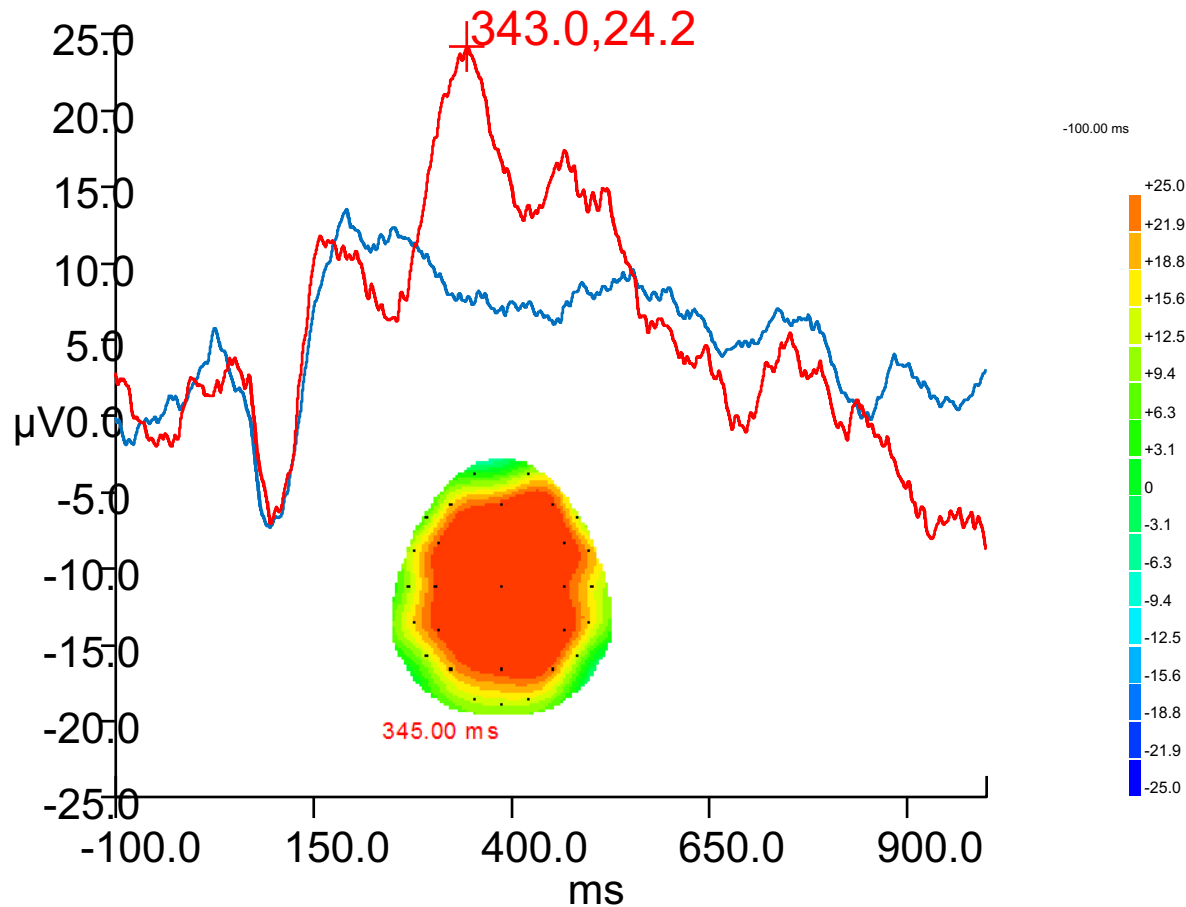
Duncan CC, Mirsky AF, Lovelace CT, Theodore WH. Assessment of the attention impairment in absence epilepsy: comparison of visual and auditory P300. Int.J.Psychophysiol 2009

Paradigma Visual-Auditivo

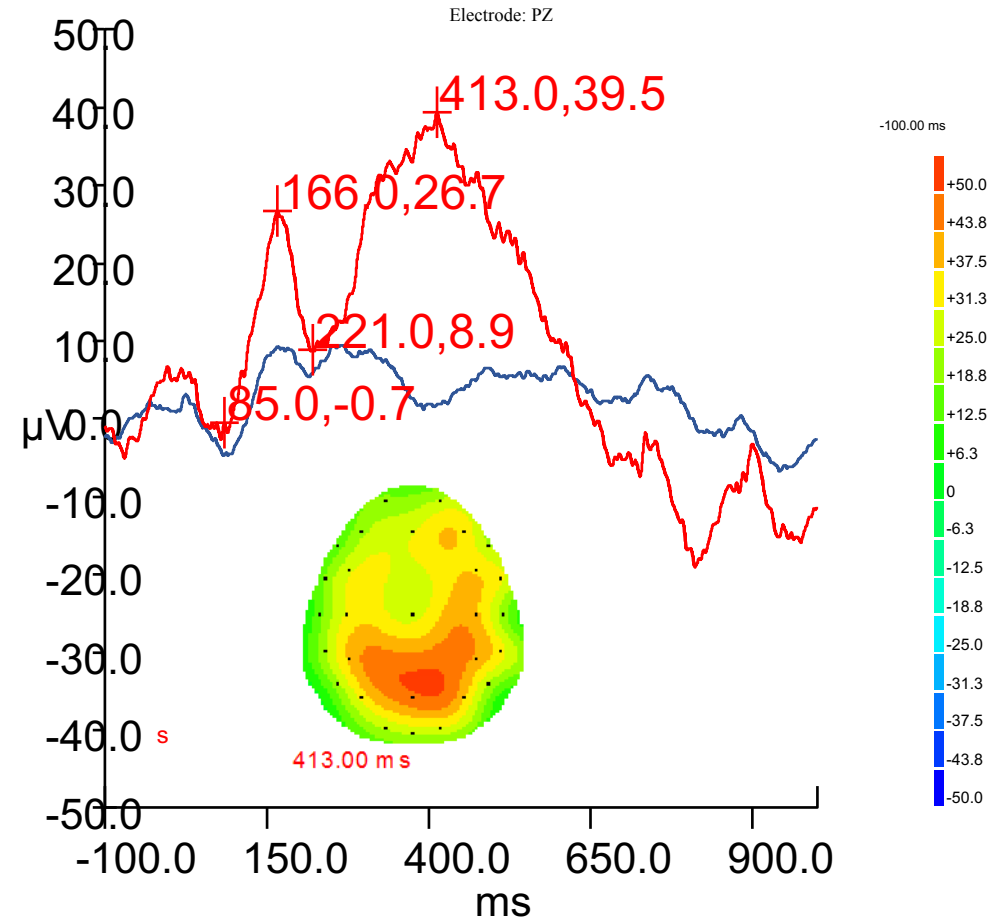
- Si sólo hacemos uno de los dos no puede llevar a error, al evaluar sólo uno de los dos sistemas atencionales
- Es necesario evaluar las dos velocidades de procesamiento visual y auditivo
- En niños con trastorno del neurodesarrollo se observan muchas diferencias individuales ante los dos paradigmas de exploración

Ventaja del Procesamiento Auditivo

Paradigma Auditivo

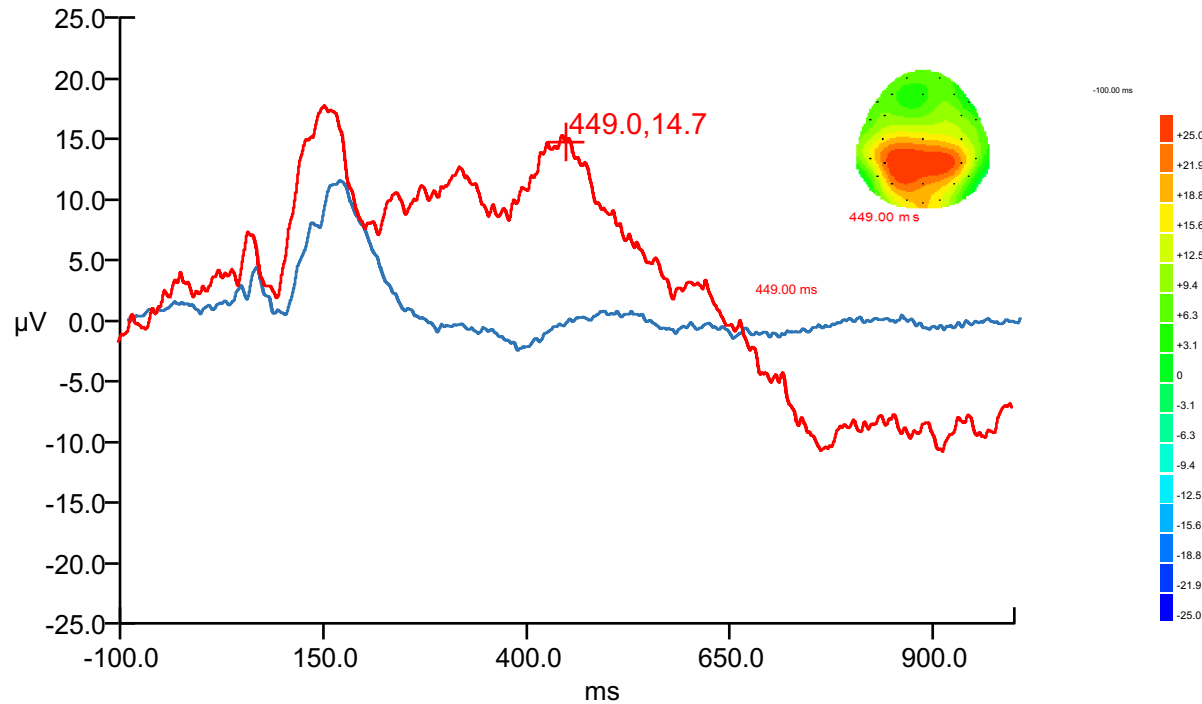


Paradigma Visual

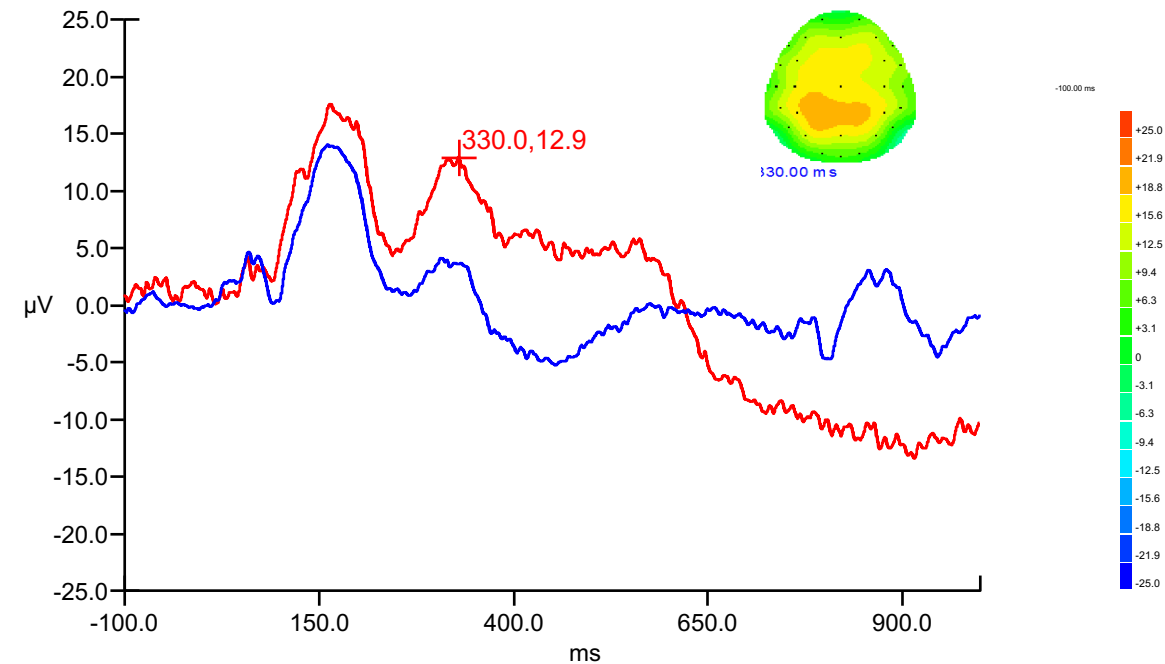


Ventaja del Procesamiento Visual

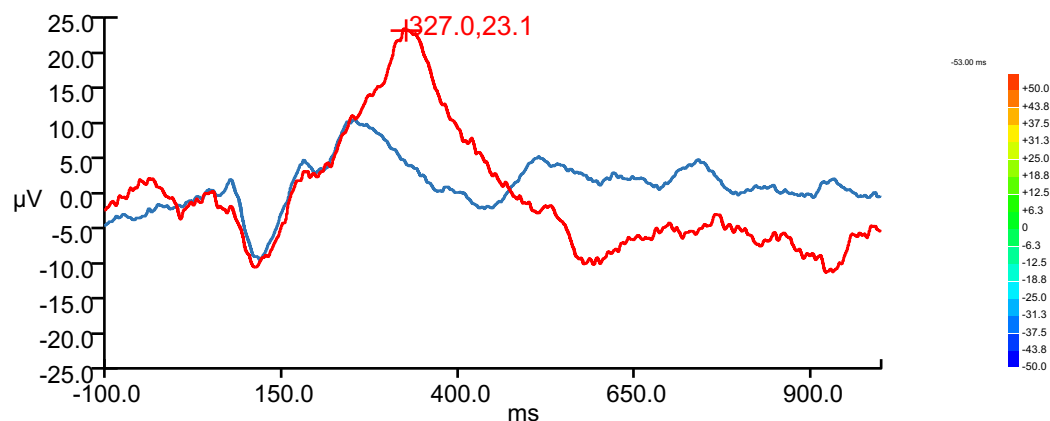
Paradigma Auditivo



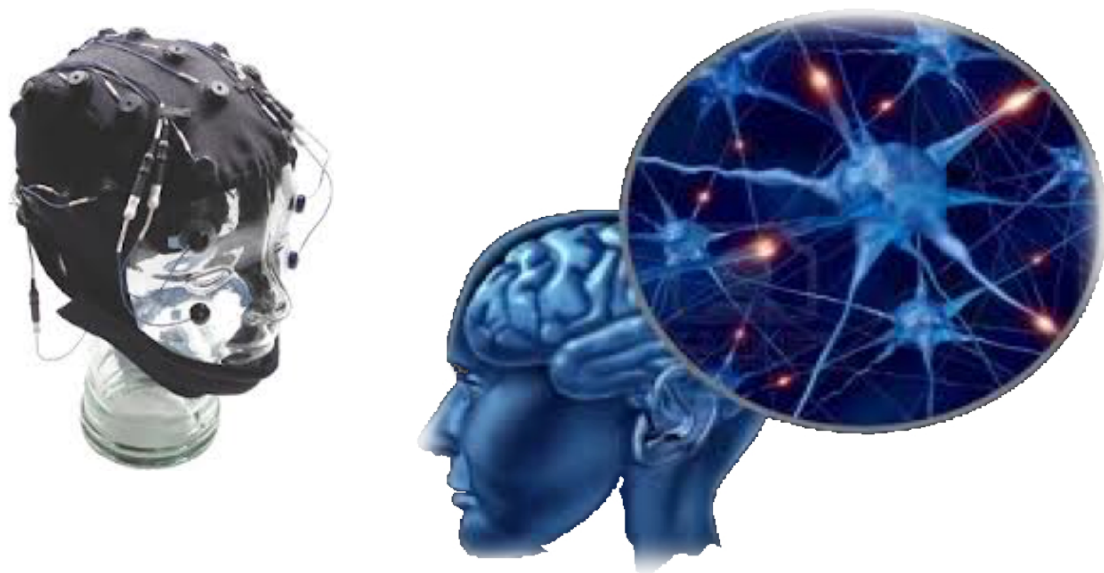
Paradigma Visual



Generadores

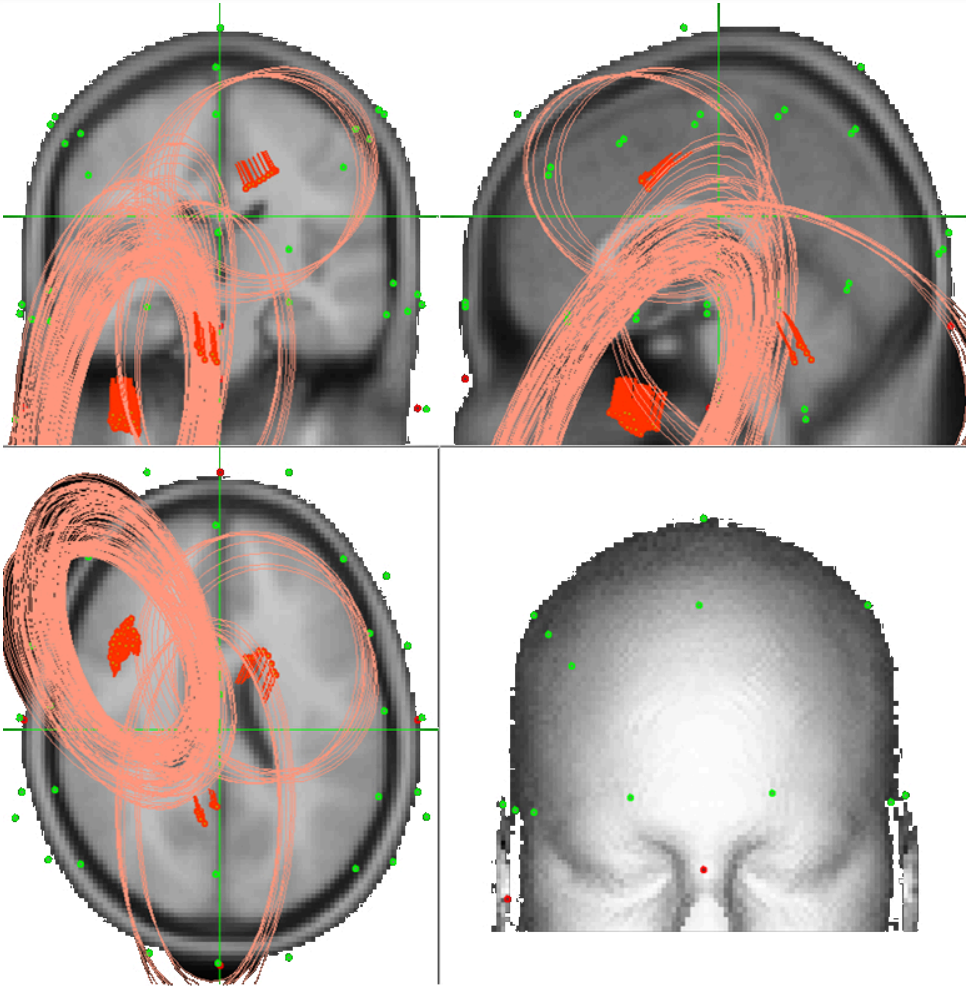


El potencial que registramos en superficie es el resultado de la actividad sincronizada de múltiples neuronas que trabajan en red desde diferentes áreas cerebrales



Los generadores de la P3b se localizaron primero solo en hipocampo, posteriormente se ha comprobado que está implicada una red mas amplia que implica áreas subcorticales

Generadores



Red
Frontoparietotemporal*

**Tálamo

Hipocampo

*Linden DE, Prvulovic D, Formisano E, Vollinger M, Zanella FE, Goebel R, Dierks T. The functional neuroanatomy of target detection: an fMRI study of visual and auditory oddball tasks. Cereb Cortex 1999; 9(8):815-23.

**Fabian Klostermann, Michael Wahl, Frank Marzinzik, Gerd-Helge Schneider, Andreas Kupsch and Gabriel Curio. Mental chronometry of target detection: human thalamus leads cortex Brain (2006), 129, 923–93

Trastornos del Neurodesarrollo y P3b

- ***Prematuros de muy bajo peso evaluados en la edad escolar predice riesgo de problemas cognitivos***

Arrabal-Terán M.C, Mateos-Mateos R, Valle-Trapero M, Pérez-Serrano J.M, Martínez-Arias R, Arizcun-Pineda J. Estudio de potenciales evocados cerebrales en niños de muy bajo peso al nacimiento. REV NEUROL 2004; 39: 105-108

- ***En niños con enfermedad pulmonar crónica la hipoxia correlaciona con la P3b***

Kamel , Abd Elmonaem , Khalil LH, Goda M, Sanyelbhaa , Ramzy..Children with chronic lung diseases have cognitive dysfunction as assessed by event-related potential (auditory P00) and Stanford-Binet IQ (SB-IV) test.Eur Arch Otorhinolaryngol. 2016 Oct;273(10):3413-20

Trastornos del Neurodesarrollo y P3b

- ***Epilepsia benigna de la infancia***

Las descargas interictales en la zona centrotemporal son las responsables del enlentecimiento del procesamiento lingüístico(P3b auditivo)

Casali, Amaral, Boscariol et al. Comparison of auditory event-related potentials between children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes and children with temporal lobe epilepsy. Epilepsy Behav. 2016 Jun; 59:111-6.

- ***Síndrome de West***

Werner K, Fosi T, Boyd SG, Baldeweg T, Scott RC, Neville BG. Temporal lobe impairment in West syndrome: event-related potential evidence. Ann Neurol. 2015 Jan;77(1):47-57.

- ***Trastorno de Déficit de atención con hiperactividad***

Se ha observado un aumento de la latencia (enlentecimiento de la velocidad de procesamiento) y una disminución de la amplitud, respecto a niños control

En la literatura se encuentran más trabajos evaluados sólo con Paradigma Oddball auditivo

Tsai ML, Hung KL, Lu HH. Auditory event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder. Pedi Neonatol. 2012 Apr;53(2):118-24

Trastornos del Neurodesarrollo y P3b

- En los niños con TDHA es necesario evaluar también con el paradigma visual y auditivo, así como evaluar los ritmos cerebrales mediante el Electroencefalograma Cuantificado (QEEG)

Denise Medici. Tesis Doctoral

El impacto clínico del diagnóstico interdisciplinar en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad(TDHA) en un hospital público de la Comunidad de Valencia: Progresión sintomática y medición de posibles comorbilidades clínicas

- Imprescindible evaluar las frecuencias cerebrales del electroencefalograma en reposo, ya que una disminución del ritmo alfa indica menor nivel de alerta

Klimesch W (1999) EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis Brain Res Brain Res Rev. 29(2-3):169-95

Trastornos del Neurodesarrollo y P3b

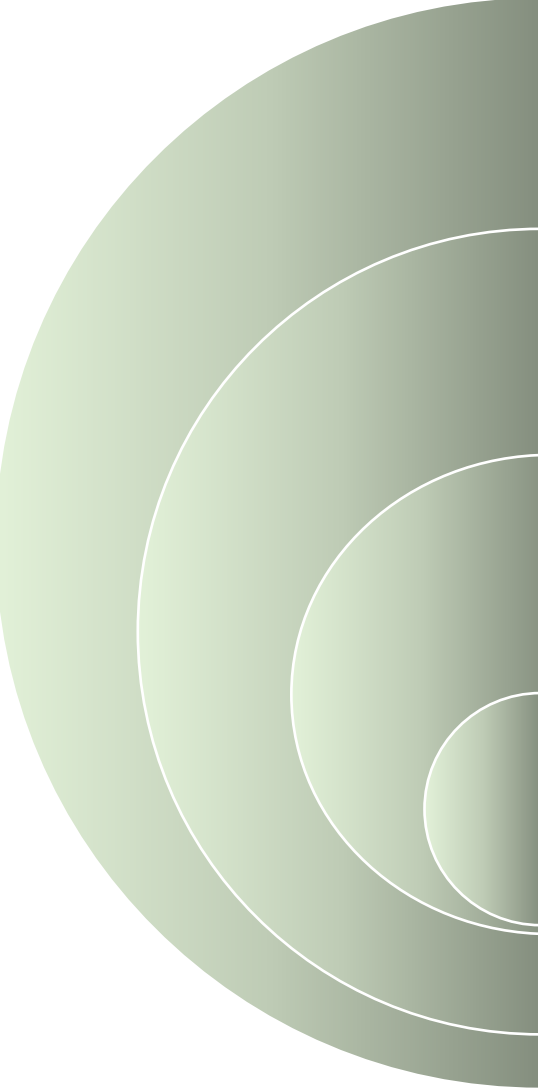
- En dislexia si se sigue la hipótesis del origen fonológico nos va a ayudar a comprobar una anomalía del procesamiento auditivo si lo evaluamos junto al potencial de disparidad o Mismatch Negativity

Maciejewska B, Wiskirska-Woźnica B, Świdziński P, Michalak M..Assessing auditory processing disorders in children with developmental dyslexia using auditory cognitive event-related potentials.Folia Phoniatr Logop. 2013;65(3):129-3

- Si está afectada la vía magnocelular (parietodorsal) hay que explorar con un paradigma visual

Regtvoort AG1, van Leeuwen TH, Stoel RD, van der Leija. Efficiency of visual information processing in children at-risk for dyslexia: habituation of single-trial ERPs. Brain Lang. 2006 Sep;98(3):319-31

Conclusiones



La velocidad de procesamiento se puede evaluar con potenciales evocados relacionados a evento o también llamados cognitivos o endógenos

Dentro de estos potenciales está el P3b también conocido como P300 cuya latencia está relacionada con la velocidad de procesamiento

Es conveniente utilizar dos paradigmas de exploración, visual y auditivo

Se ha comunicado una latencia retrasada de la P3b en varias patologías del neurodesarrollo lo que indicaría la afectación del procesamiento de la información (visual o auditiva) que repercute en los aprendizajes

Gracias por su Atención

