



Hospital Universitario  
Ramón y Cajal



**Abordaje Multidisciplinar de los Trastornos del  
Neurodesarrollo en  
la Infancia (XII)  
2016**

**Conectividad cerebral de los modos visuales  
semántico y espacial**

# El inicio: dos vías de la visión (1982)

## Two Cortical Visual Systems

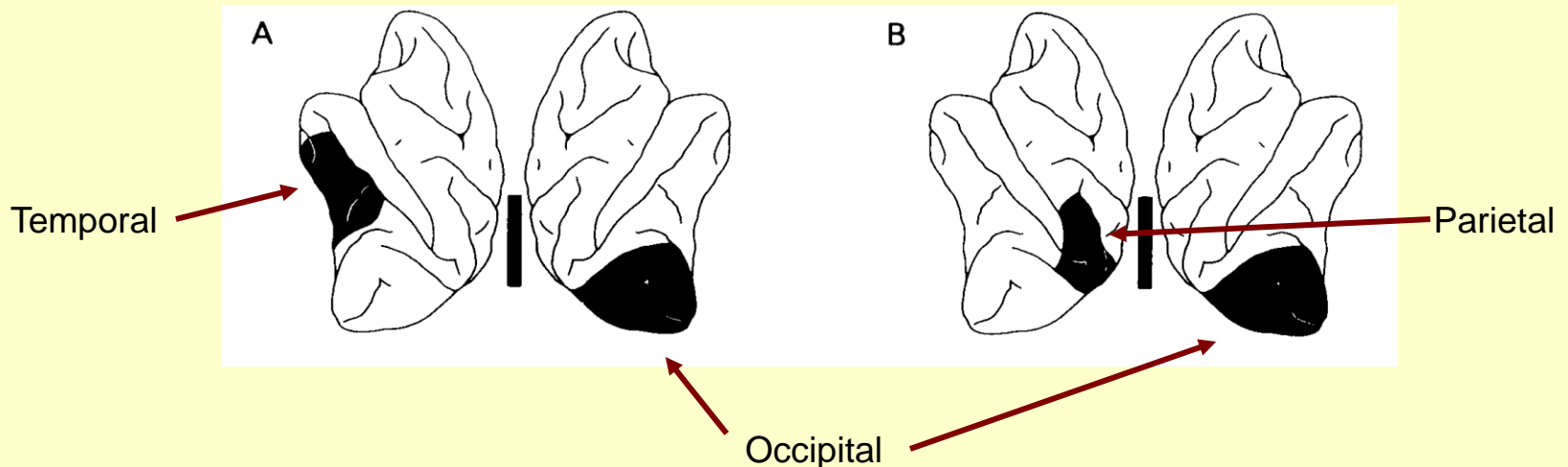
Leslie G. Ungerleider  
Mortimer Mishkin

En

## Analysis of Visual Behavior

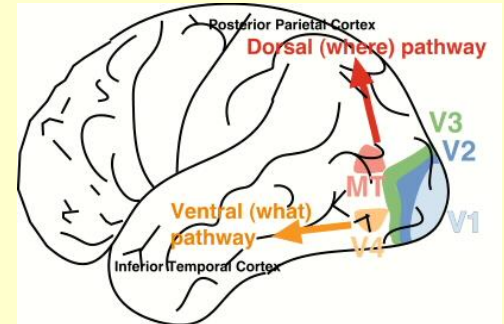
edited by  
David J. Ingle  
Melvyn A. Goodale  
Richard J. W. Mansfield

The MIT Press  
Cambridge, Massachusetts  
London, England  
**1982**



# Vías de la visión

- Vía dorsal (vía del donde)
- Vía ventral (vía del qué)

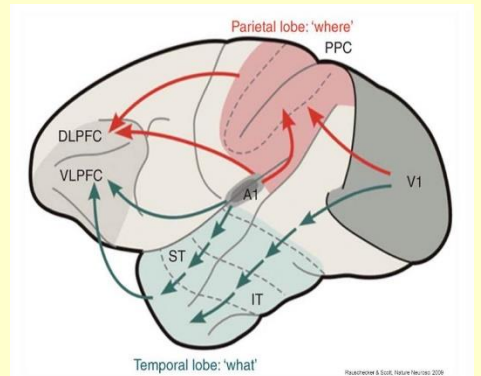


## Modos semántico y espacial de la visión

Jeannerod, M. (1999). "A dichotomous visual brain." *Psyche* **5**(25).

Jeannerod, M. and P. Jacob (2005). "Visual cognition: a new look at the two-visual systems model." *Neuropsychologia* **43**(2): 301-312.

van Elk, M., et al. (2008). "Semantics in action: an electrophysiological study on the use of semantic knowledge for action." *J Physiol Paris* **102**(1-3): 95-100.

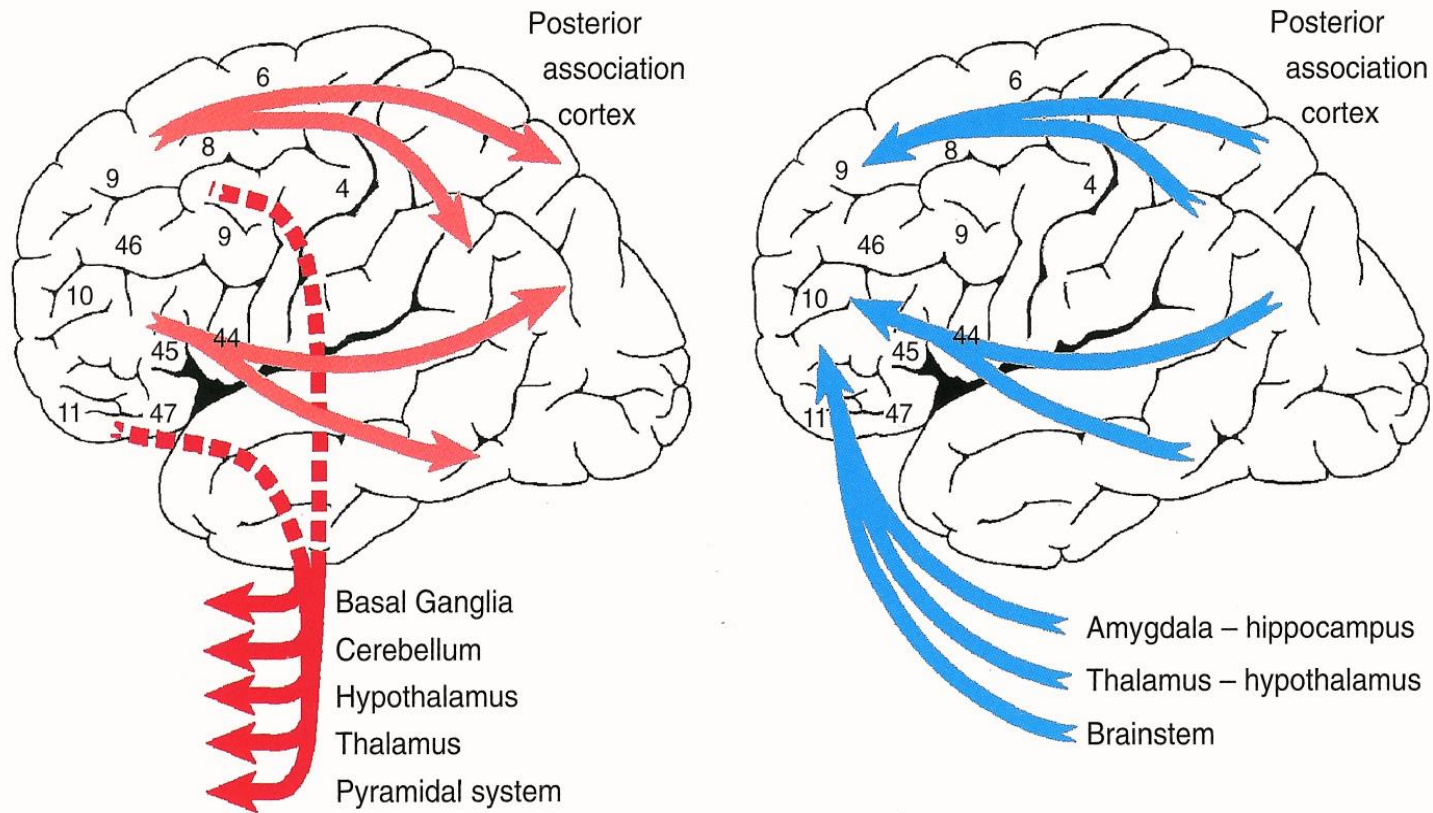


# Circuitos de percepción - acción

Fuster, J. M. (2008 - 2015). The Prefrontal Cortex. London, Academic Press.

VI. TEMPORAL ORGANIZATION OF ACTION

361



**FIGURE 8.4** Schematic diagram of the cortical and subcortical afferents (*right*) and efferents (*left*) of the prefrontal cortex modulating and steering the perception–action cycle toward the goal of concatenated actions.

# Los test utilizados

## WISC = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised

Figuras incompletas

Cubos

Rompecabezas



## ITPA = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities

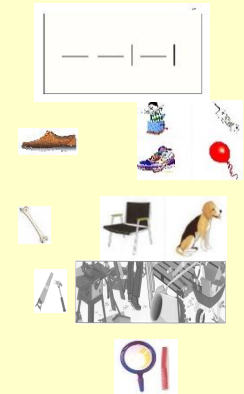
Memoria secuencial visomotora

Comprensión visual

Asociación visual

Integración visual

Expresión motora



## TPVNM = Test de Percepción Visual no Motriz de Colarusso y Hammill.

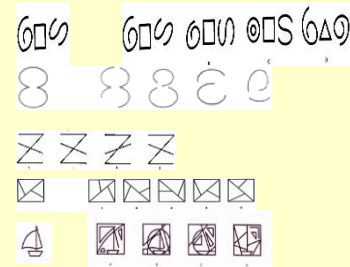
Memoria visual

Conclusión visual

Relaciones espaciales

Posiciones

Figura fondo



## Matriz de configuración de las pruebas utilizadas







<b>N= 375</b> <b>Edad: 14,7 ±2.04</b>	<b>Factores</b>		
	<b>Factor Figurativo Semántico(Ventral)</b>	<b>Factor Geométrico Espacial (Dorsal)</b>	<b>Factor residual</b>
<b>ITPA Comprensión visual</b>	,897	-,230	,081
<b>ITPA Integración visual</b>	,866	-,102	-,061
<b>ITPA Expresión motora</b>	,779	-,039	,089
<b>WISC Figuras incompletas</b>	,736	,034	-,024
<b>ITPA Asociación visual</b>	,731	,099	-,199
<b>WISC Rompecabezas</b>	,563	,268	,105
<b>TPVNM Memoria visual</b>	-,410	,974	-,128
<b>ITPA Memoria secuencial visomotora</b>	,128	,669	,137
<b>TPVNM Conclusión visual</b>	,149	,658	,121W
<b>WISC Cubos</b>	,273	,583	,150
<b>TPVNM Relaciones espaciales</b>	,134	,567	,046
<b>TPVNM Posiciones</b>	,099	,188	,837
<b>TPVNM Figura fondo</b>	,350	,353	-,607

Método de extracción: Análisis de **componentes principales**.

Método de rotación: Normalización **Promax** con Kaiser.

**ITPA** = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities. **WISC** = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised. **TPVNM** = Test de Percepción Visual no Motriz de Colarusso y Hammill.

## Matriz de configuración de las pruebas utilizadas

		Factores
		Factor Figurativo Semántico(Ventral)
<b>ITPA Comprensión visual</b>		,897
<b>ITPA Integración visual</b>		,866
<b>ITPA Expresión motora</b>		,779
<b>WISC Figuras incompletas</b>		,736
<b>ITPA Asociación visual</b>		,731
<b>WISC Rompecabezas</b>		,563

Método de extracción: Análisis de **componentes principales**.




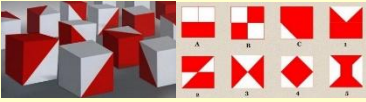
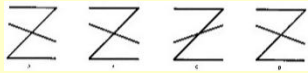
Método de rotación: Normalización **Promax** con Kaiser.

**ITPA** = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities. **WISC** = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised.

**TPVNM** = Test de Percepción Visual no Motriz de Colarusso y Hammill.

Erostarbe-Pérez M. Muñoz-Ruata J. Martínez-Pérez L.: Alteraciones gnoso-práxicas en adolescentes con encefalopatía congénita. XXIV Congreso de la Academia Iberoamericana de Neurología Pediátrica, Madrid 9-10 sep 2016. Revista Chilena de Pediatría vol 87, n°1, pp. s107, sep. 2016.

## Matriz de configuración de las pruebas utilizadas

		Factores
		Factor Geométrico Espacial (Dorsal)
<b>TPVNM Memoria visual</b>		,974
<b>ITPA Memoria secuencial visomotora</b>		,669
<b>TPVNM Conclusión visual</b>		,658
<b>WISC Cubos</b>		,583
<b>TPVNM Relaciones espaciales</b>		,567

Método de extracción: Análisis de **componentes principales**.

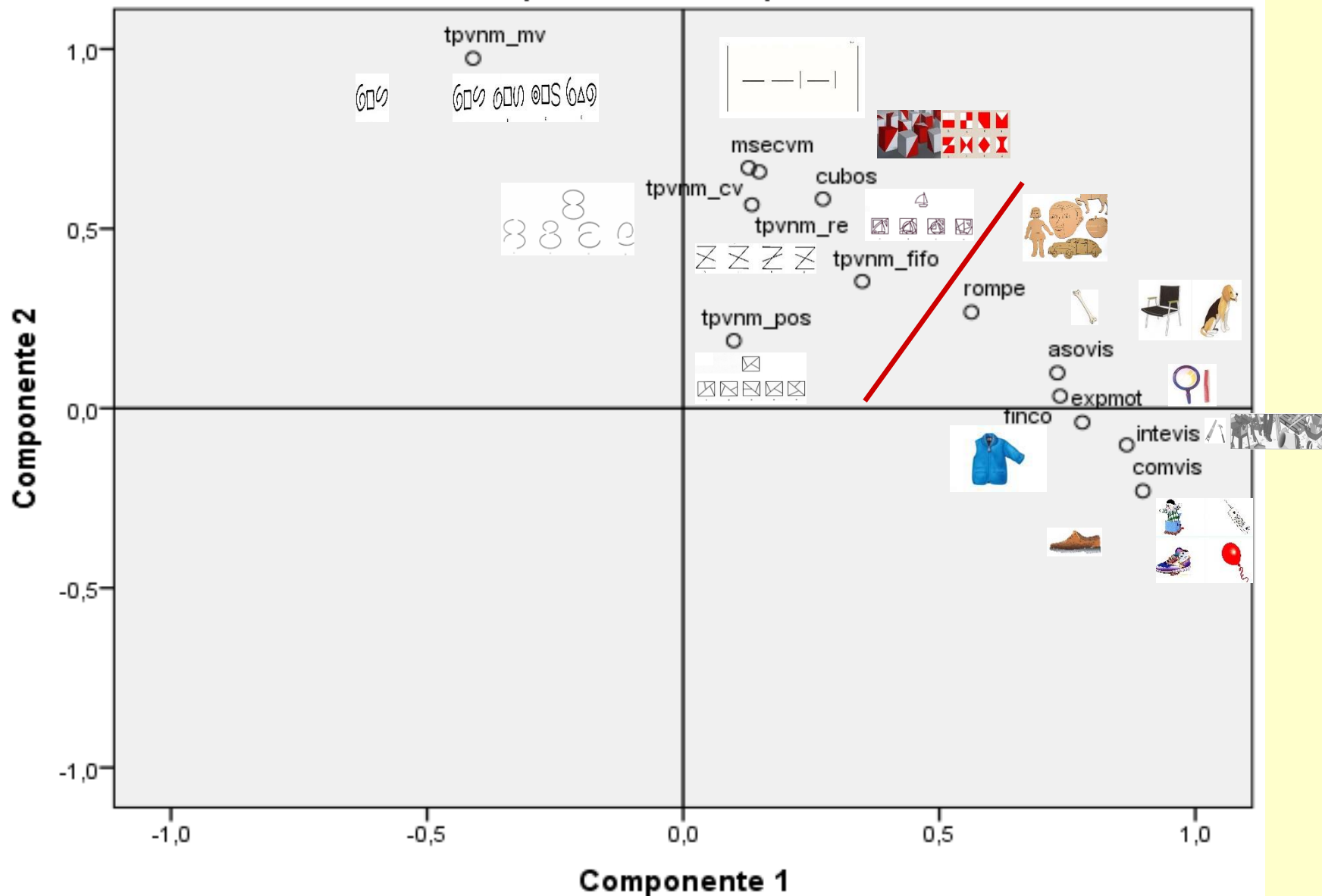
Método de rotación: Normalización **Promax** con Kaiser.

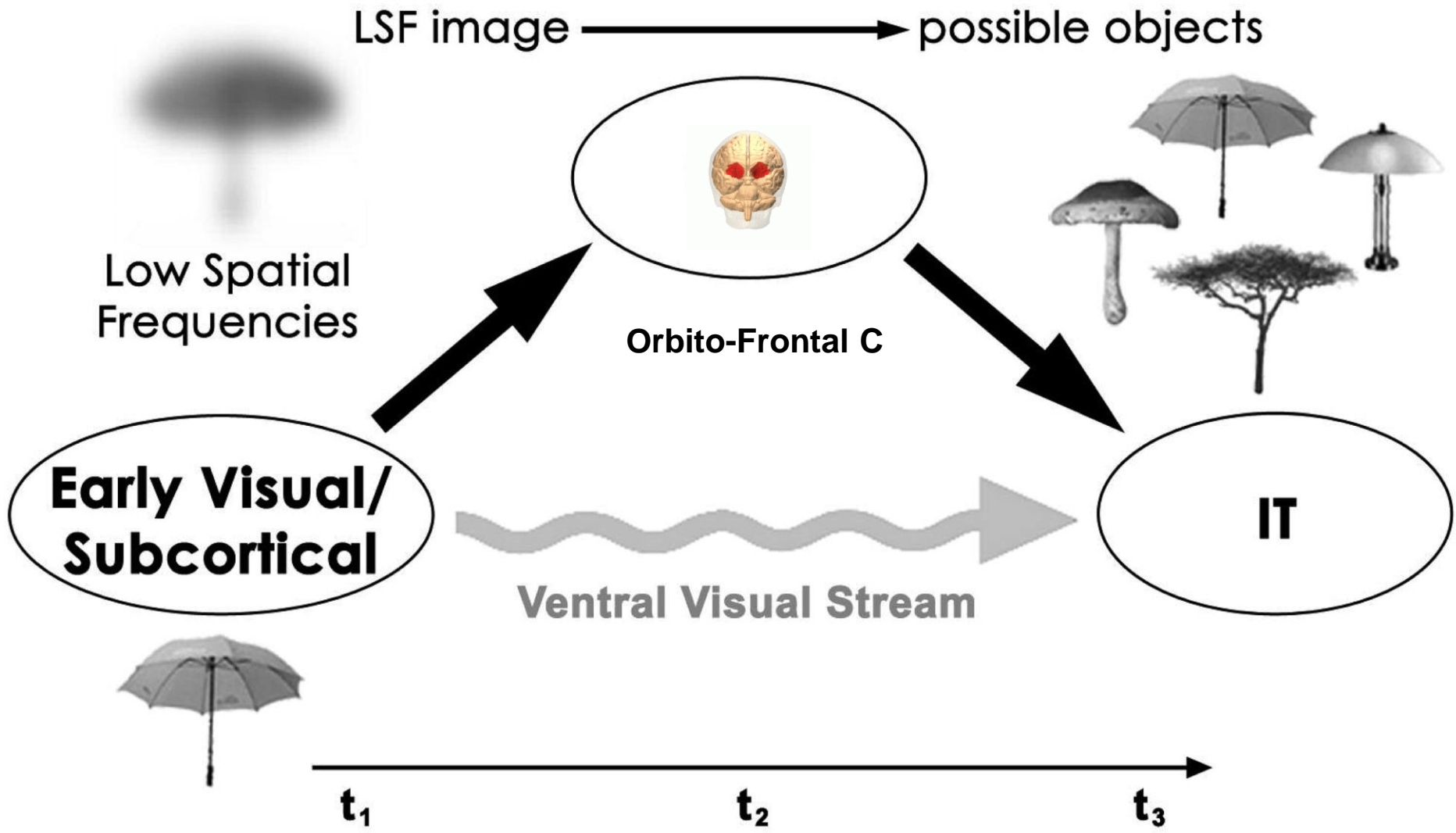
**ITPA** = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities. **WISC** = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised. **TPVNM** = Test de Percepción Visual no Motriz de Colarusso y Hammill.

Erostarbe-Pérez M. Muñoz-Ruata J. Martínez-Pérez L.: Alteraciones gnoso-práxicas en adolescentes con encefalopatía congénita. XXIV Congreso de la Academia Iberoamericana de Neurología Pediátrica, Madrid 9-10 sep 2016. Revista Chilena de Pediatría vol 87, nº1, pp. s107, sep. 2016..



## Gráfico de componentes en espacio rotado

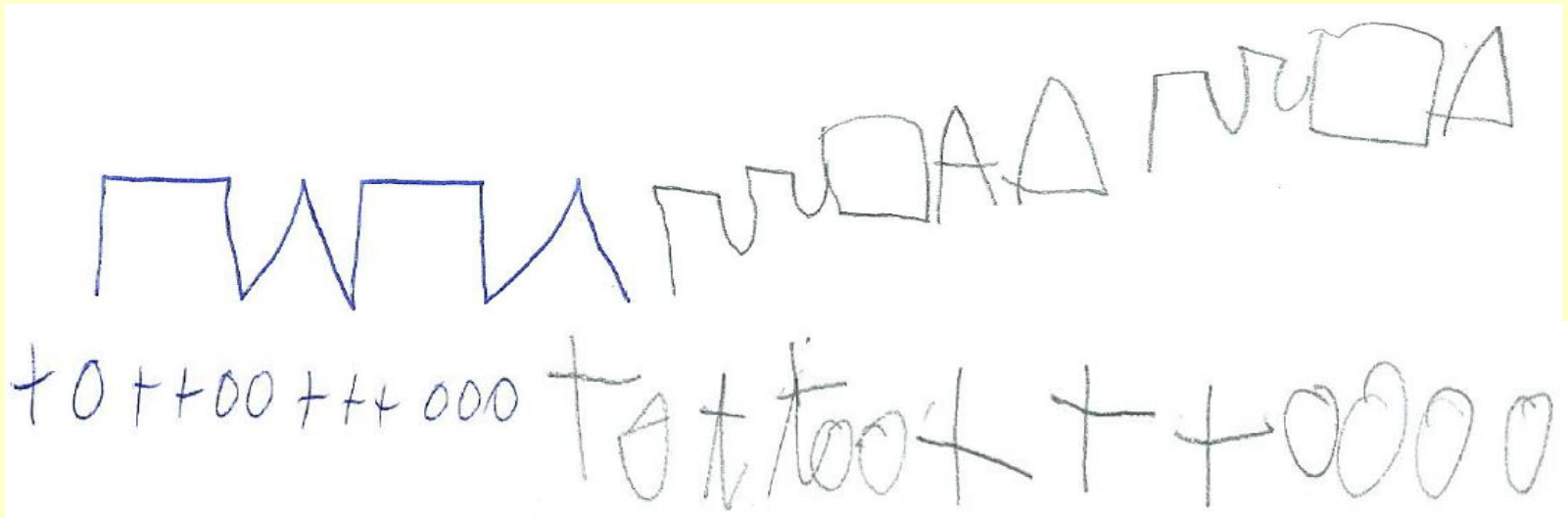




Kveraga K, Boshyan J, and Bar M.(2007) Magnocellular Projections as the Trigger of Top-Down Facilitation in Recognition. The Journal of Neuroscience, 27(48):13232–13240.

# Percepción y supresión de imágenes irrelevantes en los trastornos de aprendizaje

## Contaminación con recuerdos irrelevantes

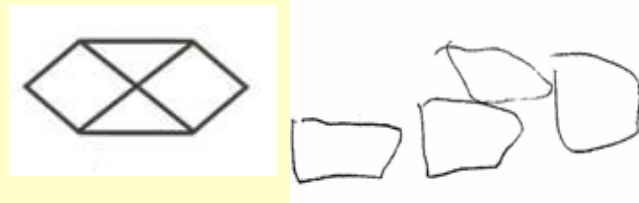
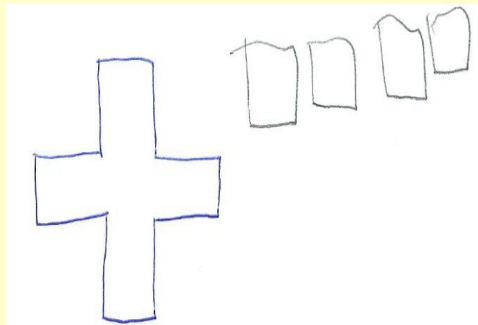
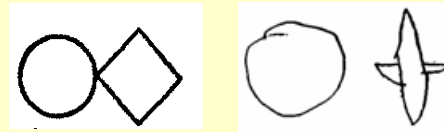
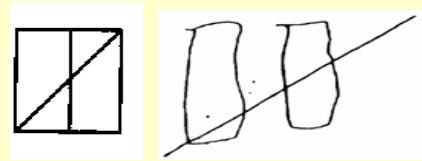


La sincronización alfa (10 Hz) occipito-parietal predice la eficacia en la supresión de imágenes irrelevantes en tareas de memoria visual a corto plazo

Sauseng, P., W. Klimesch, et al. (2009). "Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity." Curr Biol **19**(21): 1846-1852.

Gomez-Ramirez, M., S. P. Kelly, et al. (2011). "Oscillatory sensory selection mechanisms during intersensory attention to rhythmic auditory and visual inputs: a human electrocorticographic investigation." J Neurosci **31**(50): 18556-18567.

# Integración de rasgos perceptivos y percepción de gestalts en trastornos de aprendizaje



**La sincronización gama entre áreas frontales y sensoriales se relaciona con la percepción de gestalts, atención, memoria y aprendizaje**

Kaiser, J. and W. Lutzenberger (2003). "Induced gamma-band activity and human brain function." *Neuroscientist* 9(6): 475-484.

**La sincronización gama entre áreas sensoriales integra los rasgos perceptivos.**


Muller, M. M., J. Bosch, et al. (1996). "Visually induced gamma-band responses in human electroencephalographic activity--a link to animal studies." *Exp Brain Res* 112(1): 96-102.

Hummel F, Gerloff C. Larger interregional synchrony is associated with greater behavioral success in a complex sensory integration task in humans. *Cereb Cortex*. 2005 May;15(5):670-8.


**Williams syndrome**  
(poor on global organization)

**Down syndrome**  
(poor on internal detail)

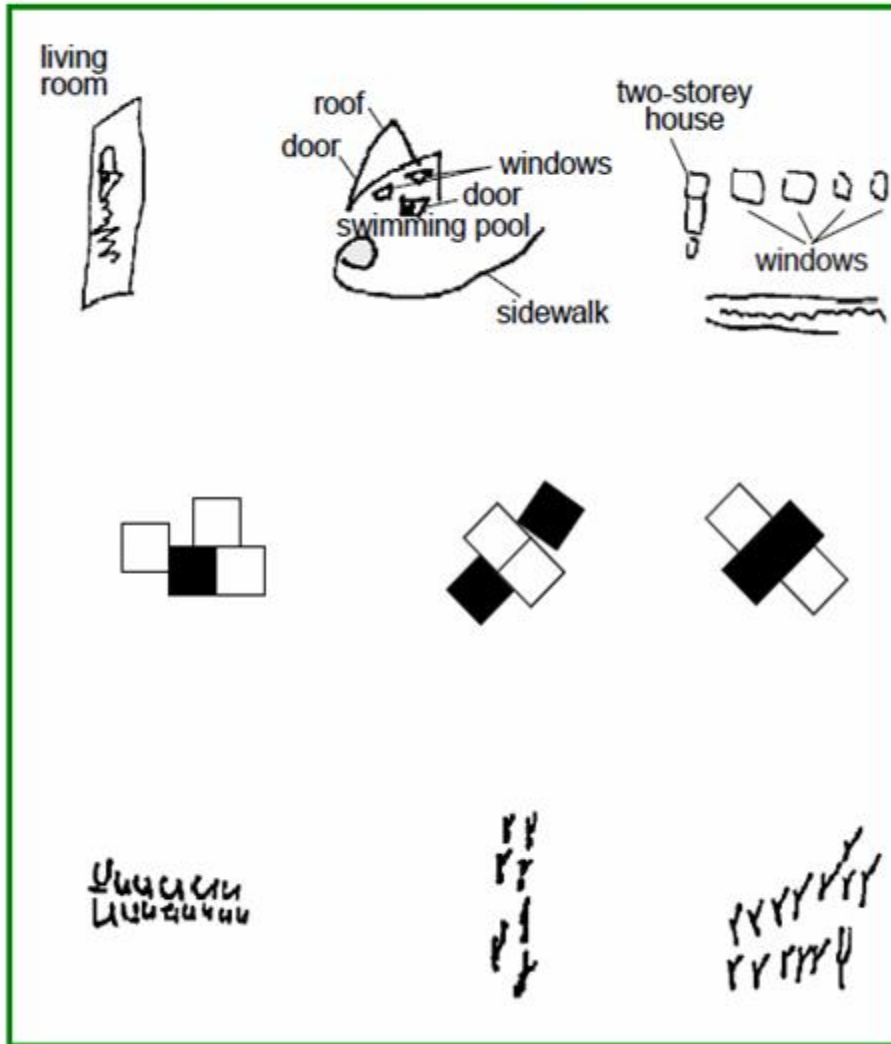
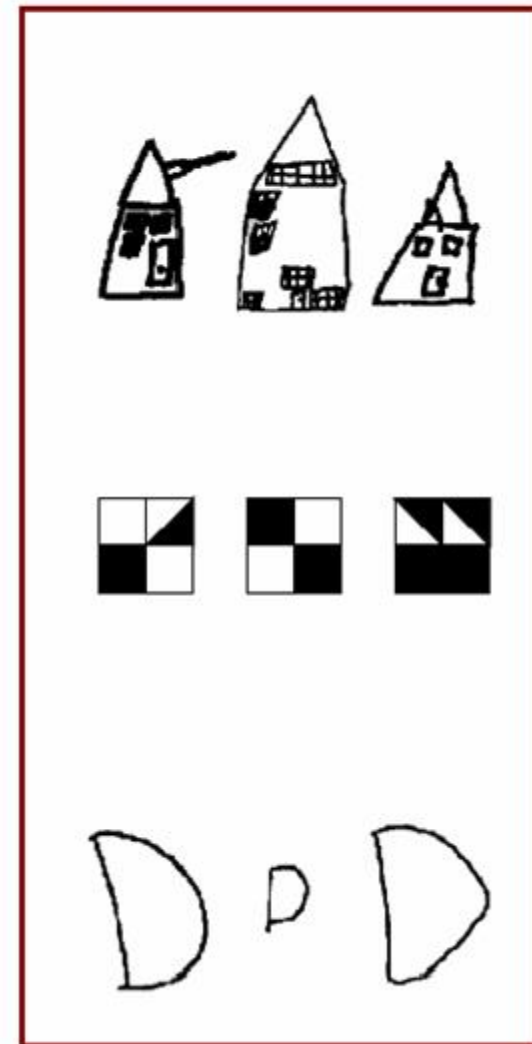
**A**  
Free drawing of a house  
Example



**B**  
Block-design task  
Model



**C**  
Local-global task  
Model

Bellugi U, Lichtenberger L, Mills D, Galaburda A, Korenberg JR (1999) Bridging cognition, the brain and molecular genetics: evidence from Williams Syndrome. Trends Neurosci 22: 197–207.

# ¿Puede el EEG en reposo reflejar el funcionamiento cerebral activo?

## Estudios anteriores sugieren que sí.

Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karakas, S., & Schurmann, M. (1999). Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG?. *Neurosci Lett*, 259(3), 165-168.

Se argumenta que los sistemas oscilatorios delta, theta, alfa, beta y gamma distribuidos selectivamente actúan **como redes neurales de resonancia** que permiten la comunicación a través de grandes poblaciones de neuronas, relacionadas funcionalmente con la memoria y las funciones cognitivas integradoras.

Hillyard, S. A., & Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annu Rev Psychol*, 34, 33-61.

Zani, A., & Proverbio, A. M. (2003). *The cognitive electrophysiology of mind and brain*. Amsterdam ; Boston: Academic Press.

Altenmüller, E. O., Münte, T. F., & Gerloff, C. (2005). Neurocognitive Functions and the EEG. In E. Niedermeyer & F. H. Lopes da Silva (Eds.), *Electroencephalography. Basic principles, clinical applications and related fields* (5th ed., pp. 661-677). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

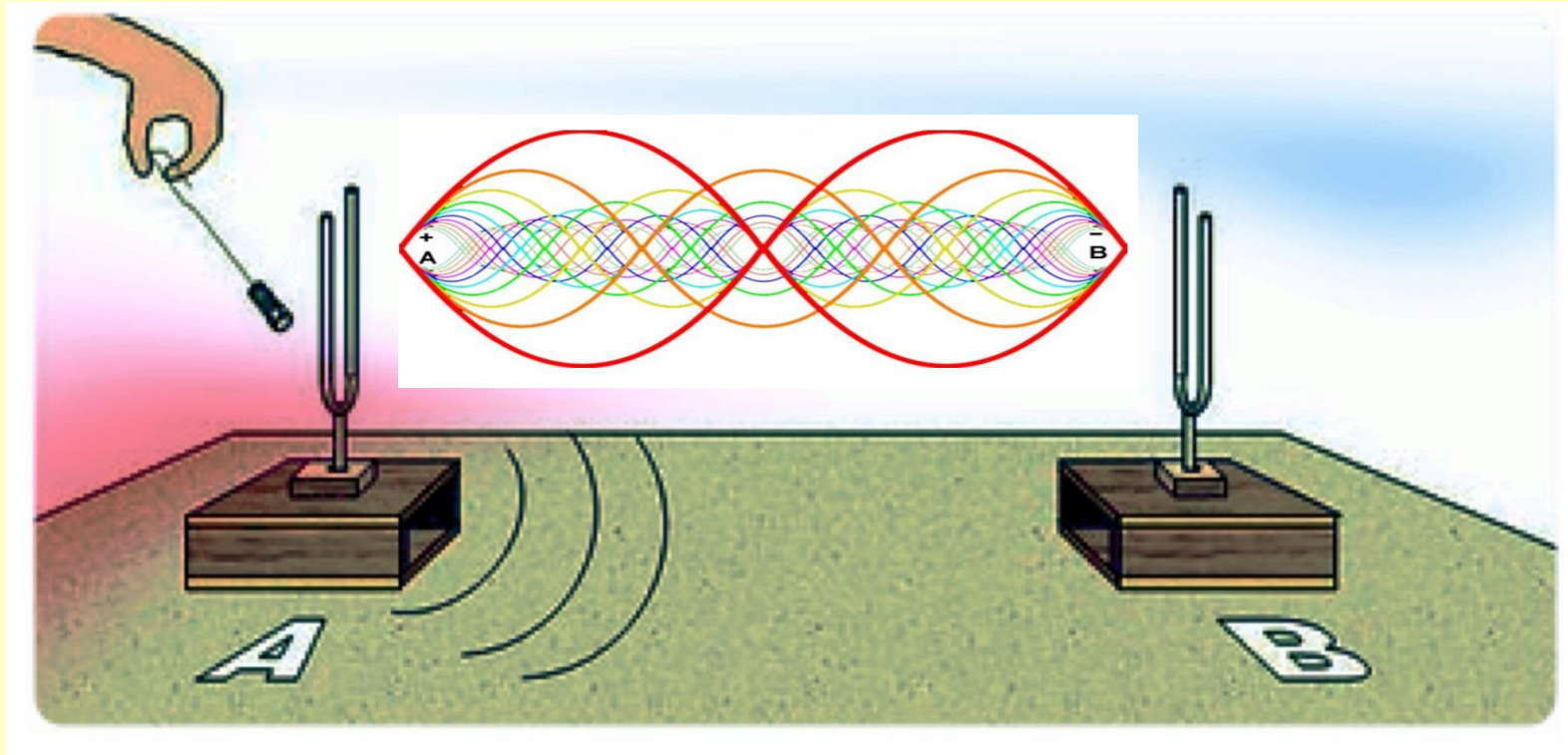
Gilaie-Dotan, S., et al. (2013). Resting state functional connectivity reflects abnormal task-activated patterns in a developmental object agnostic. *Neuroimage* 70: 189-198.

Takeuchi, H., Taki, Y., Nouchi, R., Sekiguchi, A., Hashizume, H., Sassa, Y., et al. (2013). Resting state functional connectivity associated with trait emotional intelligence. *Neuroimage*, 83, 318-328.

## Comunicación entre circuitos

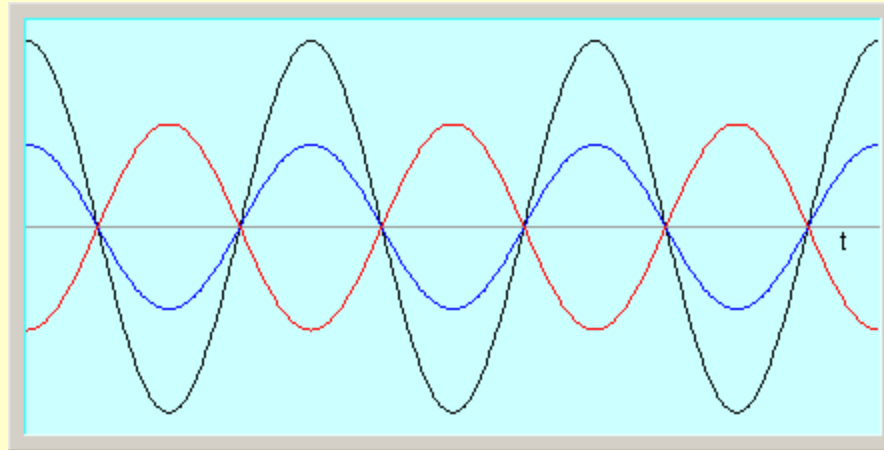
### La resonancia

La resonancia es un fenómeno físico que tiene lugar cuando se ejerce una fuerza (sonido) sobre un oscilador (B) con una frecuencia que coincide con la natural del propio sistema oscilador (B).

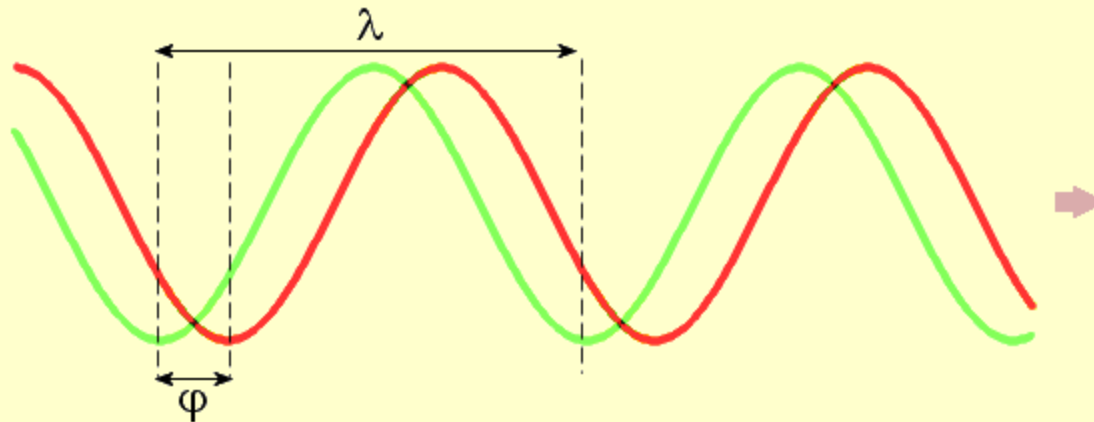


Al tocar el primer diapason A, el segundo B vibra de forma continua hasta terminar el eco del sonido. Si los diapasones tuvieran afinaciones distintas con notas no armónicas, no se daría la resonancia.

# Fase



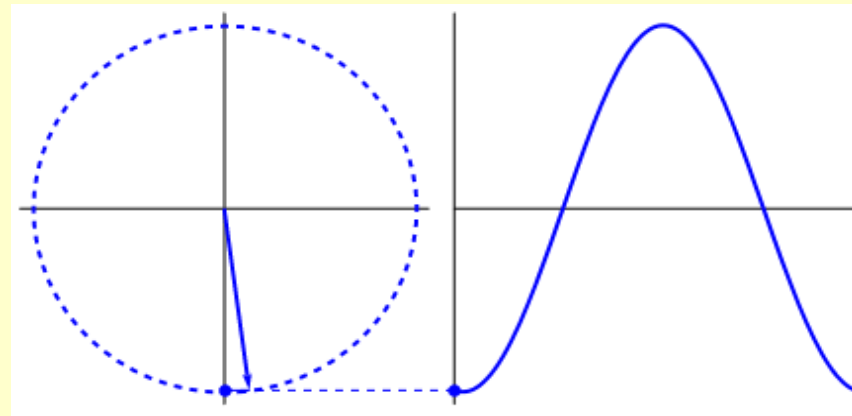
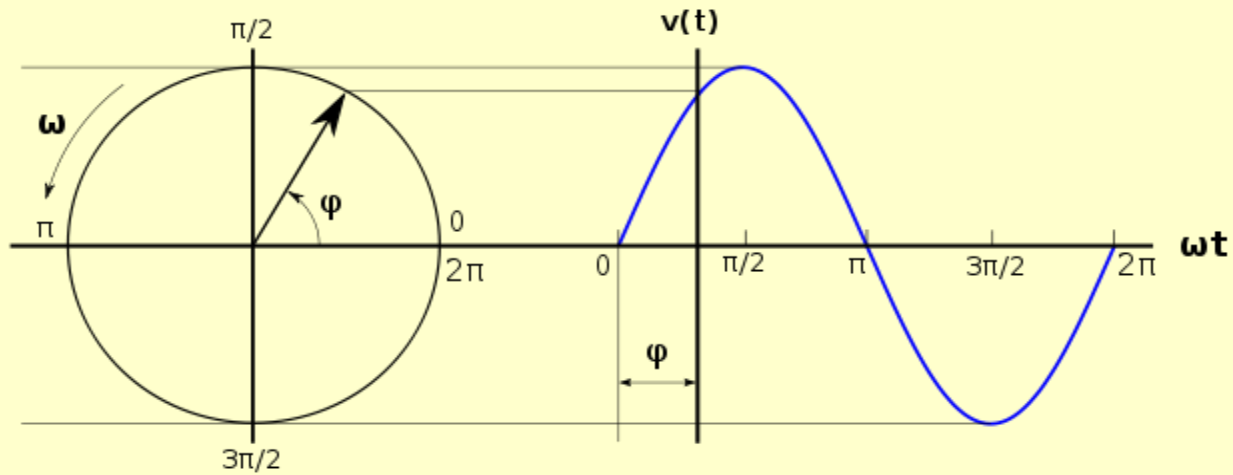
Si se toma la onda negra como referencia, la onda azul está **en fase** y la onda roja está **en oposición** de fase.



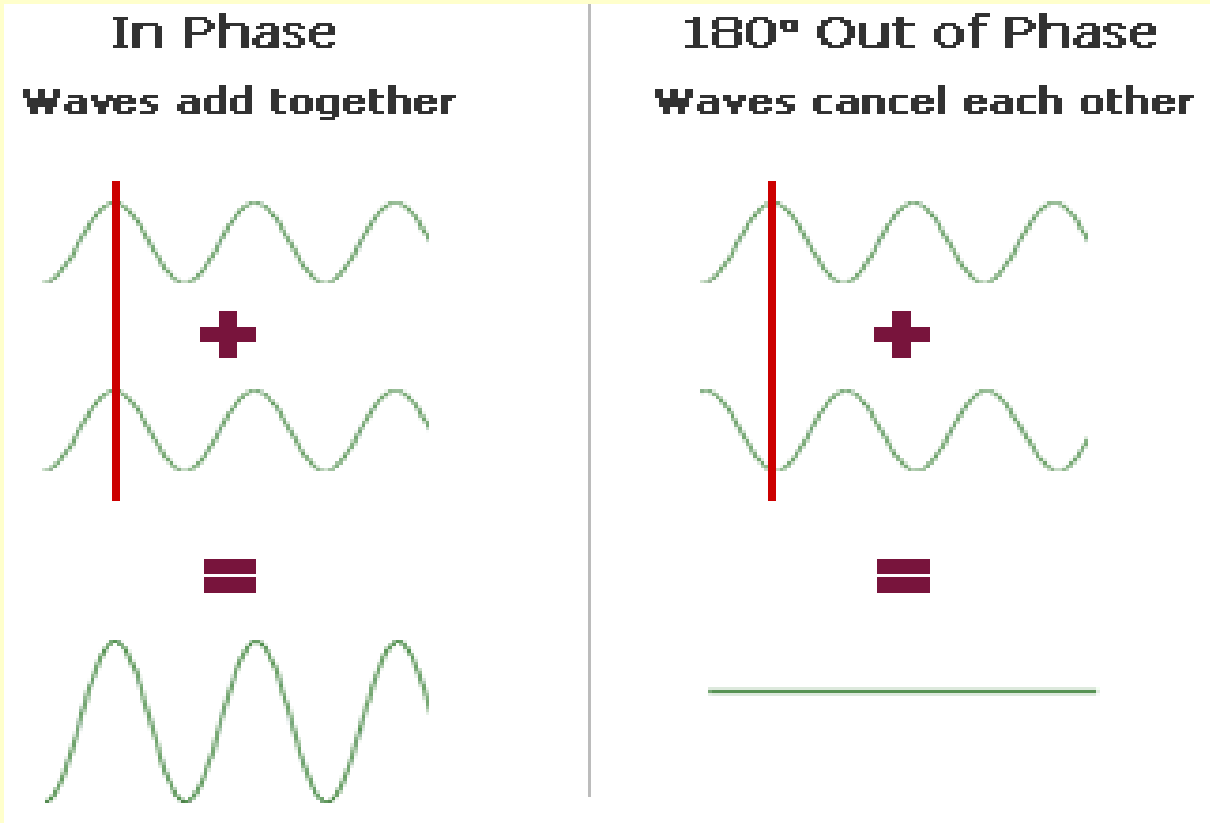
Dos ondas de igual longitud de onda  $\lambda$  con un **desfase** de  $\phi$ .



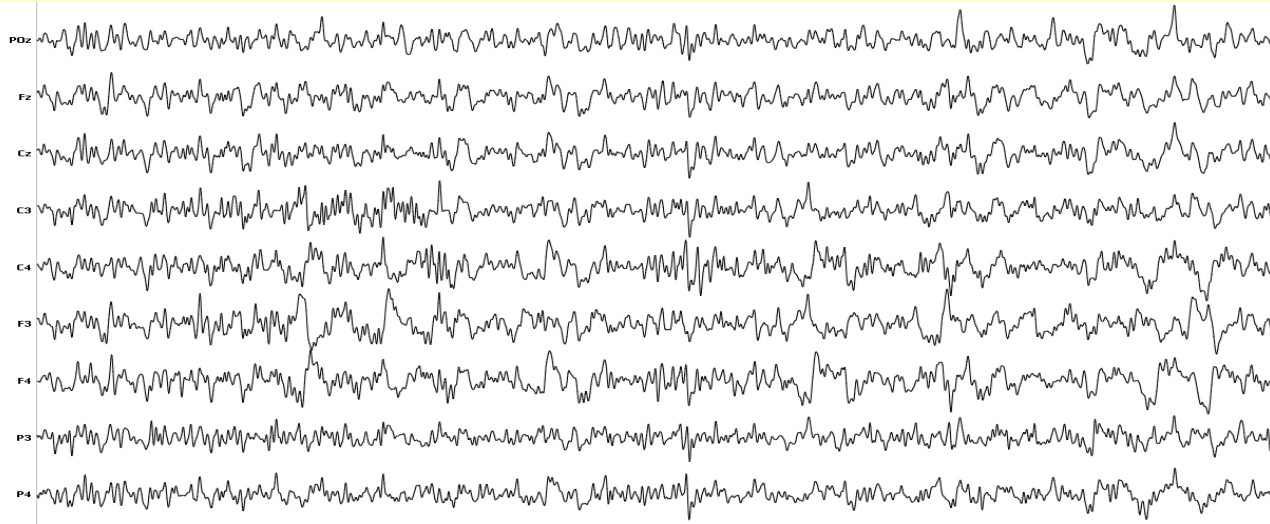
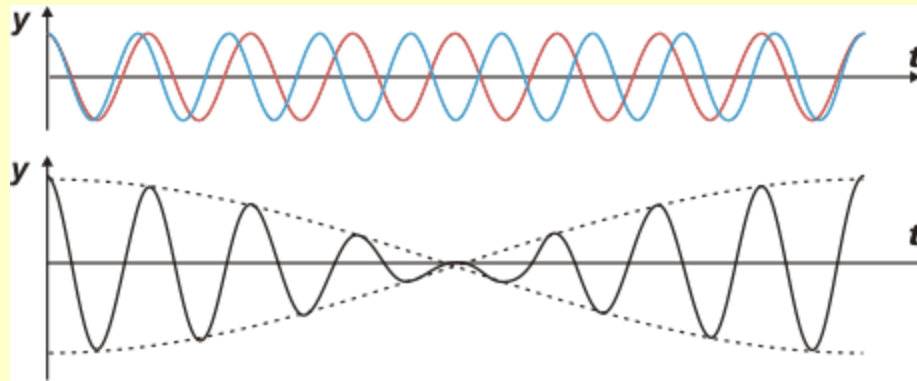
## Medida del Ángulo de la Fase $\phi$



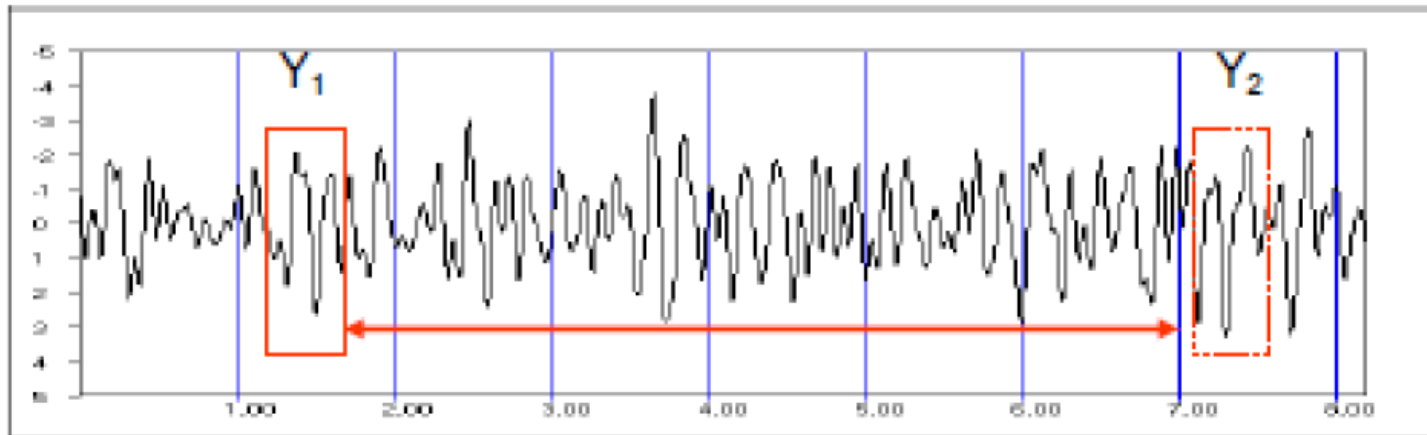
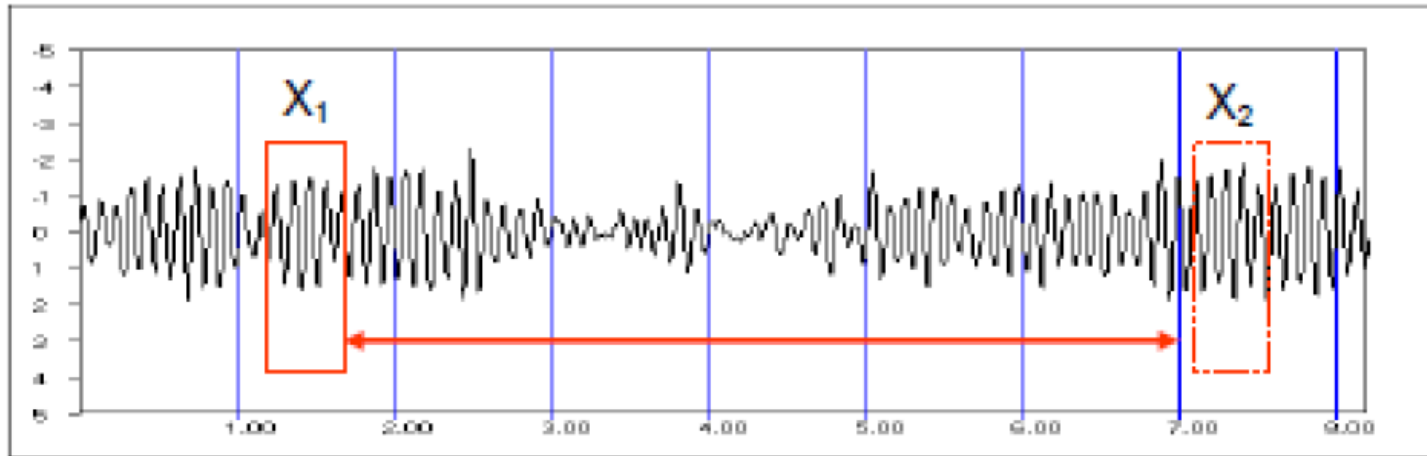
## Interferencias constructiva y destructiva



# Fase :superposición de ondas



# Coherencia



*“Probabilidad de sincronización”* entre dos series temporales  $X$  e  $Y$ .

Si **Coherencia** = 0, sistemas totalmente **DESACOPLADOS**

Si **Coherencia** = 1, sistemas totalmente **ACOPLADOS**



## Pascal Fries

En cualquier momento, muchos grupos neuronales en nuestro cerebro están activos. Los registros con microelectrodos han caracterizado a la activación de neuronas individuales y fMRI ha dado mostrado los patrones de activación de todo el cerebro. Ahora, debemos entender cómo los muchos *grupos neuronales activos interactúan entre sí* y cómo su comunicación es *flexible* y modulada para llevar a cabo nuestras dinámicas cognitivas. **Mi hipótesis es que la *comunicación neuronal está mecánicamente posibilitada por la coherencia neuronal***. Grupos neuronales activados oscilan y de ese modo se someten a las fluctuaciones rítmicas de excitabilidad que producen ventanas temporales para la comunicación. Sólo grupos neuronales coherente oscilantes pueden interactuar de manera efectiva, debido a que sus ventanas de comunicación para la entrada y para la salida están abiertas en un mismo momento. Por lo tanto, **un patrón flexible de la coherencia define una estructura de comunicación flexible, que posibilita nuestra flexibilidad cognitiva.**

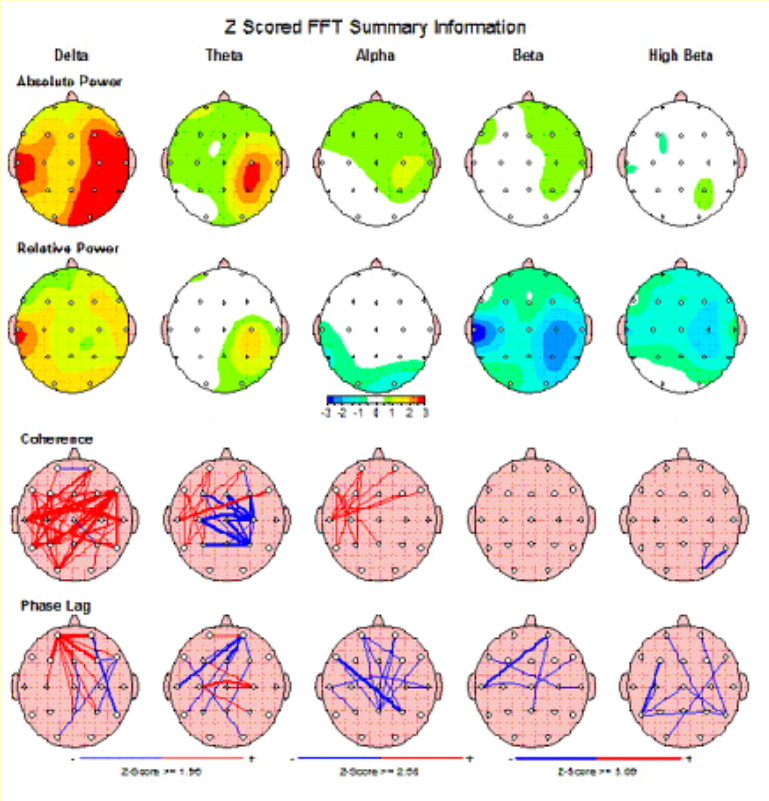
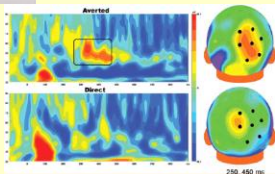
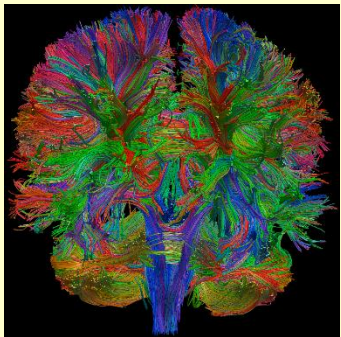
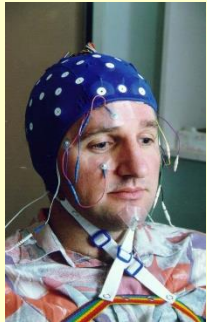
At any one moment, many neuronal groups in our brain are active. Microelectrode recordings have characterized the activation of single neurons and fMRI has unveiled brain-wide activation patterns. Now it is time to understand how the many active neuronal groups interact with each other and how their communication is flexibly modulated to bring about our cognitive dynamics. **I hypothesize that neuronal communication is mechanistically subserved by neuronal coherence**. Activated neuronal groups oscillate and thereby undergo rhythmic excitability fluctuations that produce temporal windows for communication. Only coherently oscillating neuronal groups can interact effectively, because their communication windows for input and for output are open at the same times. Thus, **a flexible pattern of coherence defines a flexible communication structure, which subserves our cognitive flexibility.**

Fries, P. (2005). "A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence." Trends Cogn Sci **9**(10): 474-480.

# Resonancia magnética con tensor de difusión

# Magnetoencefalografía

# Electroencefalograma

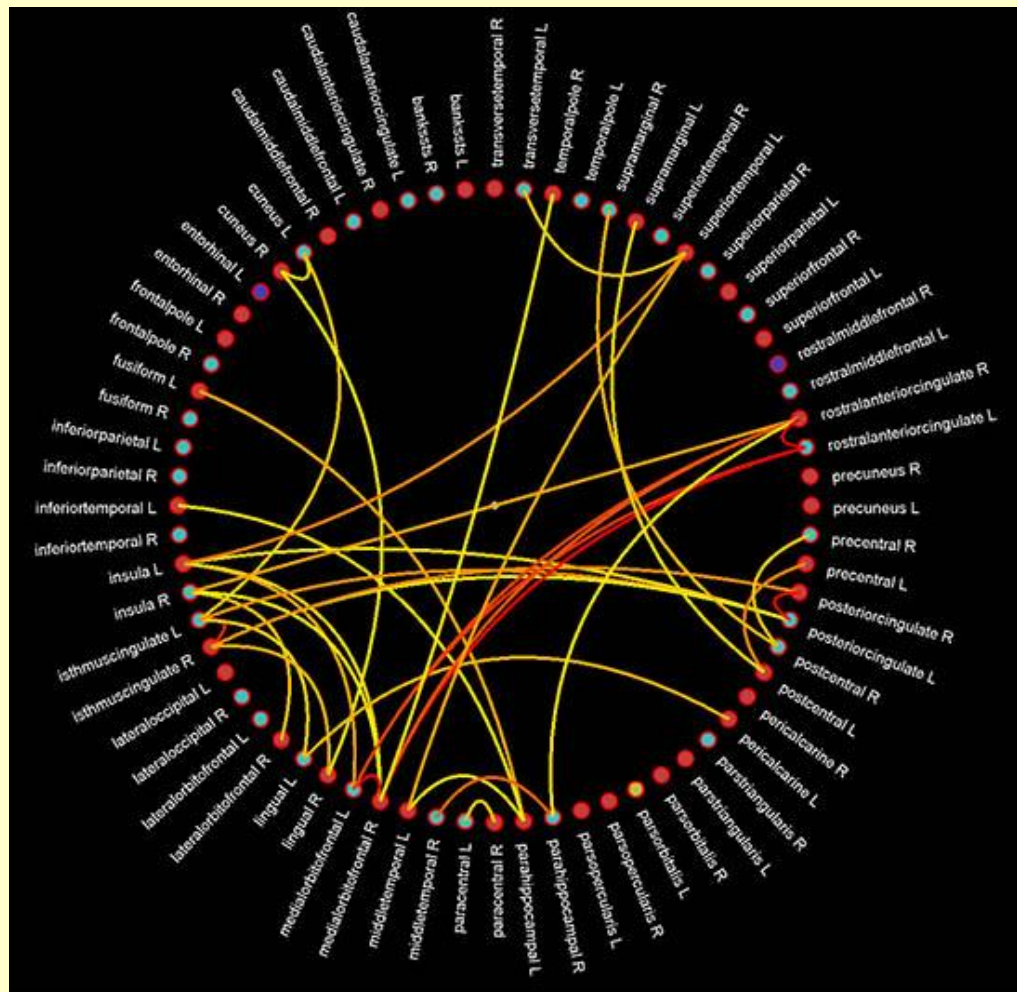
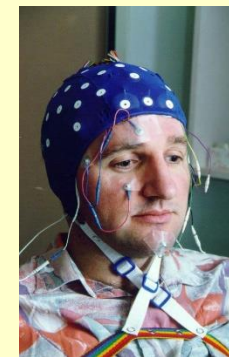


# Conectividad de distintas áreas cerebrales

## Magnetoencefalografía



## Electroencefalograma



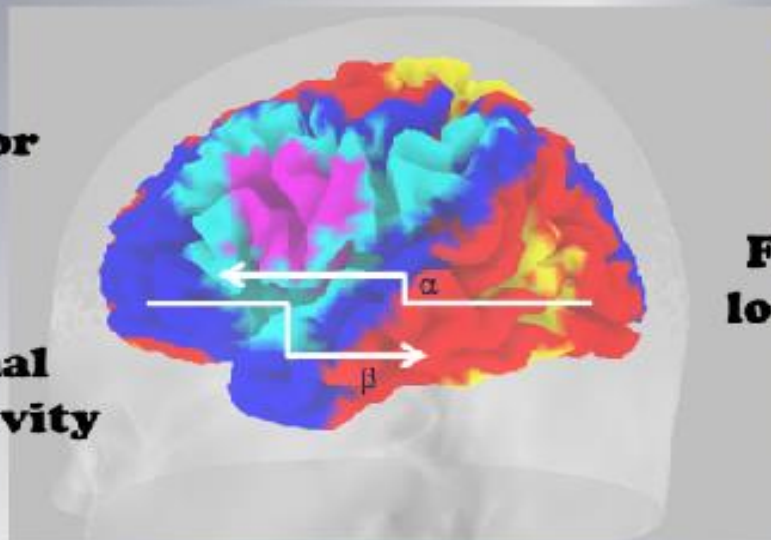
# LORETA

## Low Resolution Electromagnetic Tomography

### Standardized & Exact

**Zero-error forever**

**Functional Connectivity**



(LORETA-KEY <sup>01</sup>)

**Functional localization**

**Links to papers on LORETA and Brain Connectivity :**

Isolated effective coherence 2014 (iCoh), [technical details APXIV]





# Doce formas de estudio de la conectividad

Roberto D. Pascual-Marqui: Loreta 2012 y 2016

## Abreviatura en Loreta

## Significado

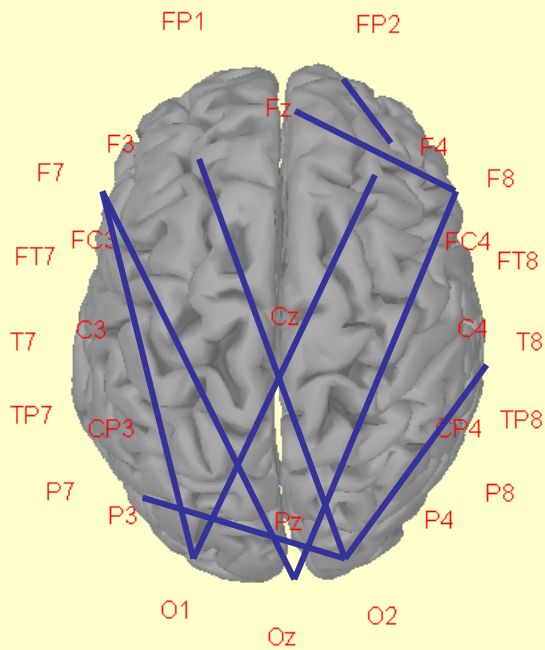
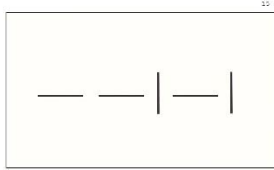
- EEGinstCoh Coherencia instantánea
- EEGinstPhase Fase instantánea
- **EEGlaggedCoh** **Coherencia retardada**
- **EEGlaggedPhase** **Fase retardada**
- EEGlinInstConn Conectividad lineal instantánea
- EEGlinLagConn Conectividad lineal retardada
- EEGlinTotConn Conectividad lineal total
- EEGnonLinInstConn Conectividad no lineal instantánea
- EEGnonLinLagConn Conectividad no lineal retardada
- EEGnonLinTotConn Conectividad no lineal total
- EEGtotCoh Coherencia total
- EEGtotPhase Fase total

# Conectividad en la Memoria Visual

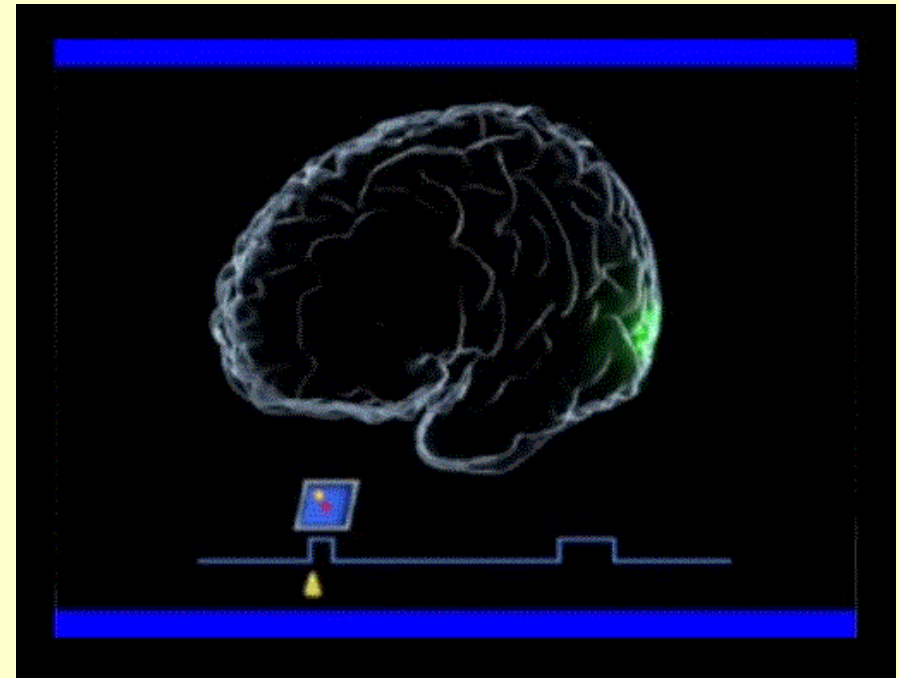
Reposo



Memoria Secuencial Viso-Motora



Factor de Conexión



Fuster 2006

N = 172, Correlación de **MSVM** > +0.330 con Factor de Conexión Gamma Lagged Coherence (Loreta).

Metodología de: [Thatcher, R. W., et al. \(2005\)](#). "EEG and intelligence: relations between EEG coherence, EEG phase delay and power." Clin Neurophysiol **116**(9): 2129-2141.

# Problemática de la conectividad

## Hay muchos modos de calcularla

Coherencia instantánea

Fase instantánea

Coherencia retardada

Fase retardada

Conectividad lineal instantánea

Conectividad lineal retardada

Conectividad lineal total

Conectividad no lineal instantánea

Conectividad no lineal retardada

Conectividad no lineal total

Coherencia total

Fase total

Conectividad de máxima verosimilitud

Causalidad de Granger

Correlación temporal

# Problemática de la conectividad

## Los resultados pueden parecer contradictorios

### Autismo

#### Hiperconectividad

Supekar, K., et al. (2013). "Brain hyperconnectivity in children with autism and its links to social deficits." Cell Rep **5**(3): 738-747.

Orekhova, E. V., et al. (2014). "EEG hyper-connectivity in high-risk infants is associated with later autism." J Neurodev Disord **6**(1): 40.

#### Hipoconectividad

Just, M. A., et al. (2007). "Functional and anatomical cortical underconnectivity in autism: evidence from an fMRI study of an executive function task and corpus callosum morphometry." Cereb Cortex **17**(4): 951-961.

Villalobos, M. E., et al. (2005). "Reduced functional connectivity between V1 and inferior frontal cortex associated with visuomotor performance in autism." Neuroimage **25**(3): 916-925.

#### Conectividad Aberrante

Di Martino, A., et al. (2011). "Aberrant striatal functional connectivity in children with autism." Biol Psychiatry **69**(9): 847-856.

Mostofsky, S. H. and J. B. Ewen (2011). "Altered connectivity and action model formation in autism is autism." Neuroscientist **17**(4): 437-448.

# Problemática de la conectividad

## Los resultados pueden parecer contradictorios

### Hiperconectividad

#### Esquizofrenia

Whitfield-Gabrieli, S., et al. (2009). "Hyperactivity and hyperconnectivity of the default network in schizophrenia and in first-degree relatives of persons with schizophrenia." *Proc Natl Acad Sci U S A* 106(4): 1279-1284.

Peters, B. D., et al. (2009). "Recent-onset schizophrenia and adolescent cannabis use: MRI evidence for structural hyperconnectivity?" *Psychopharmacol Bull* 42(2): 75-88.

Ford, J. M., et al. (2015). "Visual hallucinations are associated with hyperconnectivity between the amygdala and visual cortex in people with a diagnosis of schizophrenia." *Schizophr Bull* 41(1): 223-232.

#### Exposición prenatal al Acido Valproico

Rinaldi, T., et al. (2008). "Hyperconnectivity of local neocortical microcircuitry induced by prenatal exposure to valproic acid." *Cereb Cortex* 18(4): 763-770.

Rinaldi, T., et al. (2008). "Hyper-connectivity and hyper-plasticity in the medial prefrontal cortex in the valproic Acid animal model of autism." *Front Neural Circuits* 2: 4.

No hay hipoconnectivity.

# Problemática de la conectividad

## Los resultados pueden parecer contradictorios

### Hiperconectividad

#### Daño neurológico

Hillary, F. G., et al. (2015). "Hyperconnectivity is a fundamental response to neurological disruption." Neuropsychology **29**(1): 59-75.

Hillary, F. G., et al. (2014). "The rich get richer: brain injury elicits hyperconnectivity in core subnetworks." PLoS One **9**(8): e104021

Iraji, A., et al. (2016). "Compensation through Functional Hyperconnectivity: A Longitudinal Connectome Assessment of Mild Traumatic Brain Injury." Neural Plast **2016**: 4072402.

#### Epilepsia mioclónica

Caeyenberghs, K., et al. (2015). "Hyperconnectivity in juvenile myoclonic epilepsy: a network analysis." Neuroimage Clin **7**: 98-104.

Vollmar, C., et al. (2011). "Motor system hyperconnectivity in juvenile myoclonic epilepsy: a cognitive functional magnetic resonance imaging study." Brain **134**(Pt 6): 1710-1719.

# Problemática de la conectividad

**Los resultados pueden parecer contradictorios**

**Hiper e hipoconectividad según áreas**

Wheaton, L. A., et al. (2008). "Cortico-cortical networks in patients with *ideomotor apraxia* as revealed by EEG coherence analysis." Neurosci Lett 433(2): 87-92.

Arns, M., et al. (2007). "Different brain activation patterns in dyslexic children: evidence from EEG power and coherence patterns for the double-deficit theory of dyslexia." J Integr Neurosci 6(1): 175-190

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**Departamento de Psiquiatría**



**CONECTIVIDAD FUNCIONAL EN REGISTROS DE  
MAGNETOENCEFALOGRAFÍA APLICADA A DEMENCIAS  
MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Ricardo Bajo Bretón**

Bajo la dirección de los doctores  
Alberto Fernández Lucas  
Miguel Sancho Ruiz  
**Madrid, 2011**



# Tesis Ricardo Bajo Bretón


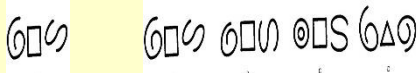





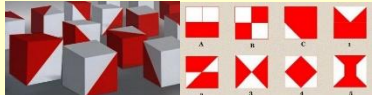



Los **sujetos con Deterioro Cognitivo Leve**, presentan un patrón de conectividad distinto al de los controles ancianos sanos, mostrando una **alta sincronización** sobre todo en regiones frontales inter-hemisfericas, durante la ejecución de una tarea de memoria.

Esta **alta sincronización** es interpretada como un proceso de “**compensacion**” por parte de su cerebro, como respuesta al progresivo deterioro de sus redes cerebrales.

Los sujetos que indican tener **quejas de memoria (SMC)**, que afectan a sus actividades de la vida diaria, presentan un perfil de conectividad muy parecido al de un sujeto control, cuando se compara con un sujeto con Deterioro Cognitivo Leve. Dichos sujetos (SMC), presentan sin embargo una **hipo-sincronización** en diversas regiones, cuando son comparados con los Controles.

Esta baja sincronización frente a Controles, se interpreta como una **perdida de eficiencia leve** en sus redes neuronales, pero **no lo suficientemente grave como para iniciar el proceso de “compensacion”**, o como para ser detectada por test neuropsicologicos.

# Matriz de configuración de las pruebas utilizadas

Factores	
Factor Figurativo Semántico (Ventral)	Factor Geométrico-Espacial (Dorsal)
<b>ITPA Comprensión visual</b> 	<b>TPVNM Memoria visual</b> 
<b>ITPA Integración visual</b> 	<b>ITPA Memoria secuencial visomotora</b> 
<b>ITPA Expresión motora</b> 	<b>TPVNM Conclusión visual</b> 
<b>WISC Figuras incompletas</b> 	<b>WISC Cubos</b> 
<b>ITPA Asociación visual</b> 	<b>TPVNM Relaciones espaciales</b> 
<b>WISC Rompecabezas</b> 	

Método de extracción: Análisis de **componentes principales**.

Método de rotación: Normalización **Promax** con Kaiser.

**ITPA** = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities. **WISC** = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised. **TPVNM** = Test de Percepción Visual no Motriz de Colarusso y Hammill.

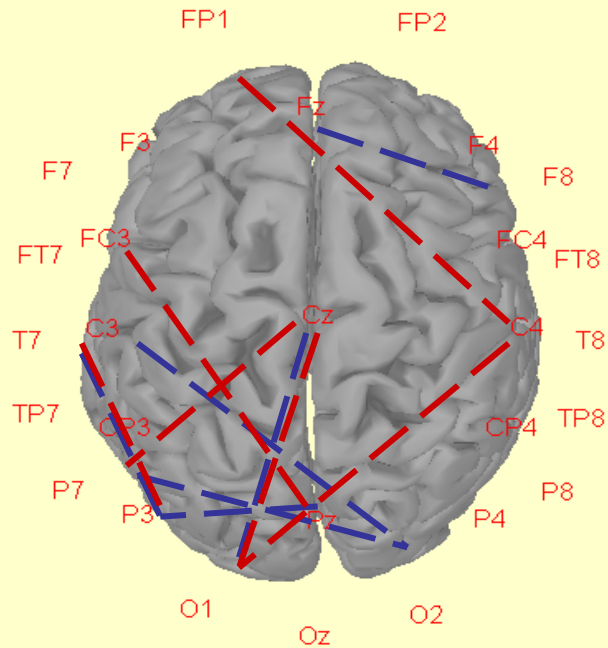
Erostarbe-Pérez M. Muñoz-Ruata J. Martínez-Pérez L.: Alteraciones gnoso-práxicas en adolescentes con encefalopatía congénita. XXIV Congreso de la Academia Iberoamericana de Neurología Pediátrica, Madrid 9-10 sep 2016. Revista Chilena de Pediatría vol 87, n°1, pp. s107, sep. 2016.

## Banda Delta 1.5 – 6 hz

Conexiones “Lagged **Coherencia**”  
correlacionadas

con el Factor Espacial

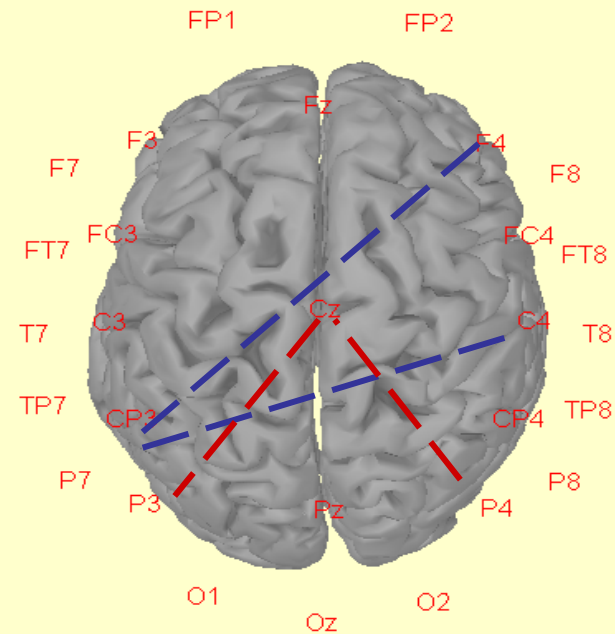
y con el Factor **Semántico**



Conexiones “Lagged **Phase**”  
correlacionadas

con el Factor Espacial

y con el Factor **Semántico**

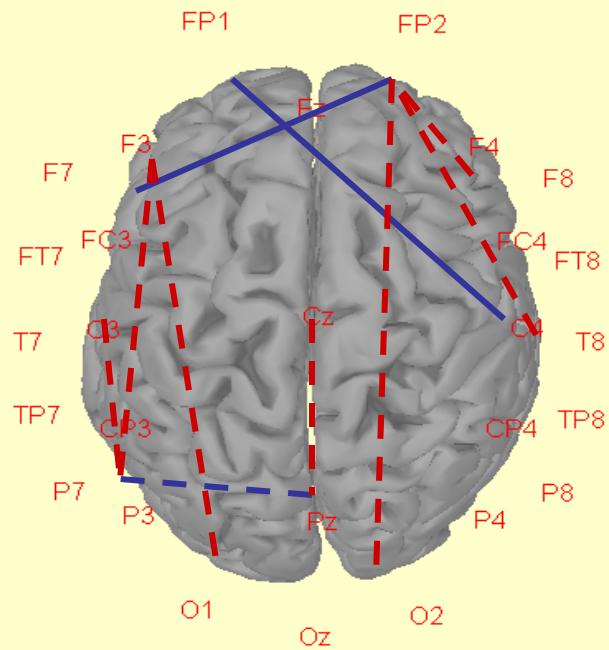


**N = 155. Banda Delta. Todas las correlaciones son negativas.**

## Banda Theta 6.5 – 8 hz

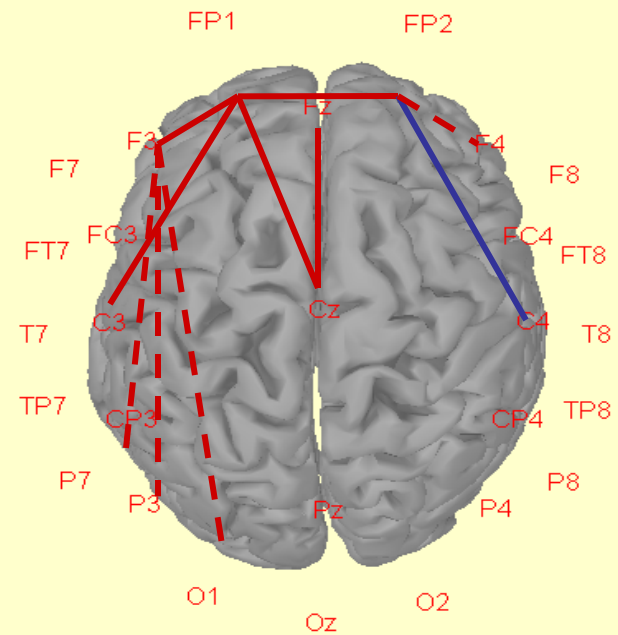
Conexiones “Lagged **Coherencia**”  
correlacionadas

con el Factor Espacial —————  
y con el Factor Semántico —————



Conexiones “Lagged **Phase**”  
correlacionadas

con el Factor Espacial —————  
y con el Factor Semántico —————

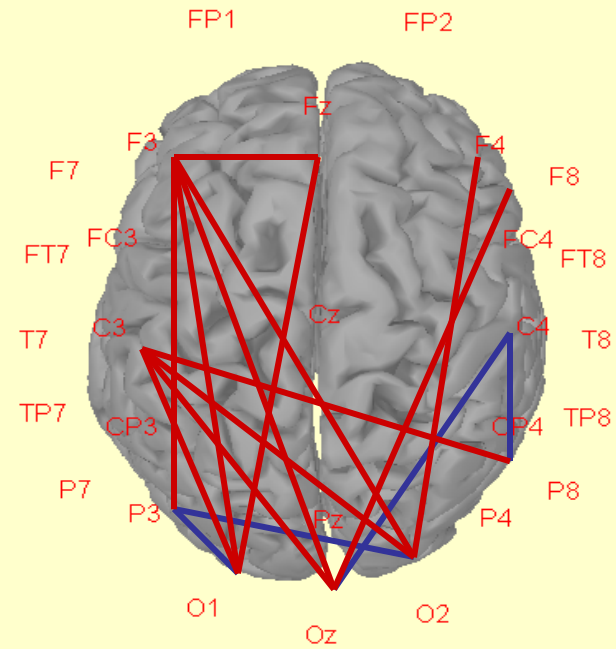
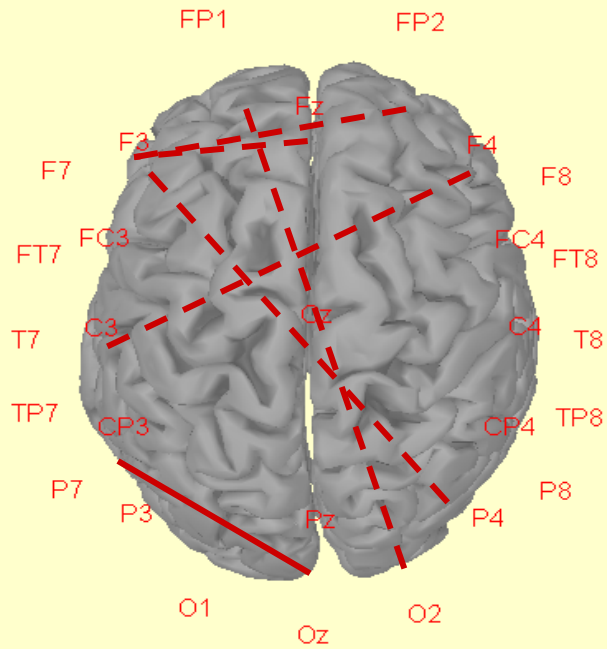


**N = 155. Banda Theta. Correlaciones negativas con guiones**

## Banda Alfa 1 8.5 – 10 hz

Conexiones “Lagged Coherencia”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial ————  
y con el Factor Semántico ————

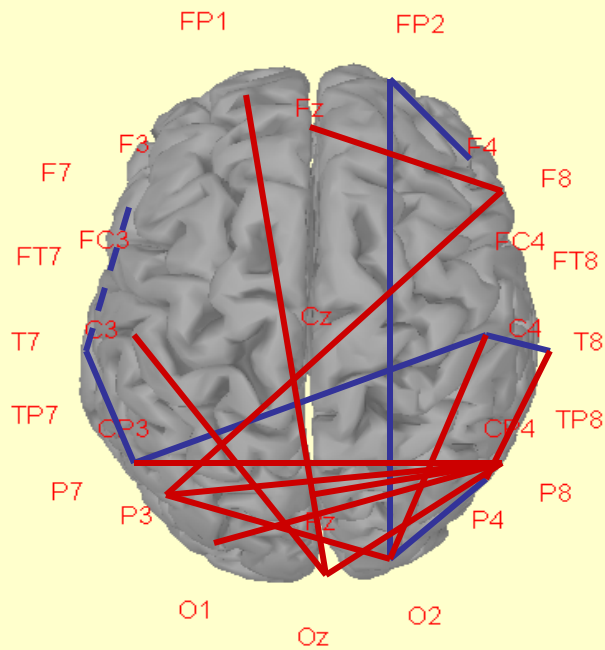
Conexiones “Lagged Phase”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial ————  
y con el Factor Semántico ————



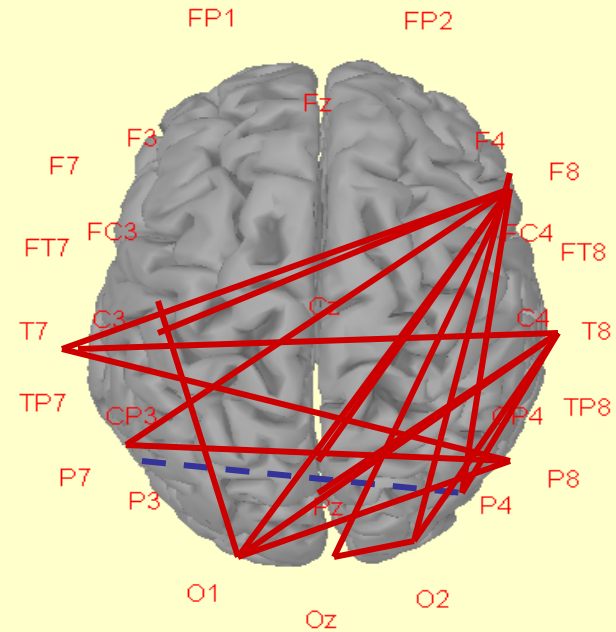
**N = 155. Banda Alfa 1. Correlaciones negativas con guiones**

## Banda Alfa 2 10.5 - 12 hz

Conexiones “Lagged Coherencia”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial —  
y con el Factor Semántico —



Conexiones “Lagged Phase”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial —  
y con el Factor Semántico —

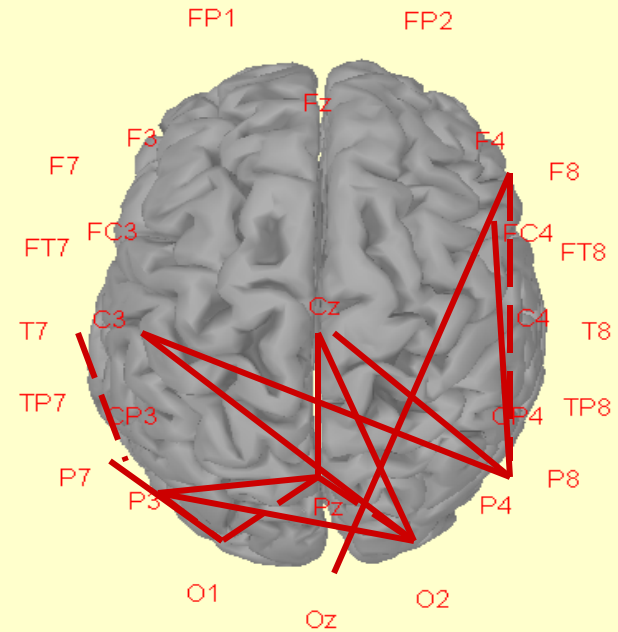
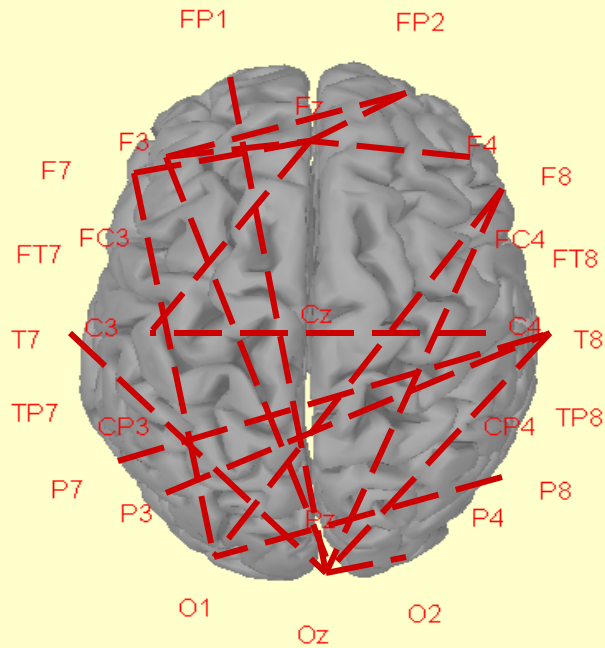


**N = 155. Banda Alfa 2. Correlaciones negativas con guiones**

## Banda Beta 13 – 30 hz



Conexiones “Lagged Coherencia”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial ———  
y con el Factor Semántico ———



Conexiones “Lagged Phase”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial ———  
y con el Factor Semántico ———

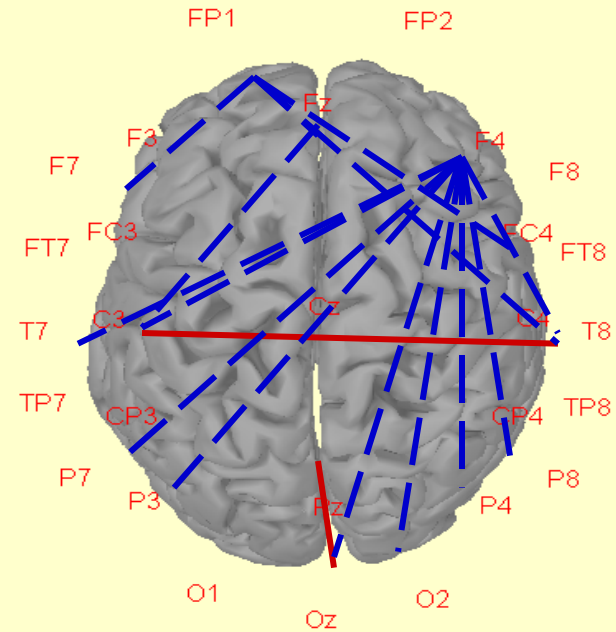
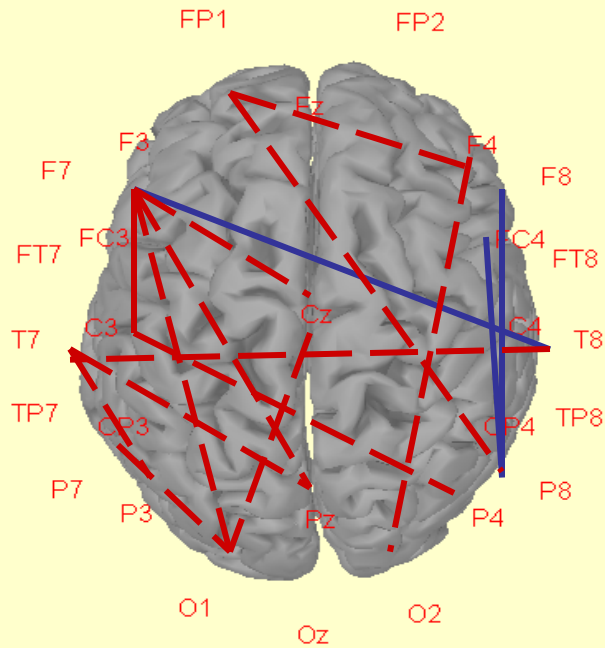


**N = 155. Banda Beta. Correlaciones negativas con guiones**

## Banda Gamma 35 – 45 hz

Conexiones “Lagged Coherencia”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial   
y con el Factor Semántico 

Conexiones “Lagged Phase”  
correlacionadas  
con el Factor Espacial   
y con el Factor Semántico 



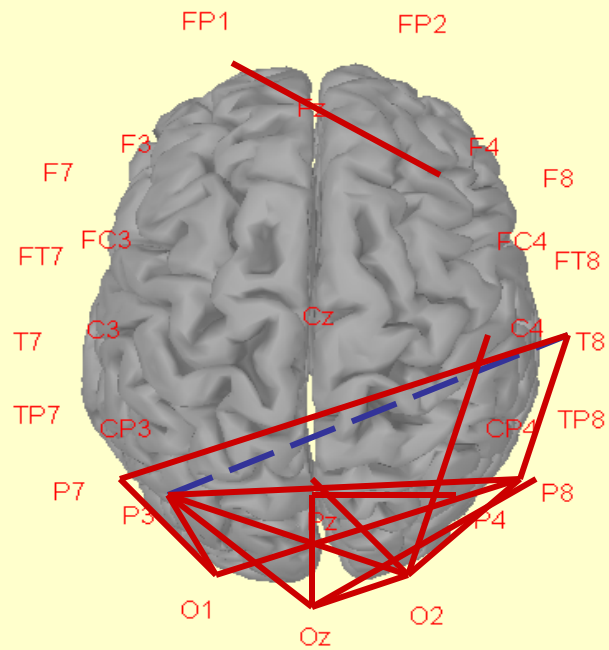
**N = 155. Banda Gamma. Correlaciones negativas con guiones**



## Banda Omega 1.5 – 30 Hz

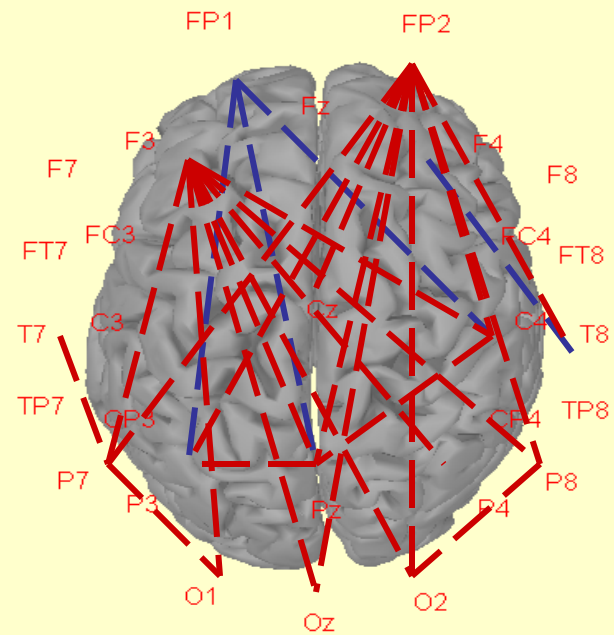
Conexiones “Lagged Coherencia”  
correlacionadas

con el Factor Espacial ————  
y con el Factor Semántico ————



Conexiones “Lagged Phase”  
correlacionadas

con el Factor Espacial ————  
y con el Factor Semántico ————



**N = 155. Banda Omega. Correlaciones negativas con guiones**

# CONCLUSIONES

## ¿Qué hemos aprendido?

- La percepción visual no es un proceso simple que se realiza solo en la corteza occipital.
- Dentro de la complejidad del sistema visual hay dos grandes vías, una **dorsal** conocida como la vía del “**dónde**” y otra **ventral** conocida como la vía del “**qué**”.
- Se sostiene que la vía ventral del “qué” procesa la información de un modo semántico encargándose preferentemente de las imágenes figurativas con significado y denominables.
- La vía dorsal espacial se encargaría preferentemente de imágenes geométricas y de imágenes no denominables definidas por características espaciales.
- Los test psicométricos de *imágenes figurativas y espaciales* pueden permitir *evaluar el funcionamiento de ambas vías* en niños con encefalopatías.
- Ambas vías alcanzan los lóbulos prefrontales por lo que se las puede considerar representantes de los *circuitos de percepción acción* propuestos por Fuster.
- En la percepción habitual ambas vías colaboran pudiendo la vía dorsal, más rápida, adelantar hipótesis perceptivas comprobadas después por la vía ventral.
- La alteración de estos mecanismos dan lugar a *fenómenos patológicos* como la contaminación de los recuerdos y diversas formas de simultagnosia.

# CONCLUSIONES

## ¿Qué hemos aprendido?

- La conectividad cerebral se puede estudiar con la resonancia magnética funcional con tensor de difusión, con la magnetoencefalografía y con el EEG.
- Existen muchas formas distintas para evaluar la conectividad cerebral basadas en distintos principios matemáticos. Dos de las más usadas son las basadas en la coherencia y en la fase. Parecen muy prometedoras también las basadas en la causalidad y en la máxima verosimilitud.
- Los resultados de los trabajos pueden parecer contradictorios: un déficit ligero disminuye la conectividad, si el déficit se agrava hay una hiperconectividad compensatoria rígida.
- Las imágenes figurativas (semánticas, con significado) parecen tener un patrón más complejo de conectividad que las geométricas.
- La conectividad relacionada con las imágenes figurativas afecta preferentemente a áreas posteriores del cerebro especialmente en ritmos alfa y beta.
- El procesamiento de las imágenes espaciales parece relacionarse especialmente con los ritmos gamma que parecen converger desde áreas sensoriales hacia puntos críticos frontales y prefrontales.
- Esta convergencia desde áreas sensoriales hacia puntos críticos frontales y prefrontales se observa claramente también para las imágenes figurativas en la banda omega.

# CONCLUSIONES

## ¿Qué hemos aprendido?

- La rehabilitación de los problemas perceptivos y la de sus consecuencias escolares o laborales deberá tener en cuenta los conocimientos actuales sobre fisiología perceptiva de las vías espacial y semántica, por lo que se deberán preparar *formas específicas de rehabilitación* espaciales y semánticas.
- Es posible que las relaciones del procesamiento de imágenes con la conectividad entre áreas sensoriales y puntos críticos prefrontales indique la participación del *funcionamiento ejecutivo en la organización de la percepción* (procesos de arriba – abajo) lo que podría utilizarse en la rehabilitación.



**Gracias por su atención**