Hospital Universitario Ramón y Cajal

Comunidad de Madrid

Abordaje Multidisciplinar de los Trastornos del Neurodesarrollo en la Infancia (X)

2014

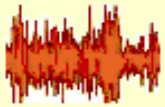
Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

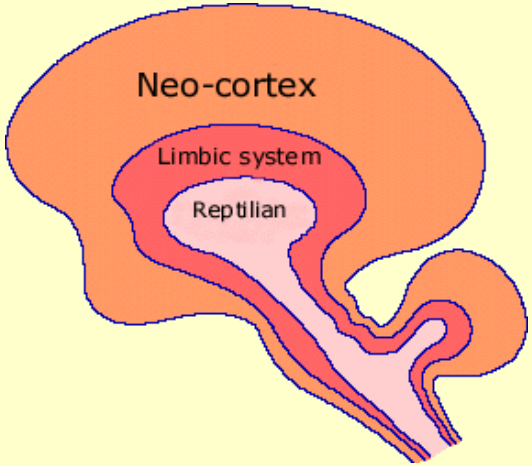
Jorge Muñoz Ruata jorgemruata@icomem.es
Elena Caro Martínez ecarom@icomem.es

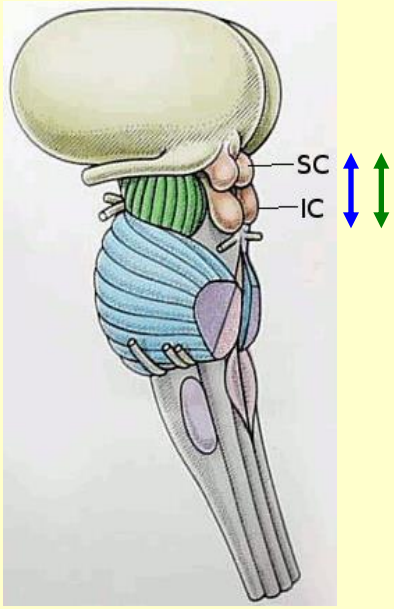
Fundación PROMIVA

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Reflejo de orientación auditivo - Visual

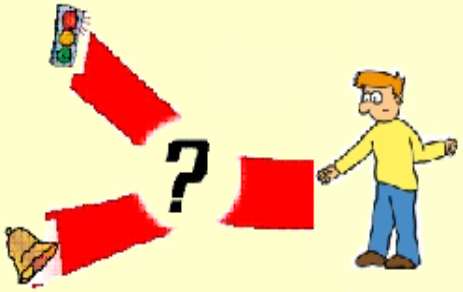


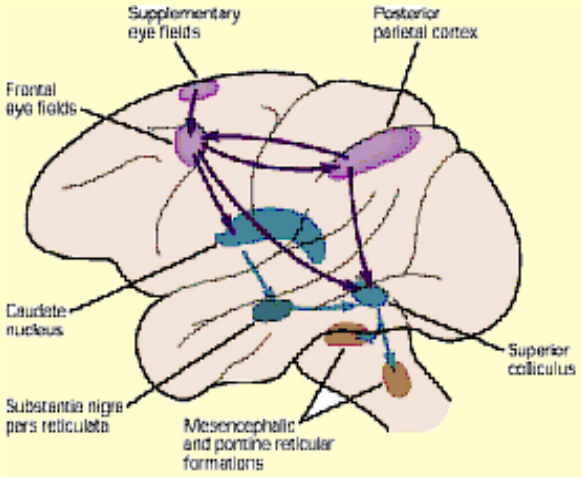


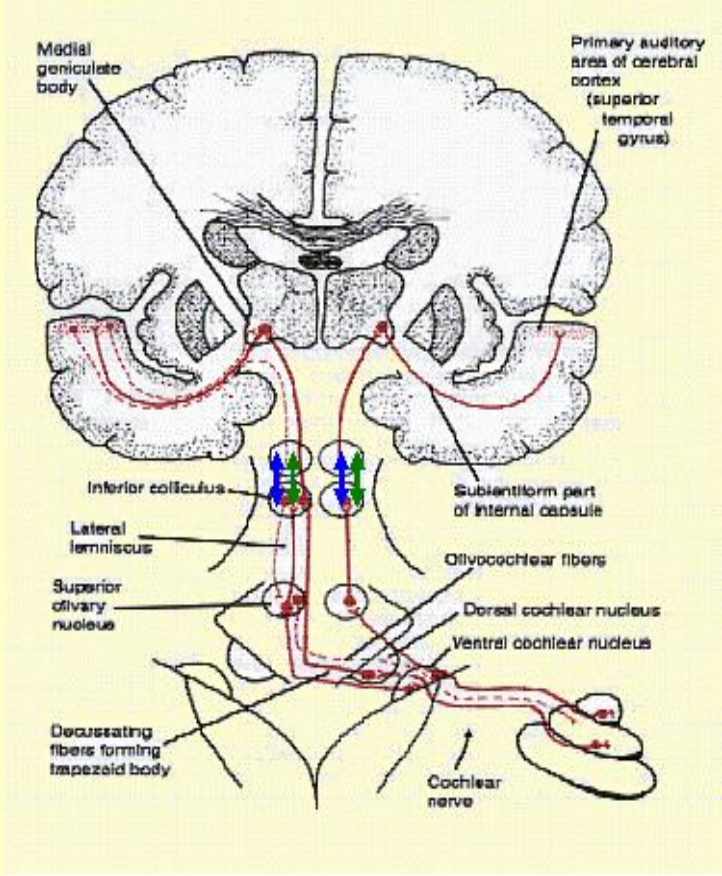


Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva.
Repercusiones sobre la cognición

Orientación auditivo - Visual

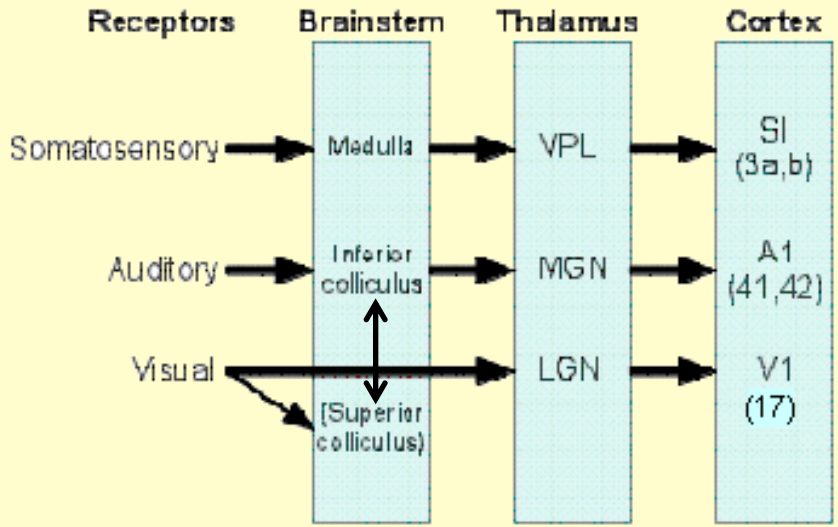


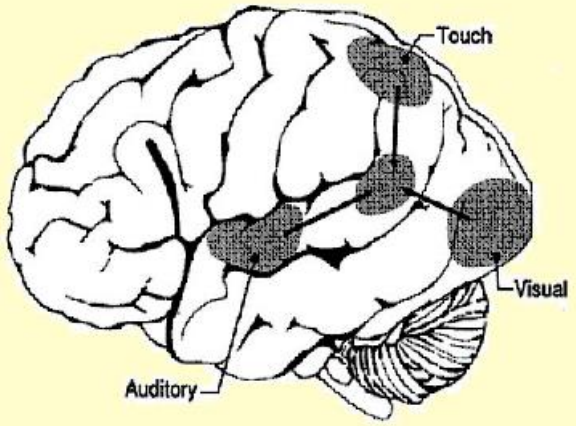




Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva.
Repercusiones sobre la cognición

Integración auditivo - Visual

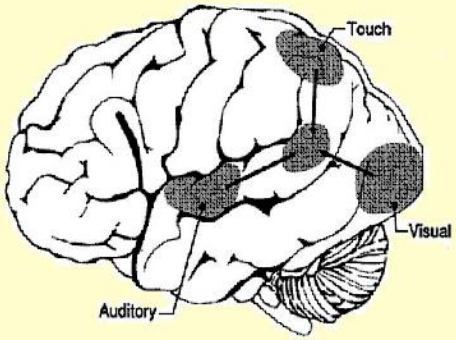


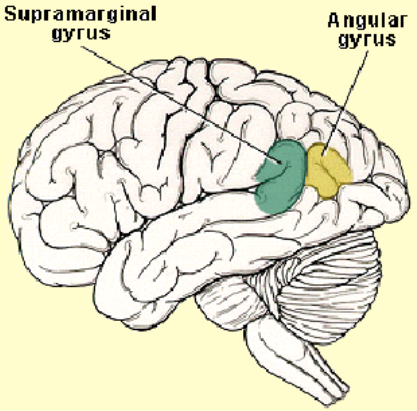


Nicholas Paul Holmes (2014)

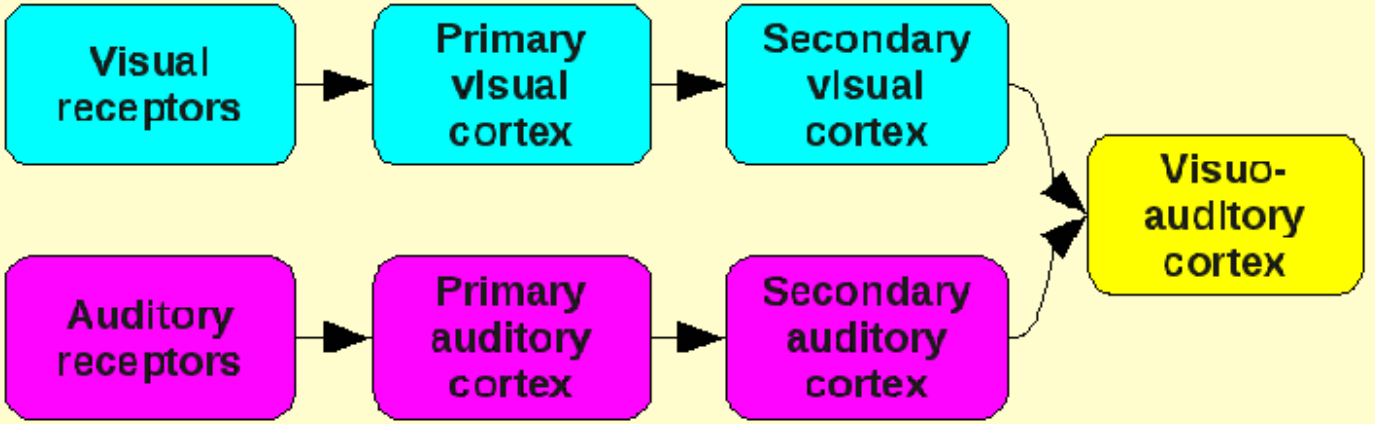
Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Integración auditivo - Visual





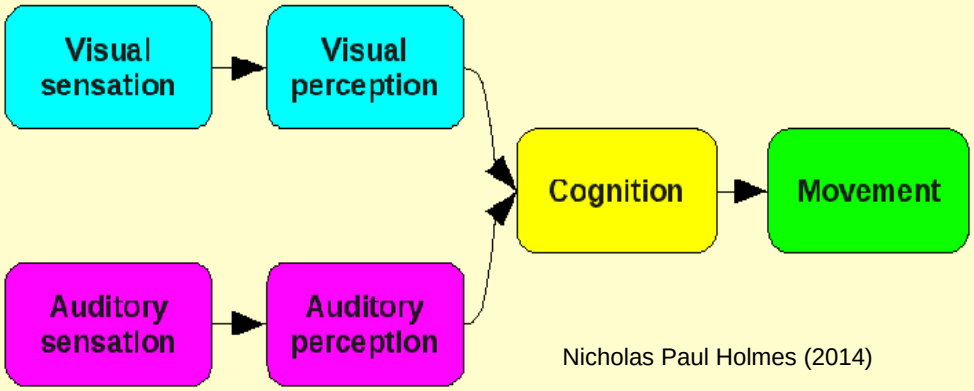
In the 'association' cortices



Nicholas Paul Holmes (2014)

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Higher-level interactions



Nicholas Paul Holmes (2014)

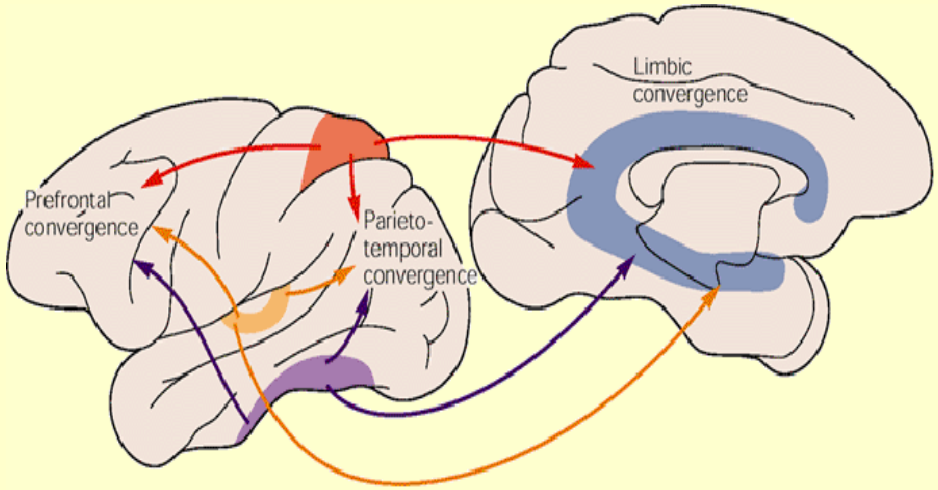


Figure 19-4 Unimodal sensory inputs converge on multimodal association areas in the prefrontal, the parietotemporal, and limbic cortices. (The limbic cortices form an unbroken stretch along the medial edge of the hemisphere, surrounding the corpus callosum and the diencephalon.) **Orange** = somatosensory association cortex; **purple** = visual association cortex; **yellow** = auditory association cortex. **Kandel 2012**.

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

La asincronía entre el procesamiento visual y el auditivo se ha estudiado al menos en:

Dislexia

TDAH

Esclerosis Múltiple

Traumatismos cerebrales

Deterioro de la percepción en el envejecimiento

En personas sanas:

- **Influencia en la comprensión del movimiento de los objetos**
- **Efectos sobre la discriminación de la velocidad de los objetos**
- **Efectos sobre la memoria**
- **Efectos en la atención espacial**
- **Efectos sobre el seguimiento visual**
- **Efectos de la "visón del habla" sobre el procesamiento del habla oida**

.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

La asincronía entre el procesamiento visual y el auditivo se ha estudiado en:

Dislexia:

Bowers, P. and M. Wolf (1993). "Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia." Reading and Writing **5**(1): 69-85.

Breznitz, Z. (2002). "Asynchrony of visual-orthographic and auditory-phonological word recognition processes: An underlying factor in dyslexia." Reading and Writing **15**(1-2): 15-42.

Breznitz, Z. and A. Meyler (2003). "Speed of lower-level auditory and visual processing as a basic factor in dyslexia: electrophysiological evidence." Brain Lang **85**(2): 166-184.

Breznitz, Z. and M. Misra (2003). "Speed of processing of the visual-orthographic and auditory-phonological systems in adult dyslexics: the contribution of "asynchrony" to word recognition deficits." Brain Lang 85(3): 486-502.

Laasonen, M., E. Service, et al. (2001). "Temporal order and processing acuity of visual, auditory, and tactile perception in developmentally dyslexic young adults." Cogn Affect Behav Neurosci 1(4): 394-410.

McPherson, W. B., P. T. Ackerman, et al. (1997). "Auditory and Visual Rhyme Judgements Reveal Differences and Similarities Between Normal and Disabled Adolescent Readers." Dyslexia 3: 63–77.

Wolf, M., P. G. Bowers, et al. (2000). "Naming-speed processes, timing, and reading: a conceptual review." J Learn Disabil 33(4): 387-407.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

La asincronía entre el procesamiento visual y el auditivo se ha estudiado en:

TDAH

Dockstader, C., W. Gaetz, et al. (2009). "Abnormal neural reactivity to unpredictable sensory events in attention-deficit/hyperactivity disorder." Biol Psychiatry 66(4): 376-383..

Esclerosis Múltiple:

Demaree, H. A., J. DeLuca, et al. (1999). "Speed of information processing as a key deficit in multiple sclerosis: implications for rehabilitation." Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 67(5): 661-663.Breznitz, Z. (2002).

Diamond, B. J., J. DeLuca, et al. (1997). "The question of disproportionate impairments in visual and auditory information processing in multiple sclerosis." J Clin Exp Neuropsychol 19(1): 34-42.

Traumatismos cerebrales:

Madigan, N. K., J. DeLuca, et al. (2000). "Speed of information processing in traumatic brain injury: modality-specific factors." J Head Trauma Rehabil 15(3): 943-956.

Deterioro de la percepción en el envejecimiento:

Strayer, D. L., C. D. Wickens, et al. (1987). "Adult age differences in the speed and capacity of information processing: 2. An electrophysiological approach." Psychol Aging 2(2): 99-110.

Wickens, C. D., R. Braune, et al. (1987). "Age differences in the speed and capacity of information processing: 1. A dual-task approach." Psychol Aging 2(1): 70-78.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

La asincronía entre el procesamiento visual y el auditivo se ha estudiado en sanos:

Influencia en la comprensión del movimiento de los objetos

Lewis, J. W., M. S. Beauchamp, et al. (2000). "A comparison of visual and auditory motion processing in human cerebral cortex." Cereb Cortex 10(9): 873-888. (La activación del cortex parietal lateral, frontal lateral y medial, insular anterior, sulcus intraparietal (IPS), permiten la integración polisensorial y la selección atencional necesarias para comprender el movimiento de los objetos).

Efectos sobre la discriminación de la velocidad de los objetos

Marks, L. E. (1987). "On cross-modal similarity: auditory-visual interactions in speeded discrimination." J Exp Psychol Hum Percept Perform 13(3): 384-394.

Efectos sobre la memoria:

Penney, T. B., J. Gibbon, et al. (2000). "Differential effects of auditory and visual signals on clock speed and temporal memory." J Exp Psychol Hum Percept Perform 26(6): 1770-1787.

Efectos en la atención espacial

Teder-Salejarvi, W. A., T. F. Munte, et al. (1999). "Intra-modal and cross-modal spatial attention to auditory and visual stimuli. An event-related brain potential study." Brain Res Cogn Brain Res 8(3): 327-343.

Efectos de la "visón del habla" sobre el procesamiento del habla oida

van Wassenhove, V., K. W. Grant, et al. (2005). "Visual speech speeds up the neural processing of auditory speech." Proc Natl Acad Sci U S A 102(4): 1181-1186. (Analysis-by-synthesis" mechanism in auditory-visual speech perception).

Efectos sobre el seguimiento visual

Frens, M. A., A. J. Van Opstal, et al. (1995). "Spatial and temporal factors determine auditory-visual interactions in human saccadic eye movements." Percept Psychophys **57**(6): 802-816.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

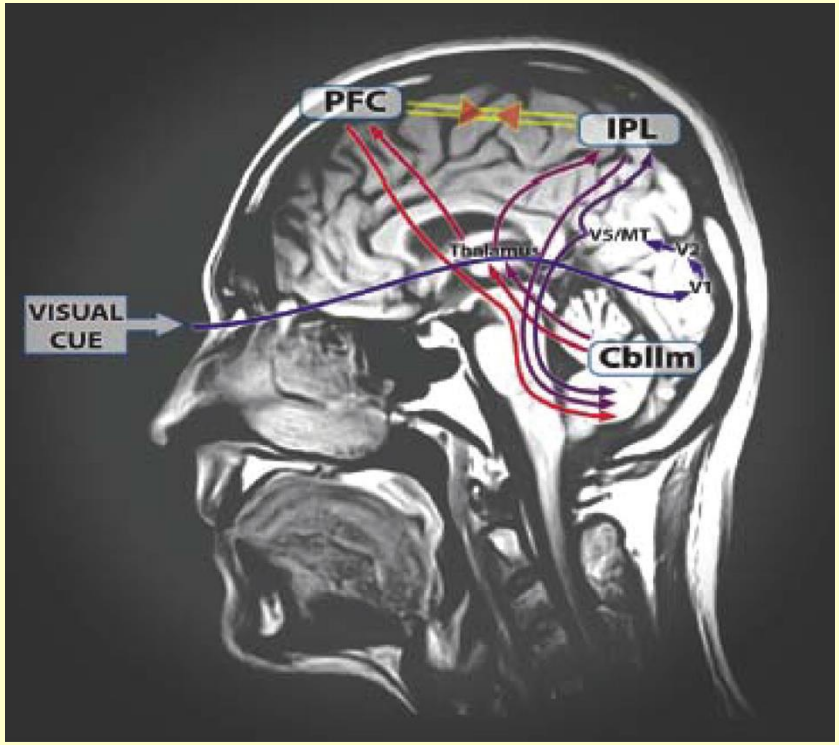
La asincronía se ha estudiado en:

La atención

Una función clave de la atención en el comportamiento orientado a objetivos es reducir los posibles errores mediante una simulación mental predictiva que genera un estado de expectativa.

Una red que abarca la *corteza prefrontal, el lóbulo parietal y el cerebelo* **puede ser crítica en la programación temporal y el mantenimiento y de dicha actividad predictiva.**

La asincronía sensorial perturba el proceso temporal que genera la expectación y puede alterar la atención, causar problemas de memoria de trabajo, distracción y disminución de la conciencia.



Ghajar, J. and R. B. Ivry (2009). "The predictive brain state: asynchrony in disorders of attention?" Neuroscientist 15(3): 232-242.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

En educación:

Funciones mentales básicas

La integración sensorial intermodal condiciona:

La Atención

Especialmente la atención espacial
La atención auditiva activa la visión periférica
Objeto y su sonido: dos eventos o uno
Afecta más a la atención exógena (coliculos).
Déficits atencionales que producen tiempos de reacción lentos.
Fracaso en tareas duales visual-auditivas.

Percepción y Movimiento

Motricidad ocular
Reflejos de orientación
Percepción del movimiento y la velocidad
Percepción del tiempo

Memoria

Especialmente la memoria de trabajo espacial.
Memoria temporal

Planificación por problemas temporales.

En educación:

Repercusión de la asincronía visual auditiva sobre el aprendizaje

↓ **Aprendizaje de palabras y ampliación léxica**

↓ **Aprendizaje de la lecto-escritura -> Dislexia**

↓ **Formación de conceptos**

Dificultad en la síntesis de características

↓ **Aprendizaje causal**

Dificultad en asociar sonidos con las acciones y objetos que los producen

↓ **Aprendizaje motriz**

Interacciones auditivo – visuales en el control motor
Tiempos de reacción enlentecidos por interferencia atencional.

Deterioro de la representación del espacio

Localización de objetos
Localización de los eventos
Interacciones auditivo – visuales en los cambios perceptivos

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Terapias de integración sensorial

Hay evidencia de su ineficiencia en trastornos de aprendizaje, autismo, déficit de atención con hiperactividad y en otros trastornos.

Williames LD1, Erdie-Lalena CR. Complementary, holistic, and integrative medicine: sensory integration Pediatr Rev. 2009 Dec;30(12):e91-3.

Addison LR, Piazza CC, Patel MR, Bachmeyer MH, Rivas KM, Milnes SM, Oddo J. A comparison of sensory integrative and behavioral therapies as treatment for pediatric feeding disorders. J Appl Behav Anal. 2012 Fall;45(3):455-71.

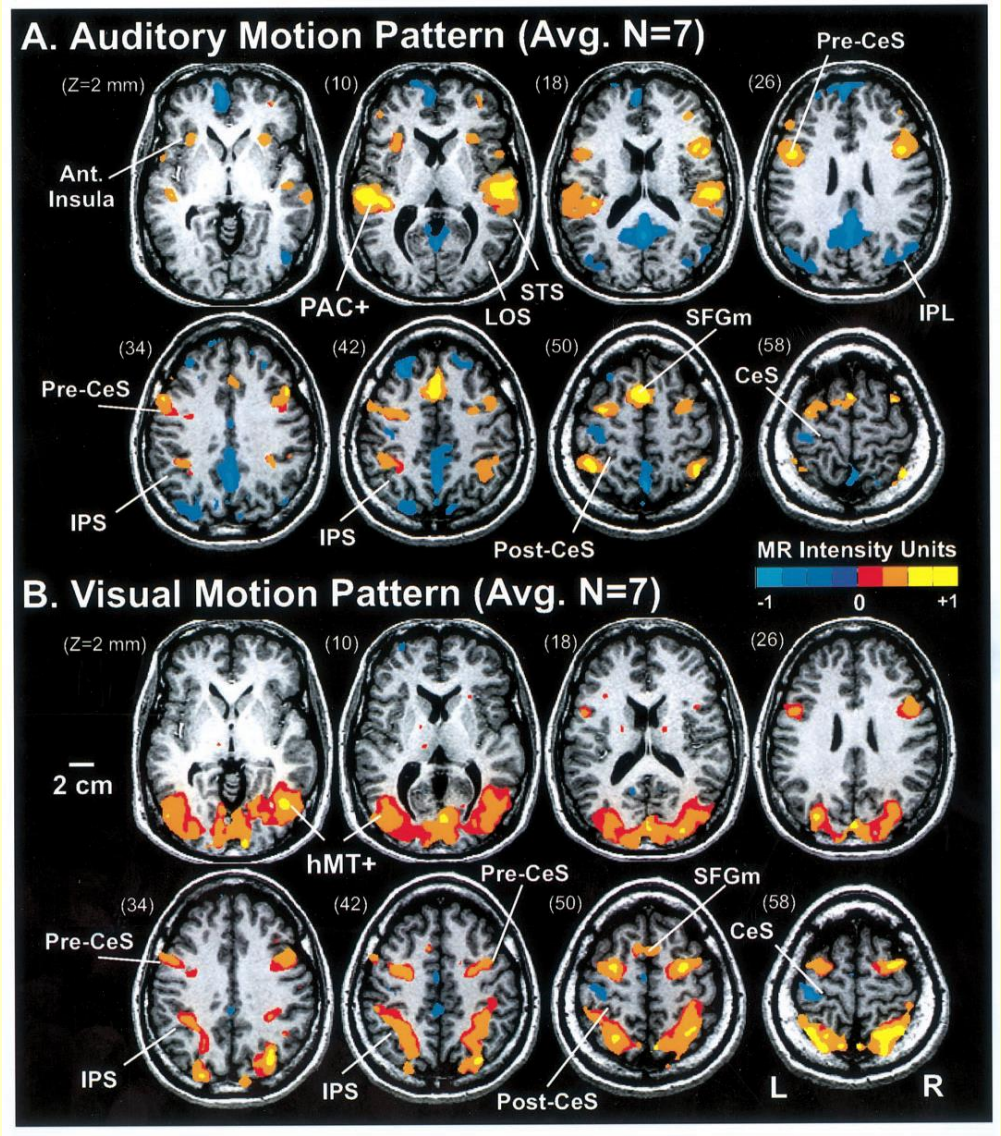
Section On Complementary And Integrative Medicine; Council on Children with Disabilities; American Academy of Pediatrics, Zimmer M, Desch L.Sensory integration therapies for children with developmental and behavioral disorders. Pediatrics. 2012 Jun;129(6):1186-9. doi: 10.1542/peds.2012-0876.

Se han encontrado efectivas en los trastornos del desarrollo de la coordinación

Elbasan B, Kayıhan H, Duzgun I Sensory integration and activities of daily living in children with developmental coordination disorder. ItalianJournal of Pediatrics 2012 38:14

No hay diagnóstico neurofisiológico sobre la indicación de la terapia en ningún trabajo revisado.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez



Lewis, J. W., M. S. Beauchamp, et al. (2000)A Comparison of Visual and Auditory Motion Processing in Human Cerebral Cortex

Comprensión del movimiento de los objetos

FMRI de las respuestas a:

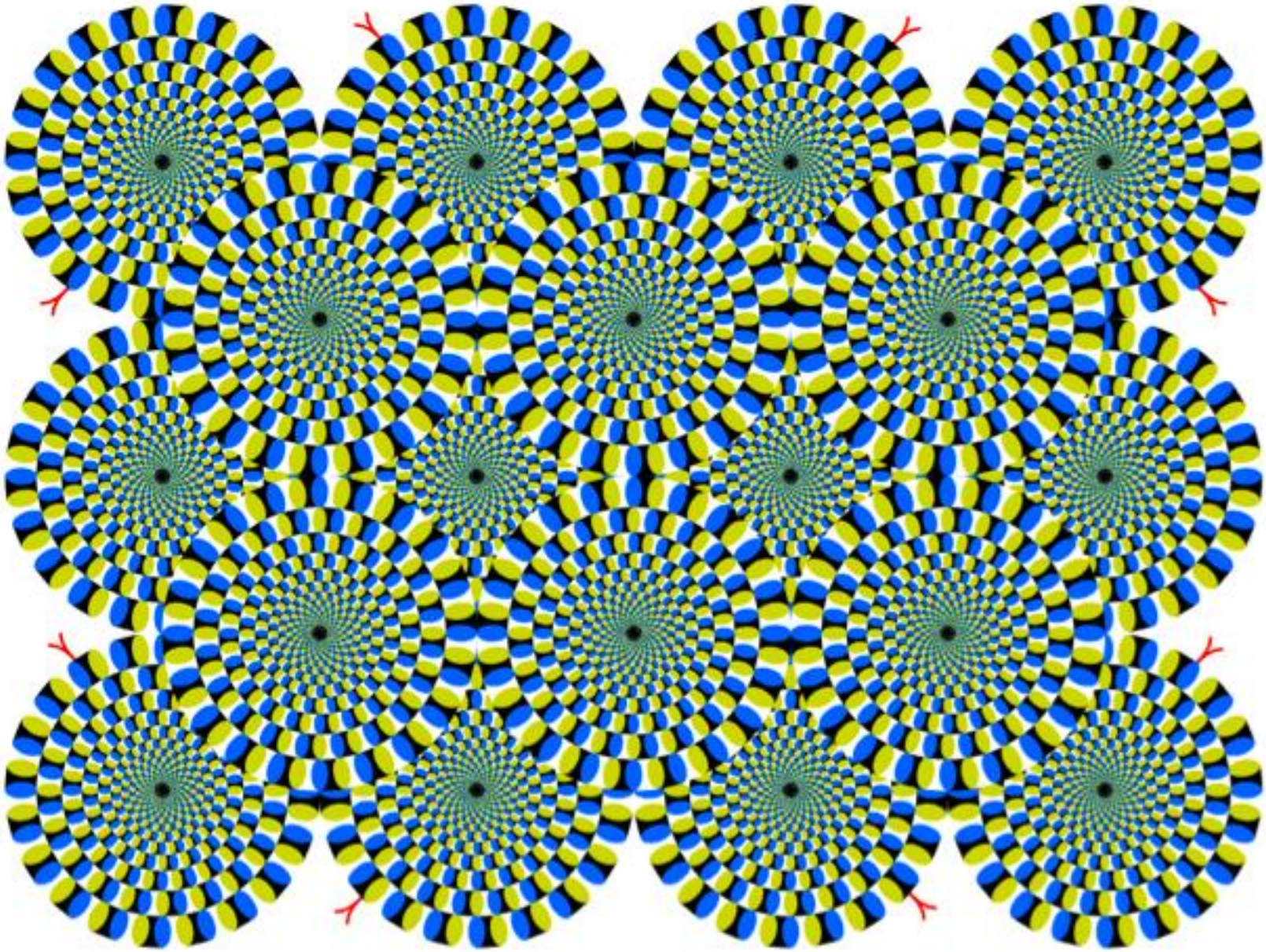
(A) Un paradigma auditivo de movimiento

(B) Un paradigma visual de percepción del movimiento promediando siete ejercicios.

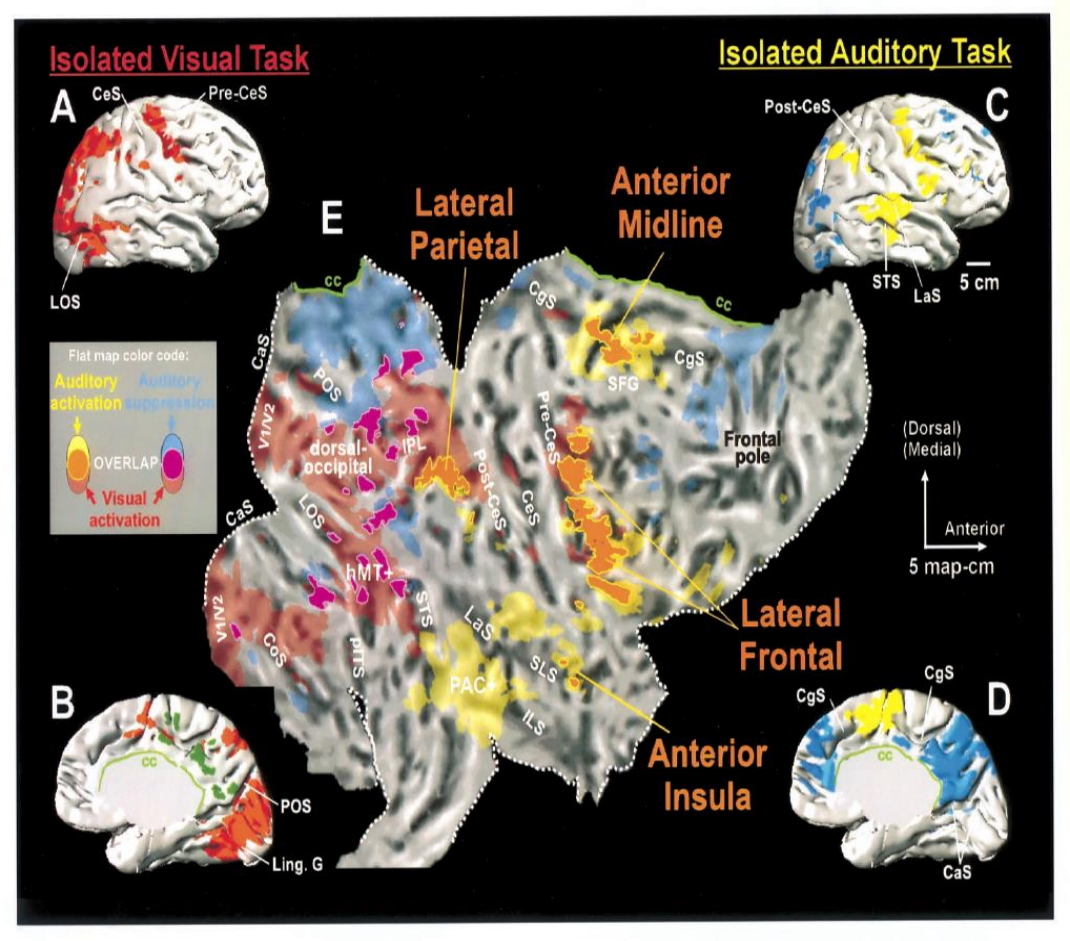
Los tonos amarillos y rojos indican aumento de actividad cerebral, los azules disminución.

Abreviaturas: CeS, surco central; PAC +, corteza auditiva primaria; hMT +, complejo MT humano (percepción visual del movimiento); IPL, lóbulo parietal inferior; IPS, surco intraparietal; LOS, surco occipital lateral; Post-CeS, surco postcentral; Pre-CES, surco precentral; SFGm, giro frontal superior (medial); STS, surco temporal superior.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez



Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición



Lewis, J. W., M. S. Beauchamp, et al. (2000) A Comparison of Visual and Auditory Motion Processing in Human Cerebral Cortex

Comprensión del movimiento de los objetos

Modelos tridimensionales y mapa representación plana del hemisferio derecho del cerebro que muestra la actividad promedio de un grupo obtenida con fMRI.

(A, B) Activación en rojo y supresión en verde oscuro en un paradigma *visual* de movimiento.

(C, D) Activación en amarillo y supresión en azul en un paradigma *auditivo* de movimiento.

(E) Mapa plano de las regiones de *solapamiento* de la actividad visual - aditiva. El solapamiento está indicado por colores intermedios. La supresión relacionada con los visual (verde oscuro) fue omitida en E para mayor claridad.

La actividad del hemisferio izquierdo fue similar, auque con algunas diferencias.

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

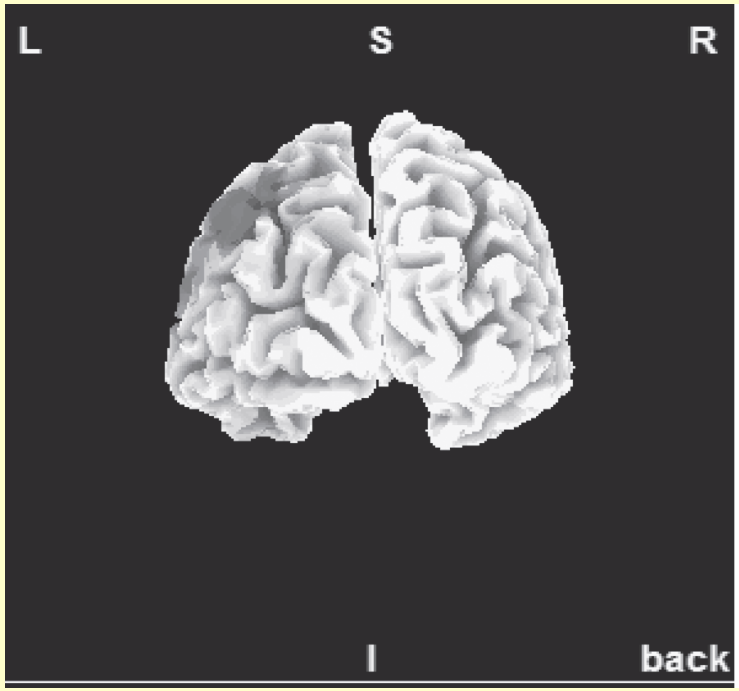
Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva.
Repercusiones sobre la cognición

THE ORIGIN OF DYSLEXIA: THE ASYNCHRONY PHENOMENON

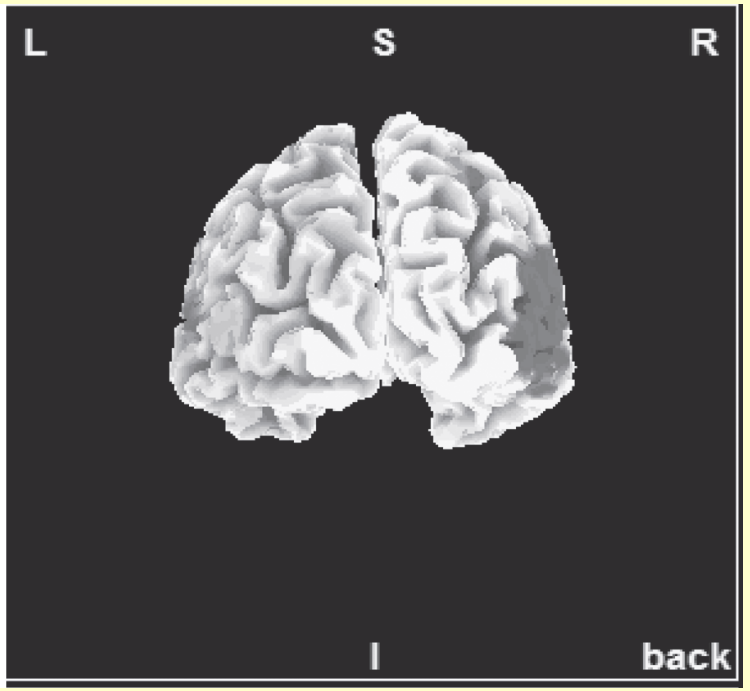
Zvia Breznitz (2008)

"La correspondencia grafema-fonema requiere precisión en el contenido y en el tiempo".

A) Lectores normales, P200 at 197 ms.



B) Dislexicos, P200 at 289 ms.

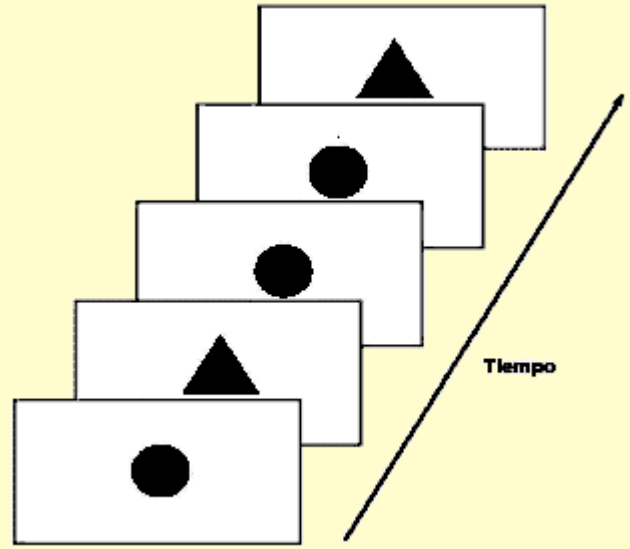


Comparación de las **topografías** de los picos de las ondas P200 (LORETA) obtenidas durante una tarea de **decisión lexica**.

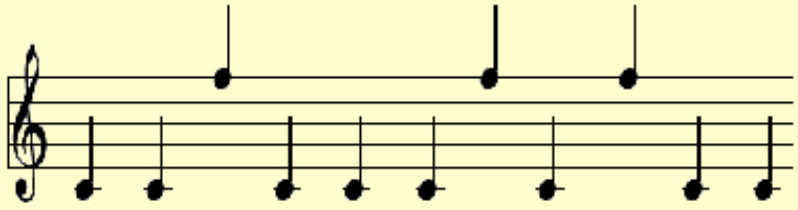
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Estímulos Visuales



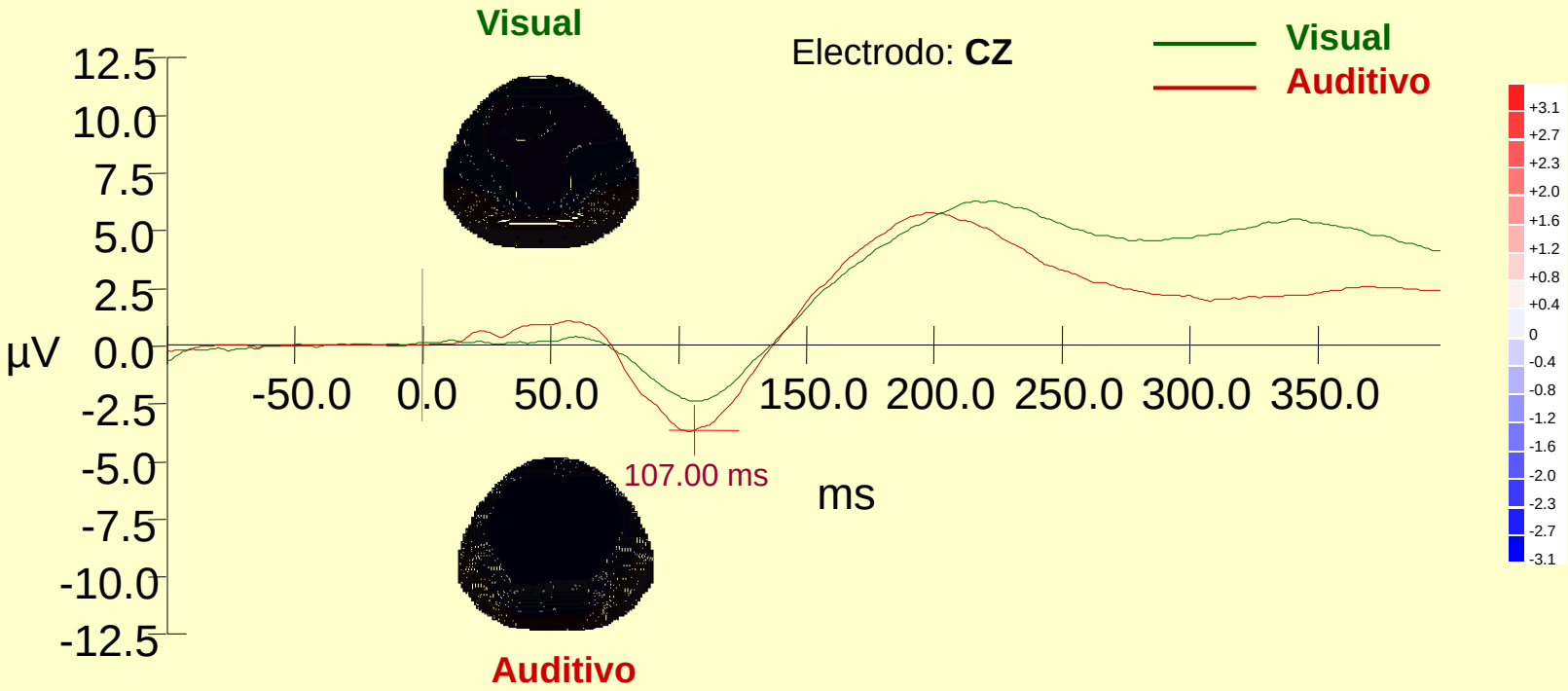
Estímulos Auditivos



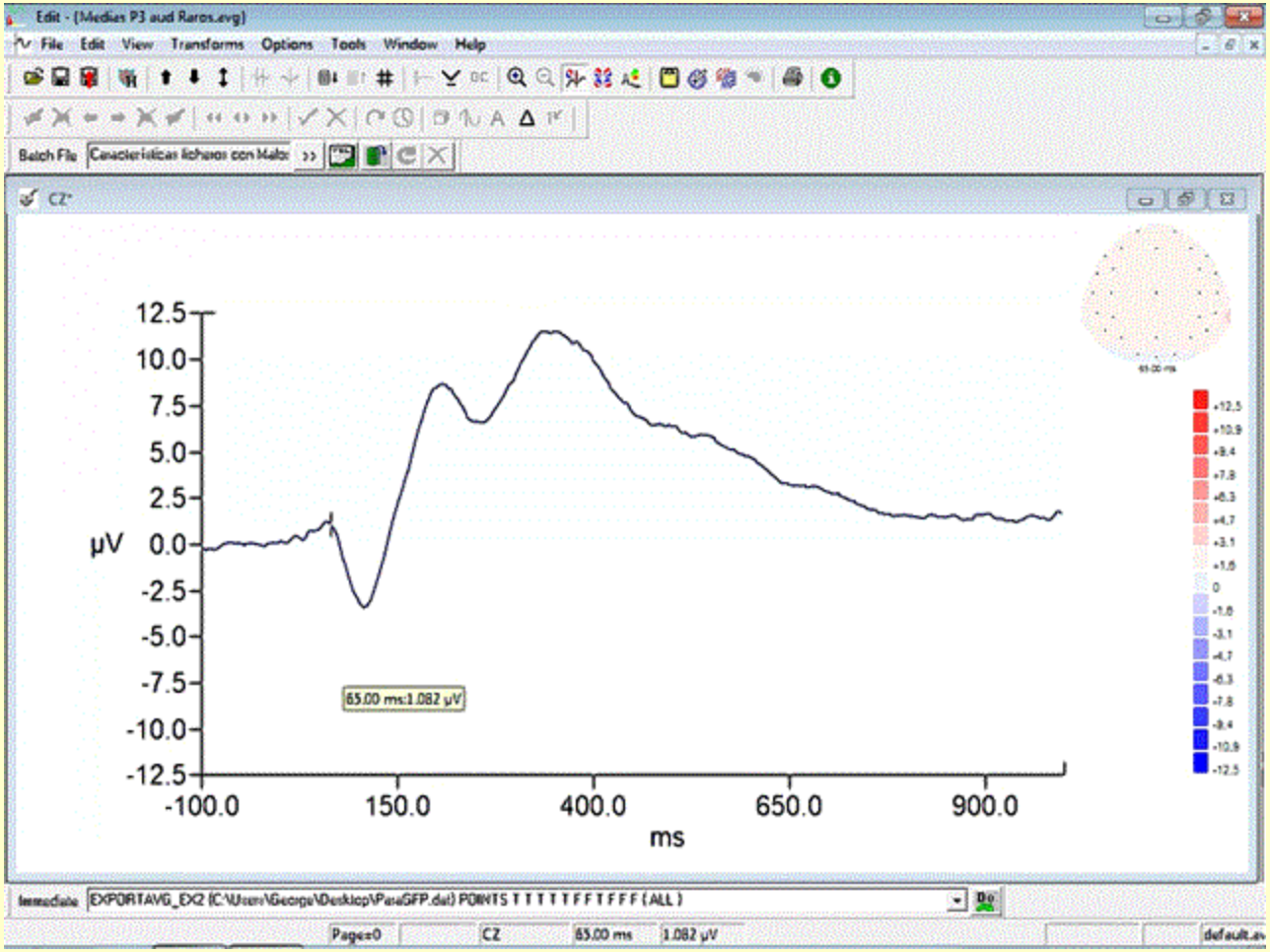
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

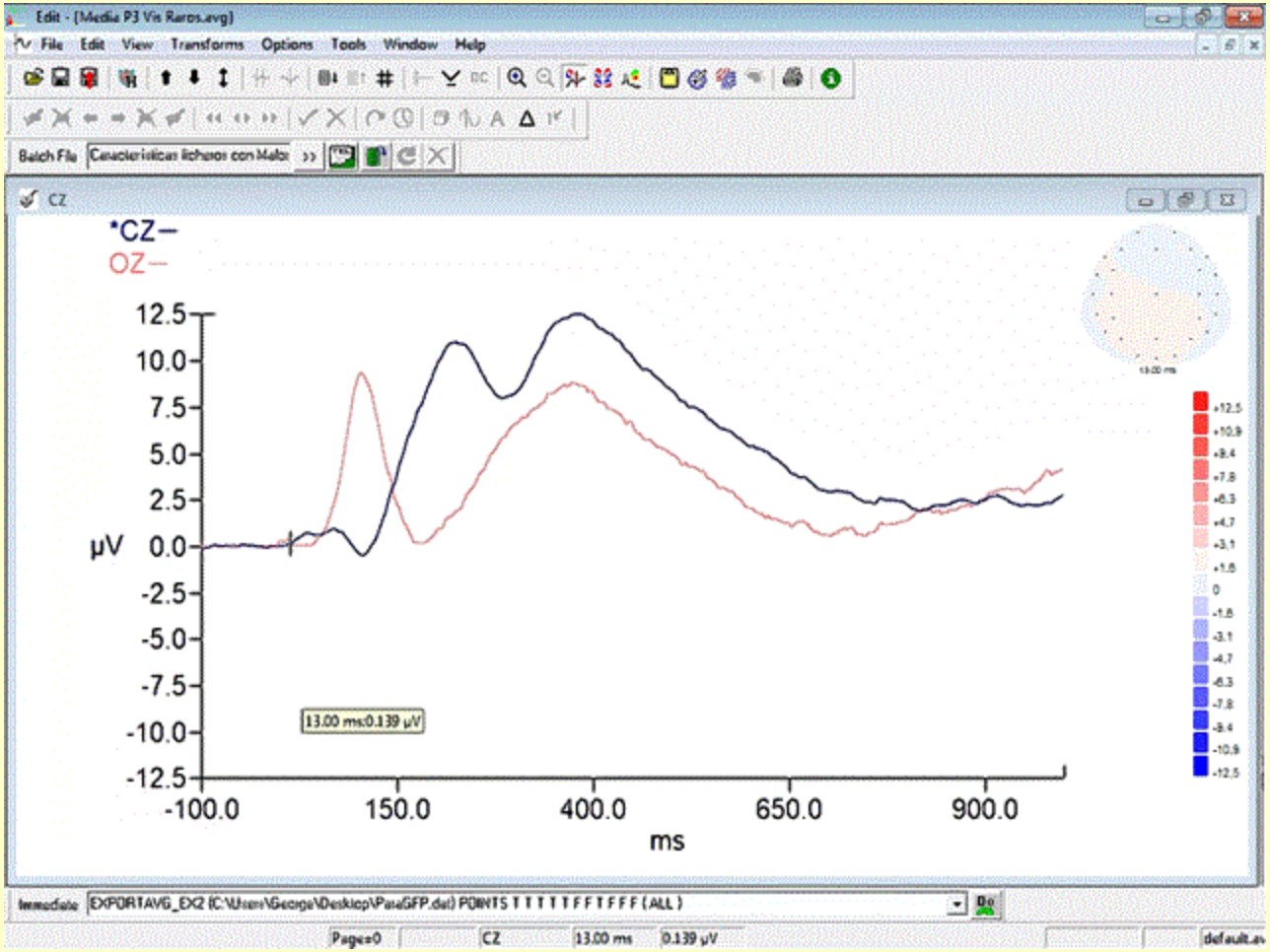
Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Inicialmente los estímulos auditivos y los visuales parecen llegar casi a la vez a la corteza cerebral

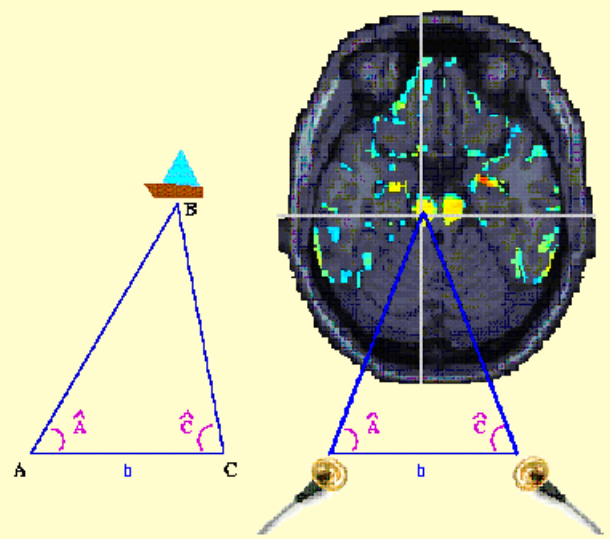


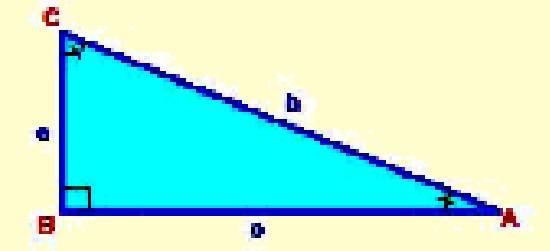
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez


Edit - (Medias P3 aud Raros.avg)
File Edit View Transforms Options Tools Window Help
Batch File
CZ*
12.5
10.0
7.5
5.0
2.5
µV 0.0
-2.5
-5.0
-7.5
-10.0
-12.5
65.00 ms;1.082 µV
-100.0
150.0
400.0
650.0
900.0
ms
Page=0
CZ
65.00 ms
1.082 µV


Edit - (Media P3 Vis Raros.avg)
File Edit View Transforms Options Tools Window Help
Batch File
CZ
*CZ
OZ
12.5
10.0
7.5
5.0
2.5
µV 0.0
-2.5
-5.0
-7.5
-10.0
-12.5
13.00 ms;0.139 µV
-100.0
150.0
400.0
650.0
900.0
ms
Immediate
Page=0
CZ
13.00 ms
0.139 µV

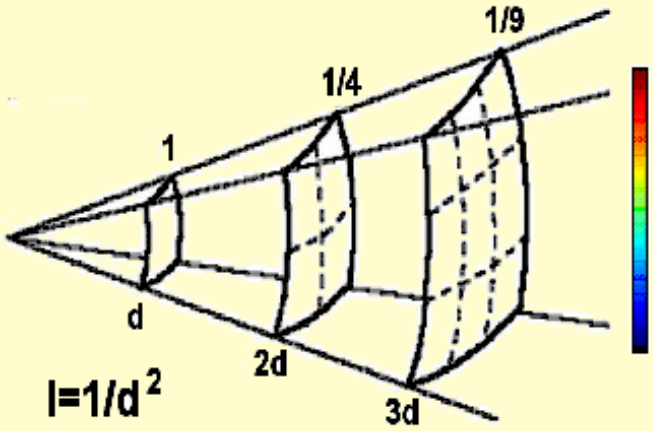
Simplificación didáctica del calculo de fuentes





sen A = a/b
cos A = c/b
tang A = a/c

sen C = c/b
cos C = a/b
tang C= c/a



Cell Id. + NMR

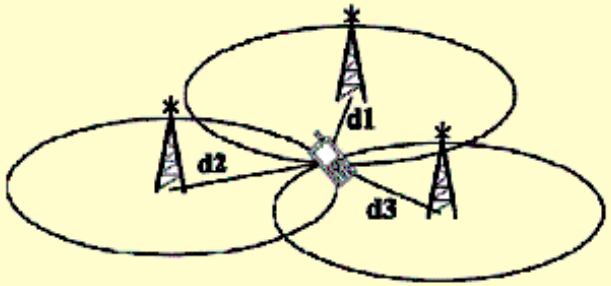
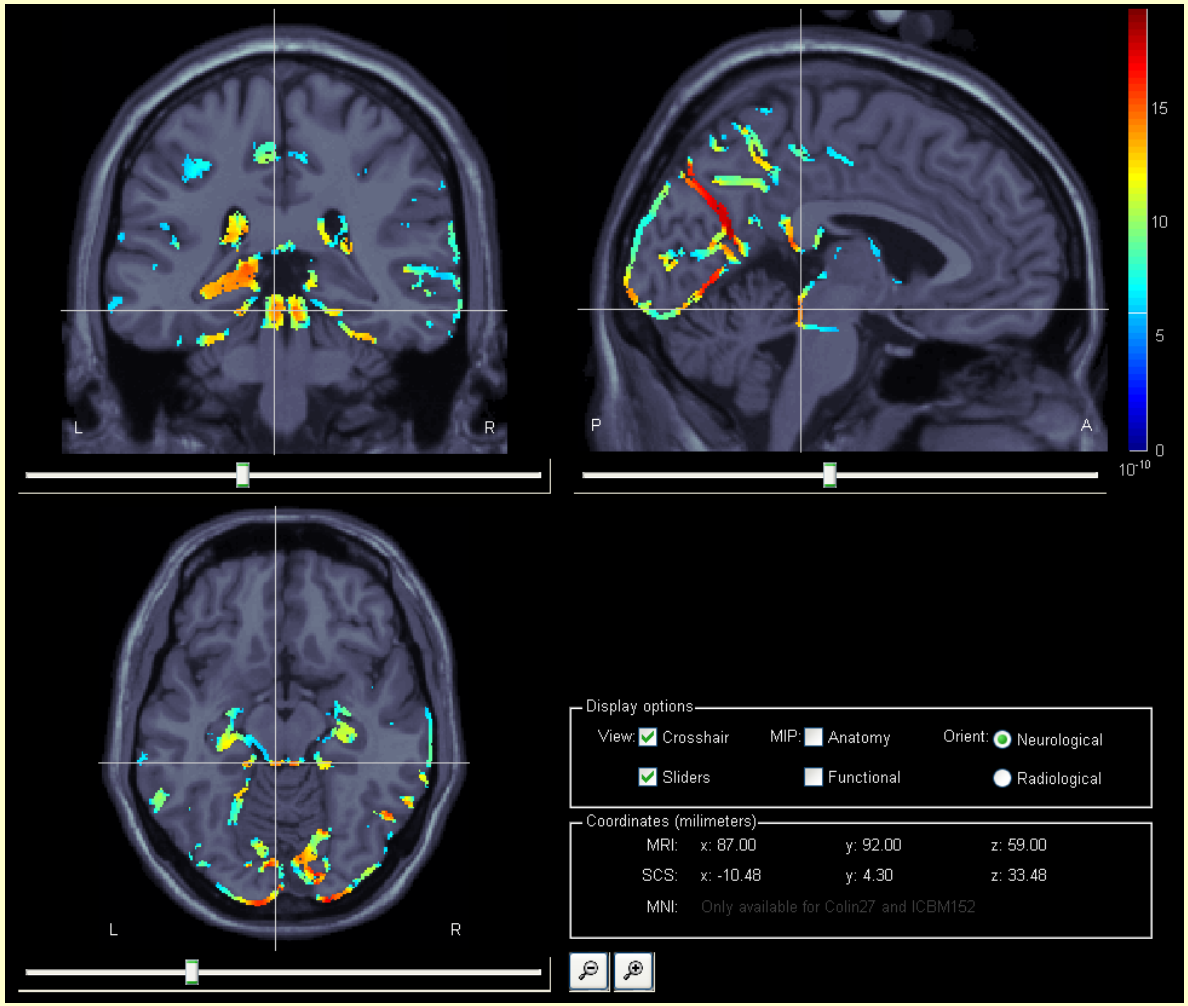
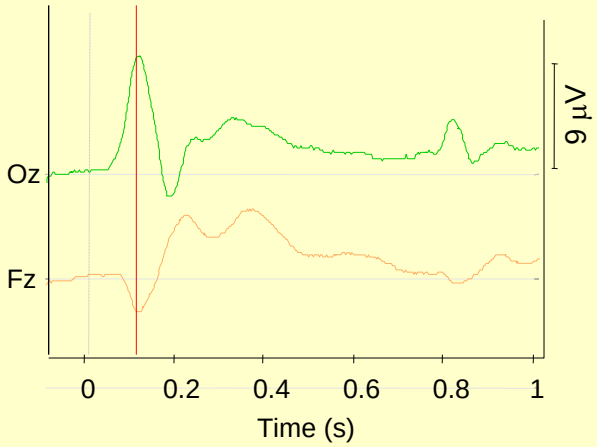


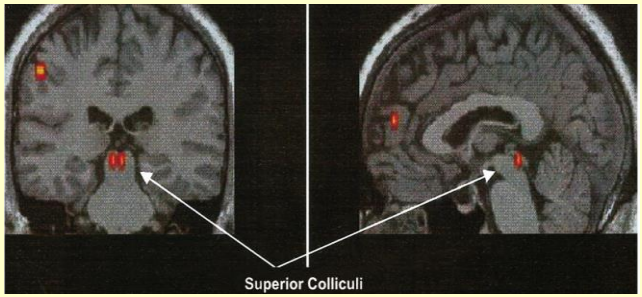
Figura 2. Representación aproximada del posicionamiento obtenido por el sistema avanzado del Cell Id + NMR.

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Efecto de la información visual a 108 ms tras el estímulo





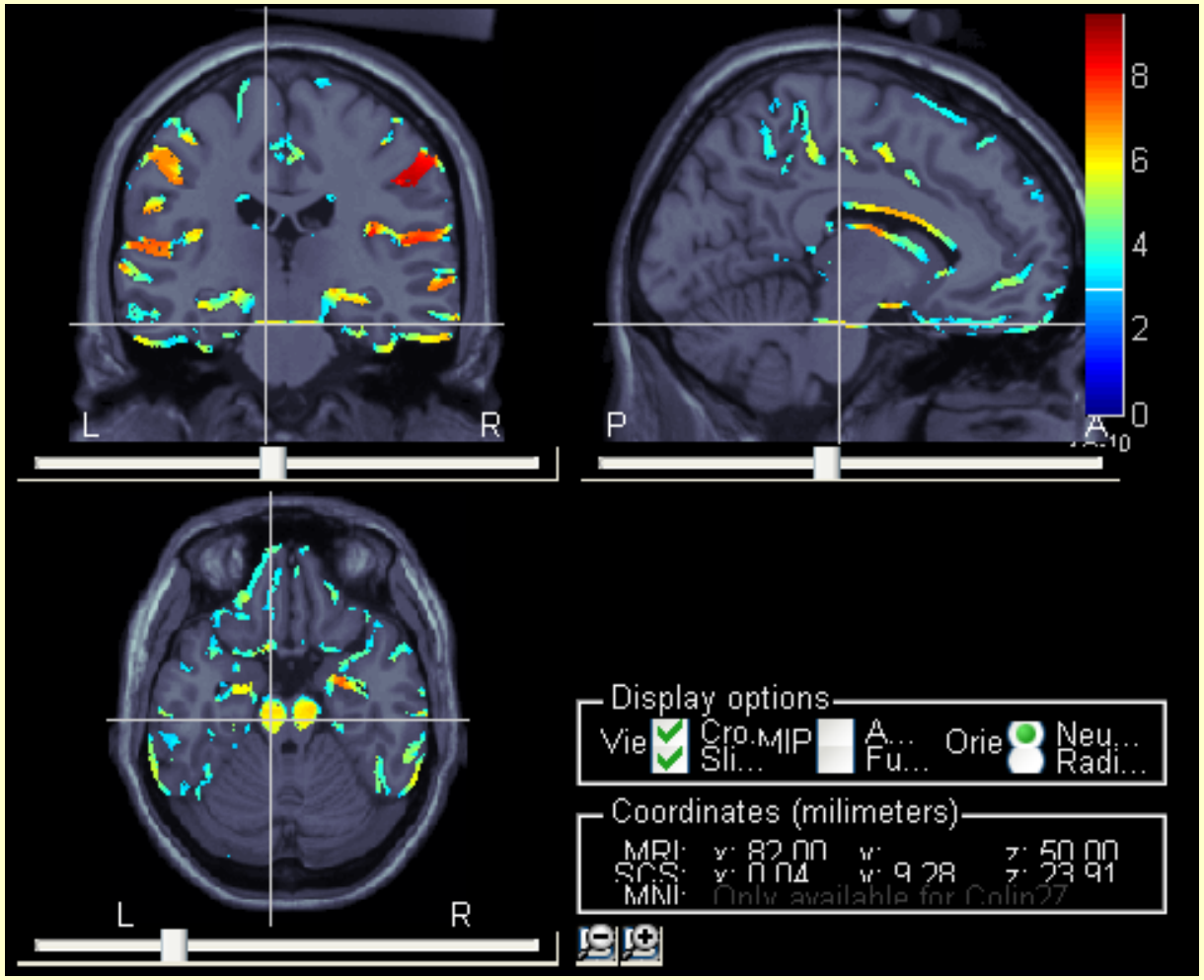


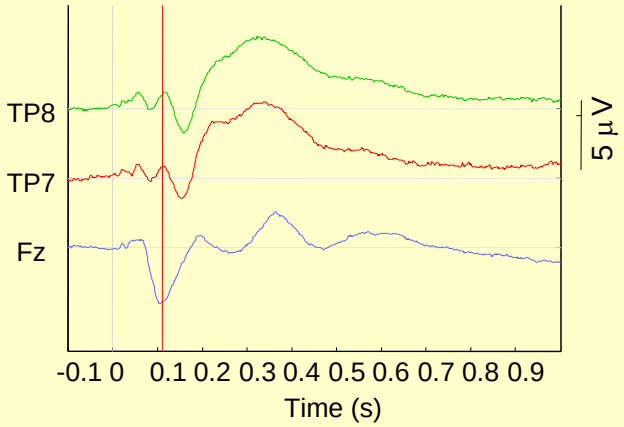
fRMI Colículo Superior

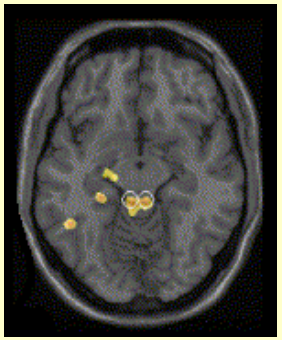
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Efecto de la información auditiva a 107 ms tras el estímulo



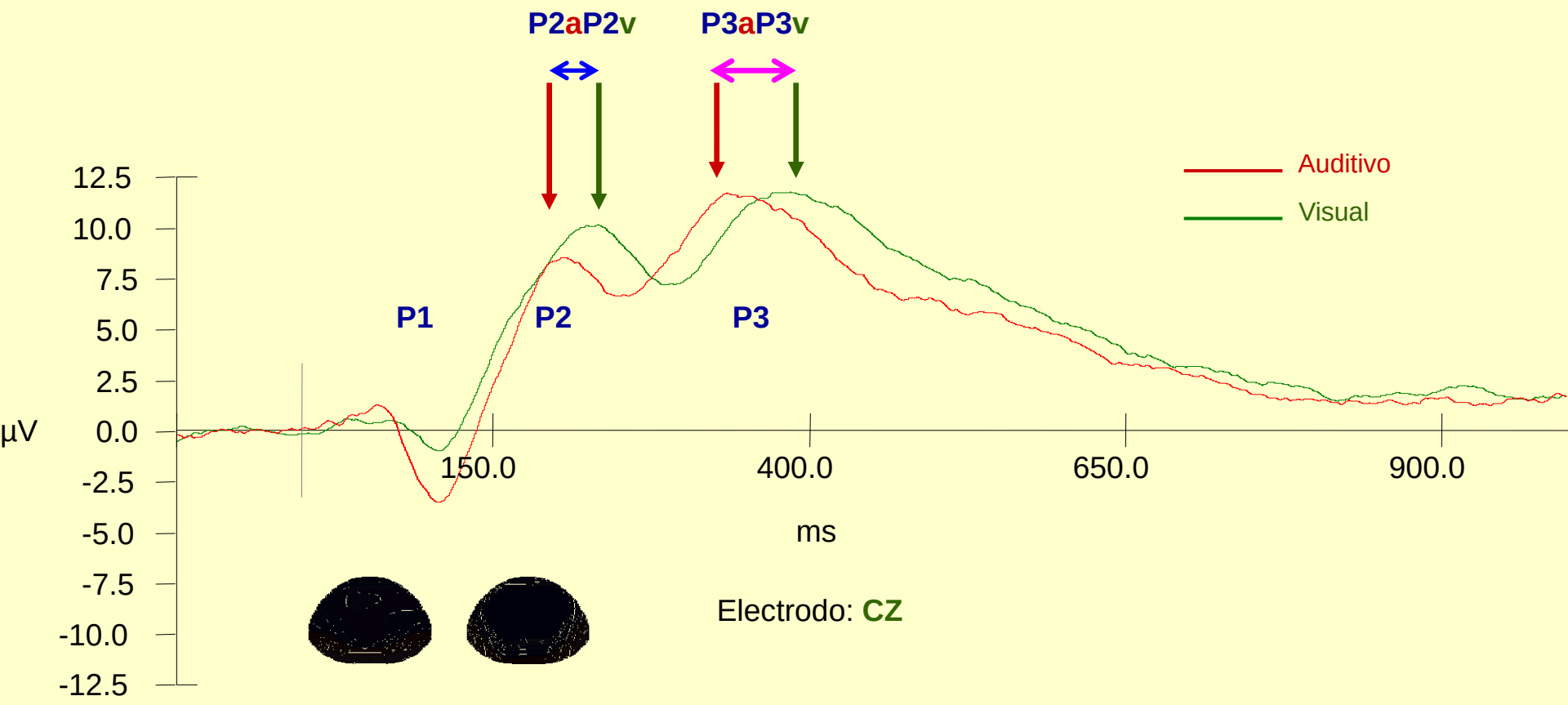




fRMI Colículo Inferior

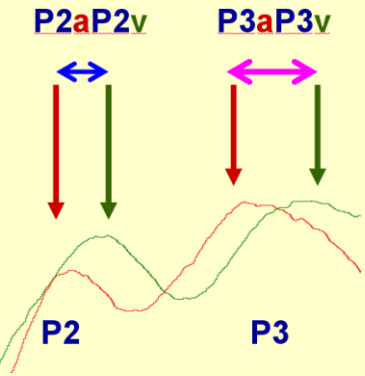
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Después, los estímulos auditivos se procesan un poco más rápidamente que los visuales.



Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

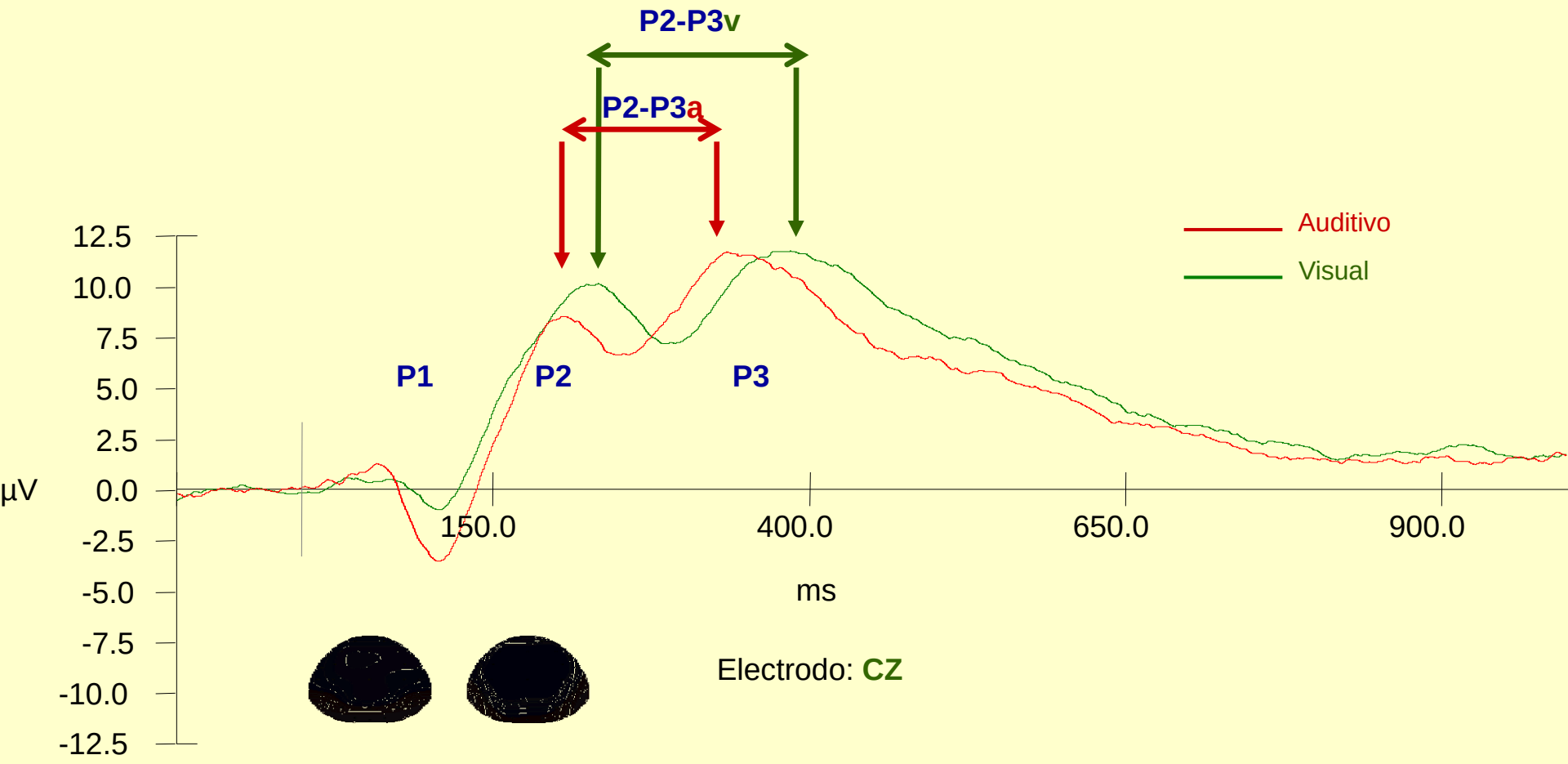
Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición



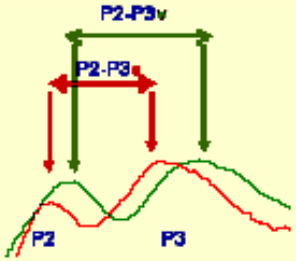
Correlaciones de las diferencias entre las P2 y P3 visuales y auditivas con los CIs

Electrodo Cz		↔ P2a P2v	↔ P3a P3v
WISC Comprensión Verbal	Correlación de Pearson	,134	,031
	Sig. (bilateral)	,390	,841
	N	43	45
WISC Razonamiento Perceptivo	Correlación de Pearson	-,026	-,150
	Sig. (bilateral)	,870	,326
	N	43	45
WISC Memoria de Trabajo	Correlación de Pearson	-,088	-,046
	Sig. (bilateral)	,573	,764
	N	43	45
WISC Velocidad d Procesamiento	Correlación de Pearson	-,061	,065
	Sig. (bilateral)	,696	,671
	N	43	45
WISC Cociente intelectual Total	Correlación de Pearson	-,039	-,019
	Sig. (bilateral)	,806	,902
	N	43	45

Interlatencias P2 – P3



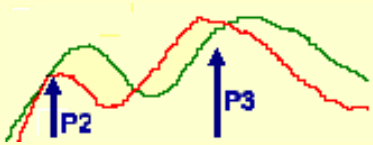
Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez



Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Correlaciones entre las interlatencias P2 y P3 visuales y auditivas y los CIs

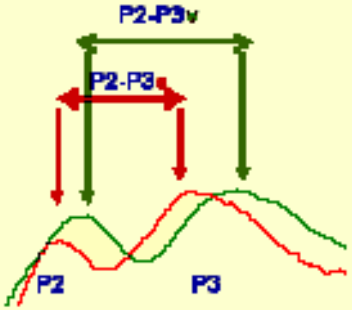
Electrodo Cz		P2 – P3 Vs	P2 – P3 Aud	P2P3Vs-P2P3Au
WISC Comprensión Verbal	R	0,065	-,012	-,117
	Sig.	0,681	,938	,456
	N	43	45	43
WISC Razonamiento Perceptivo	R	0,15	,013	-,089
	Sig.	0,336	,932	,572
	N	43	45	43
WISC Memoria de Trabajo	R	0,044	,057	,055
	Sig.	0,78	,710	,728
	N	43	45	43
WISC Velocidad d Procesamiento	R	-0,147	-,039	,145
	Sig.	0,346	,798	,355
	N	43	45	43
WISC Cociente intelectual Total	R	-0,004	-,003	,029
	Sig.	0,98	,986	,853
	N	43	45	43



Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva. Repercusiones sobre la cognición

Correlaciones entre las amplitudes de P2 y P3 visuales y auditivas y los CIs

Electrodo Cz		Amp P2 Aud	Amp P2 Vs	Amp P3 Aud	Amp P3 Vs
WISC Comprensión Verbal	R	,184	**,351****	,082	**,218**
	Sig.	,206	,006	,591	,150
	N	45	45	45	45
WISC Razonamiento Perceptivo	R	,050	**,250**	,139	**,418****
	Sig.	,732	,052	,361	,004
	N	45	45	45	45
WISC Memoria de Trabajo	R	,192	**,306***	**,227**	**,592****
	Sig.	,187	,016	,133	,000
	N	45	45	45	45
WISC Velocidad d Procesamiento	R	**,238**	,152	**,335***	**,281**
	Sig.	,100	,243	,024	,061
	N	45	45	45	45
WISC Cociente Intelectual Total	R	**,224**	**,369****	**,279**	**,540****
	Sig.	,123	,003	,064	,000
	N	45	45	45	45



Estudio neurofisiológico de la asincronía visual-auditiva.
Repercusiones sobre la cognición

Casos extremos

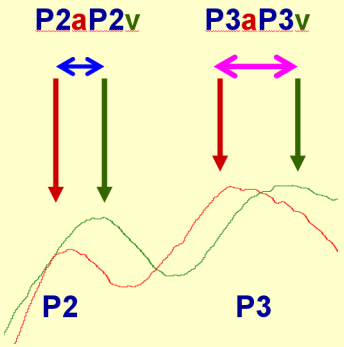
Grupos extremos en Velocidad Auditiva

	Grupo	N	**Media en Milisegundos**	D.S.
P2 – P3 Aud	1	10	**66,6**	18,8
	2	10	**282,0**	39,7
P2 – P3 Vs	1	10	152,7	63,2
	2	10	170,1	73,8

Grupos extremos en Velocidad Visual

	Grupo	N	**Media en Milisegundos**	D.S.
P2 – P3 Aud	1	10	164,9	90,0
	2	10	166,5	43,4
P2 – P3 Vs	1	10	**91,6**	24,0
	2	10	**297,0**	41,7

No hay diferencias significativas entre los grupos extremos en ningún test psicométrico



Los grupos extremos hechos con las diferencias entre las latencias de las P2 auditivas y P3 visuales, tampoco son significativamente desiguales en ningún test psicométrico

Jorge Muñoz Ruata, Elena Caro Martínez

Conclusiones

En la literatura revisada, la asincronía entre el procesamiento visual y el auditivo:

Se ha encontrado significativa en la dislexia, el TDAH, la esclerosis múltiple, los traumatismos cerebrales y el deterioro de la percepción en el envejecimiento.

Parece relacionarse con varias funciones mentales como la atención, la memoria, la percepción, el movimiento, la planificación, el lenguaje, la formación de conceptos y el pensamiento causal.

Se han encontrado grandes diferencias en la velocidad de procesamiento visual y auditivo entre los sujetos examinados. Sin embargo utilizando trenes de estímulos visuales y auditivos fijos no se ha podido encontrar ninguna relación del grado de asincronía ni con los cocientes intelectuales ni con los índices cognitivos (WISC IV) de adolescentes con trastornos del neurodesarrollo.

Posibilidades futuras

Utilizar estímulos no lingüísticos auditivos y visuales, juntos y/o por separado, en tareas de detección de posición o de movimiento.

Utilizar estímulos lingüísticos: letras palabras y frases, presentadas acústica y visualmente en tareas pasivas y de decisión.

FIN

Gracias por su atención