

Participación Educativa

REVISTA DEL CONSEJO
ESCOLAR DEL ESTADO

Ministerio
de Educación, Cultura
y Deporte

Las relaciones entre familia y escuela

Consejo
Escolar
del Estado

Segunda Época/Vol. **4**/N.º **7**/2015



PARTICIPACIÓN EDUCATIVA

SEGUNDA ÉPOCA/VOL. 4/N.º 7/DICIEMBRE 2015

LAS RELACIONES ENTRE FAMILIA Y ESCUELA

ÓRGANOS DE DIRECCIÓN

Consejo de dirección

Presidencia

Francisco López Rupérez
Presidente del Consejo Escolar del Estado

Vicepresidencia

María Dolores Molina de Juan
Vicepresidenta del Consejo Escolar del Estado

Secretario

José Luis de la Monja Fajardo
Secretario del Consejo Escolar del Estado

Vocales

María Rodríguez Alcázar
Consejera de la Comisión Permanente
José Luis López Belmonte
Consejero de la Comisión Permanente
Fernando López Tapia
Consejero de la Comisión Permanente

Consejo editorial

María Dolores Molina de Juan
(Consejo Escolar del Estado)
José Luis de la Monja Fajardo
(Consejo Escolar del Estado)
Isabel García García
(Consejo Escolar del Estado)
Juan Ramón Villar Fuentes
(Consejo Escolar del Estado)
M. Almudena Collado Martín
(Consejo Escolar del Estado)
Carmen Arriero Villacorta
(Consejo Escolar del Estado)
Antonio Frías del Val
(Consejo Escolar del Estado)
Juan Luis Cordero Ceballos

Consejo asesor

Bonifacio Alcañiz García
Francisco J. Carrascal García
Julio Delgado Agudo
José Antonio Fernández Bravo
Mariano Fernández Enguita
Alfredo Fierro Bardají
José Luis Gaviria Soto
Samuel Gento Palacios
María Luisa Martín Martín
José María Merino
Sara Moreno Valcárcel
Arturo de la Orden Hoz
Francesc Pedró i García
Beatriz Pont
Gonzalo Poveda Ariza
María Dolores de Prada Vicente
Ismael Sanz Labrador
Rosario Vega García

Imágenes:

<http://ntic.educacion.es/cee/revista/n7/imagenes.html>

ISSN 1886-5097

NIPO 030-15-152-3

DOI 10.4438/1886-5097-PE

ntic.educacion.es/cee/revista/n7

participacioneduca@med.es



CONSEJO
ESCOLAR
DEL ESTADO

Presentación

Francisco López Rupérez **3**

Diálogo

Diálogo entre neurociencia y educación. Joaquín Fuster–José Antonio Marina **5**

Investigaciones y estudios

Las relaciones entre familia y escuela. Una visión general. Inmaculada Egido Gálvez **11**

Principales características de las familias españolas según el nivel de participación en la educación escolar. María Castro, Eva Expósito, Luis Lizasoain, Esther López y Enrique Navarro **19**

Acciones y actitudes diferenciales de los tutores y su relación con la participación de las familias. María Castro, Eva Expósito, Luis Lizasoain, Esther López y Enrique Navarro **29**

Padres, tutores y directores ante la participación de la familia en la escuela. Un análisis comparado. Rosario Reparaz y Eva Jiménez **39**

El sentimiento de pertenencia en la relación entre familia y escuela. María Ángeles Hernández Prados, María Ángeles Gomariz Vicente, Joaquín Parra Martínez y María Paz García-Sanz **49**

La visión de las familias

La participación necesita la implicación, pero es mucho más que eso. José Luis Pazos Jiménez **59**

La participación de los padres en la educación. Un análisis crítico. José Manuel Martínez Vega **65**

Una mirada externa

Cuando familia y escuela caminan de la mano. Carlota Fominaya **71**

Padres en conflicto con sus hijos. Javier Urra y Beatriz Urra **75**

Buenas prácticas y experiencias educativas

Comprensión lectora: una forma entretenida de aprender. Federación de asociaciones de madres y padres de alumnos Nueva Escuela Canaria de Santa Lucía de Tirajana **81**

Si supieras lo que sé. Colegio Nuestra Señora de La Paz de Torrelavega **89**

Escuela de familias: nos educamos juntos. Colegio Nuestra Señora de la Providencia de Palencia **93**

Transformando el centro, transformando el barrio. CEIP Antonio Machado de Mérida **101**

Entretejiendo universos. IES Ciudad los Ángeles de Madrid **111**

Intervención psicoeducativa con alumnos en riesgo de abandono escolar y con sus familias. IES Mariano Baquero Goyanes de Murcia **123**

Otros temas

Hacia una conceptualización dialógica de la neuroeducación. Daniel Pallarés Domínguez **133**

Localización de fuentes cerebrales en niños invidentes durante la discriminación táctil pasiva de letras. Angélica M. Soria Claros y Tomás Ortiz **143**

La especialización de la Inspección de Educación: aproximación histórica y fundamentos. Fernando Tébar Cuesta **151**

Mejora del espacio exterior escolar desde la participación comunitaria. Nekane Miranda, Iñaki Larrea, Alexander Muela, Aitziber Martínez de Lagos y Alexander Barandiaran **161**

Recensiones de libros

Didáctica de las operaciones mentales (VV. AA., Narcea, 2012). M.^a Rosa Elosúa de Juan **169**

La fábrica de ilusiones. Conocernos para ser mejores (Ignacio Morgado Bernal, Ariel, 2015). Miguel Escudero **172**

«La crisis de la educación» en Entre el pasado y el futuro. Ocho ejercicios sobre la reflexión política (Hannah Arendt, Península, 2003). Juan Luis Cordero Ceballos **174**

LOCALIZACIÓN DE FUENTES CEREBRALES EN NIÑOS INVIDENTES DURANTE LA DISCRIMINACIÓN TÁCTIL PASIVA DE LETRAS

LOCATION OF BRAIN SOURCES IN BLIND CHILDREN DURING THE PASSIVE TACTILE DISCRIMINATION OF LETTERS

Angélica M. Soria Claros¹

Departamento de Psiquiatría. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

Tomás Ortiz¹

Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Introducción: hay pocos estudios sobre la discriminación táctil de letras mediante tacto pasivo. **Método:** se describe en este texto una investigación en la que se estudiaron 27 niños, 13 invidentes (5 niñas y 8 niños) y 14 de videntes (6 niñas y 8 niños). Su edad oscilaba entre los 7 y los 10 años de edad y todos ellos tenían como características similares los cocientes intelectuales, el nivel de escolaridad y los rasgos culturales. En estos 27 niños, se analizaron las latencias de las ondas N200 y N400 durante el procesamiento de letras, así como las principales fuentes de actividad eléctrica cortical. **Resultados:** se comprobó que el grupo de niños invidentes mostraba un menor tiempo de reacción y mayor latencia de los potenciales evocados N200 y N400. Asimismo, se observó en los 13 niños ciegos una mayor activación de la actividad cerebral de N200 en la circunvolución temporal medial derecha y frontal inferior derecha; e igualmente mayor activación de la actividad cerebral de N400 en la circunvolución temporal media e inferior derechas, la occipital media y el angular izquierdas. También se observó una mayor activación de N200 en el grupo control de los 14 niños videntes en la circunvolución temporal medial derecha y frontal inferior derecha, mientras que la mayor activación observada en la N400 lo fue en el área supramarginal derecha. **Conclusiones:** los resultados descritos sugieren un mayor número de áreas cerebrales implicadas en el reconocimiento de letras en los niños ciegos.

Palabras clave: asimetría cerebral, actividad cortical, LORETA, letras, N200, N400.

Abstract

Introduction: There are few studies on the tactile discrimination of letters by passive touch. **Method:** 27 children, 13 blind (5 girls and 8 boys) and 14 seers (6 girls and 8 boys) were studied. All the children were 7 and 10 years old, and had ratios similar intellectual, educational level and cultural characteristics. Latencies of the N200 and N400 waves during processing of letters, as well as the main sources of cortical electrical activity were analyzed. **Results:** The blind group shows lower response time and higher latency evoked potential N200 and N400. Increased activation of cortical activity in blind children: N200 (right medial temporal gyrus and right inferior frontal gyrus) and N400 (right temporal middle and lower, left middle occipital and angular). Increased cortical activation of cortical activity in controlling sighted children: N200 in right medial temporal gyrus and right inferior frontal group while N400 was in the right supramarginal area. **Conclusions:** The results suggest a greater number of brain areas involved in letter recognition in blind children.

Keywords: cerebral asymmetric, cortical activity, tactile, blind, letters, LORETA, N200, N400.c

1. Introducción

Los cambios neurofuncionales como consecuencia de la ceguera son un modelo muy útil para el estudio de la neuroplasticidad crossmodal; de hecho diferentes estudios han demostrado cómo áreas corticales visuales se activan en respuesta a una amplia gama de tareas no visuales, como puede ser la lectura-Braille² (MERABET y PASCUAL-LEONE, 2010; KUPERS y PTITO, 2013; SADATO y col., 1996; TENG y col, 2015). Sin embargo, la reorganización cerebral que se produce durante el reconocimiento de letras mediante tacto pasivo queda todavía por demostrar.

Los símbolos escritos, como las letras o los números, para ser percibidos necesitan de procesos mentales cognitivos que van más allá de la simple percepción sensorial, por lo que el cerebro debe movilizar muchos recursos, tanto de áreas propias del reconocimiento de letras como de áreas adyacentes a las mismas, para su identificación y sobre todo para la consiguiente comprensión lingüística; más recursos en este caso que para reconocer sólo la forma de la escritura (DEHAENE y col, 2010; PINEL y DEHAENE, 2010; CAI y col, 2010; BEN-SHACHAR y col, 2011; HANNAGAN y col, 2015).

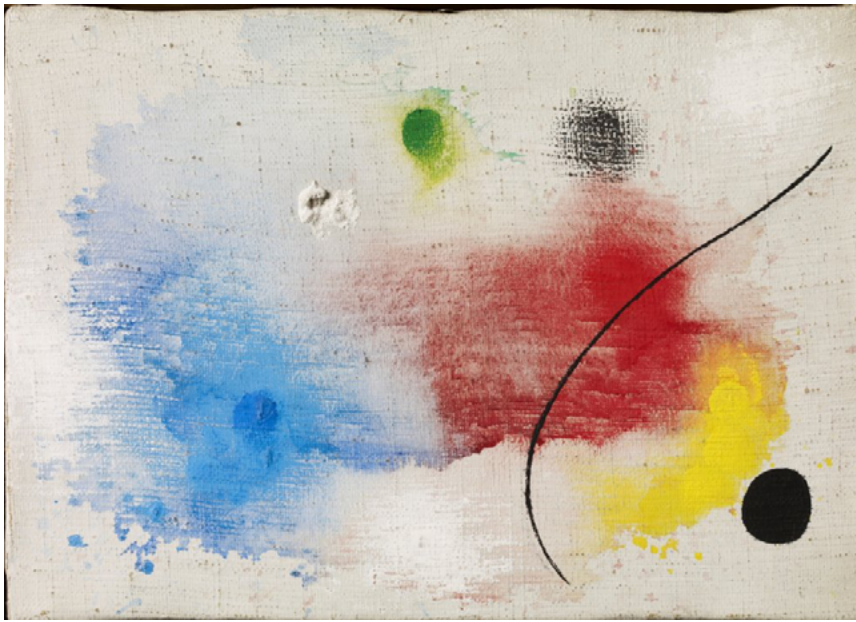
Diferentes estudios con sujetos ciegos comprobaron la existencia de una gran actividad en la parte lateral del surco occipito-temporal izquierdo durante la identificación de letras (COHEN y col,

2000; STRIEM-AMIT y col, 2012). Los estudios llevados a cabo con niños mayores de 5 años que reconocían ya letras y números demostró que en ellos se producía una gran actividad y conectividad del surco occipito-temporal izquierdo, coincidiendo con el concepto de traspaso de los procesos de lo grafémico a lo fonémico y con la mejora de las habilidades lectoras; y diferenciándose claramente de los procesos cerebrales que se producen en el reconocimiento de caras (BREN y col, 2010; CANTLON y col. (2011); YEARMAN y col, 2012; SIMON y col, 2013). Otros autores han encontrado una conectividad intratemporal entre el área temporal superior izquierda y el surco occipitotemporal izquierdo durante la lectura de letras sueltas y palabras (PINEL y col 2015).

Los Potenciales Evocados (PE) se utilizan para investigar la temporalidad y las diferencias cualitativas del procesamiento lingüístico (GANUSHCHAK y col., 2011; FRIEDERICI, 2005) y también para estudiar la relación entre lenguaje y actividad cerebral (BROWN y HAGOORT, 1999). Las ondas N200 y N400 son los componentes de los PE que se vienen asociando al lenguaje. La N200 es el componente preléxico que también es generada desde el córtex cingulado anterior (LADOEUR y col., 2007), y detecta el conflicto producido por respuestas contrapuestas de la información relevante/irrelevante de la tarea (DANIELMEIER y col., 2009; YEUNG y COHEN, 2006), así como la cantidad de recursos reclutados para el procesamiento de dicho conflicto (KANSKE y KOTZ, 2011). La N400 se relaciona con procesos semánticos (McCARTHY y col., 1995; HATA y col., 2011) de integración post-léxica y de propagación automática de información (DEACON y col., 2000). Igualmente la N400 es selectivamente sensible al procesamiento léxico-semántico (MORENO y KUTAS, 2005) y se correlaciona con la actividad neuronal generada por la representación léxico-semántica de las palabras (HOLCOMB y MCPHERSON, 1994).

1. Contacto: Dr. Tomás Ortiz. Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica. Facultad de Medicina. Avda. Complutense, s/n. 28040-Madrid, España. Tfno: (+34) 913941497, Fax: (+34) 91 3941495, tortiz@med.ucm.es.

2. "El braille" es un sistema de lectura y escritura táctil para ser utilizado por personas ciegas. Fue ideado y desarrollado por el francés Louis Braille a mediados del siglo XIX.



Joan Miró. *Pintura III*. Fundació Joan Miró, Barcelona. © Successió Miró 2015.

Hasta el momento, los estudios no consiguen diferenciar la actividad de dichas áreas entre videntes y no videntes, dando a entender esta circunstancia que existe un proceso supramodal independiente de la vía de entrada de la información sensorial. A la luz de estos datos, el fin que persigue esta investigación es objetivar diferencias en el procesamiento cerebral durante el reconocimiento de letras en niños videntes e invidentes, mediante el análisis de las ondas N200 y N400 de los PE, con el fin de valorar la reorganización cortical que se produce durante dicho reconocimiento como consecuencia de la ceguera.

2. Material y métodos

2.1. Muestra

Se estudiaron 27 sujetos, 13 con ceguera (5 niñas y 8 niños) y 14 videntes (6 niñas y 8 niños). Su edad oscilaba entre los 8 y los 10 años, con un cociente intelectual (ci), un nivel de escolaridad y unas características culturales similares; todos ellos dentro de la normalidad escolar. Los participantes voluntarios fueron elegidos entre los estudiantes de 12 escuelas seleccionadas al azar, que atienden a niños con ceguera en el área de Madrid. Se proporcionó a cada escuela información escrita sobre el estudio. A los padres se les proporcionó también información detallada (oral y escrita) sobre la naturaleza y el propósito de la investigación, antes de que dieran su consentimiento por escrito para que sus hijos participaran en ella. Los padres que dieron su consentimiento, lo hicieron tras participar en sesiones informativas individuales. Los criterios de inclusión para los niños participantes fueron: (a) tener una edad comprendida entre los 8 y los 10 años, (b) estar recibiendo una enseñanza activa y, (c) poseer un cociente intelectual normal. El cociente intelectual se verificó a partir de los informes de la escuela y de los correspondientes tests psicológicos. Los criterios de exclusión fueron: (a) que padeciesen otro déficit sensorial diferente a la ceguera, (b) que padeciesen una enfermedad neuropsiquiátrica presente o que la hubieran padecido y, (c) que tuvieran un historial de trauma obstétrico con hipoxia cerebral. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité Ético del Hospital Clínico Universitario San Carlos (Madrid) y estaba en plena conformidad con la Declaración de Helsinki.

2.2. Protocolo de estimulación táctil

El estimulador táctil utilizado en este estudio incorpora una microcámara y un microprocesador en su interior. El microprocesador, cuenta con un software que, con algoritmos específicos, transforma las imágenes capturadas por la microcámara en impulsos vibro-táctiles. La matriz de estimulación tiene 28x28 puntos de estimulación, correspondientes a los píxeles de la imagen capturada por la microcámara. Las imágenes, proyectadas en una pantalla plana y captadas por la cámara que ocupa todo el campo de visión, se presentan a un ritmo de

una por segundo. El experimento se llevó a cabo en una sala muy poco iluminada, aislada del ruido externo. Los 27 niños se sentaron en un sillón, a 75 cm de una pantalla LCD 19 (frecuencia de actualización de 100 Hz) que muestra los estímulos. Se realizó una tarea de reconocimiento de letras en la que se presentaron 300 letras en secuencia pseudoaleatoria. El 80 % de las letras presentadas aleatoriamente correspondía a la letra «L» y el 20 % la «N». La duración de cada imagen-letra en el centro de la pantalla fue de 300 ms, y esta presentación fue seguida por un intervalo de pantalla en negro de 700 ms. Se sincronizó la aparición del estímulo en la pantalla con la activación consiguiente del estimulador táctil con el que contaban los niños ciegos. La duración total de la tarea fue de 5 minutos. Se le pedía al niño –invidente y vidente– que presionara la barra espaciadora con la mano derecha cada vez que apareciese la letra «N» en el estimulador táctil que estaba situado en mano izquierda. Previamente a la realización de la tarea se les entrenó durante unos minutos hasta que discriminaron correctamente las letras.

2.3. Registro de potenciales evocados mediante EEG³

El estudio se llevó a cabo, como se ha indicado, en una habitación semioscura y sin ruidos ambientales, mediante un sistema ATI EEG (*Advantek SRL*) de alta densidad (128 canales) usando un casco Neuroscan. Las impedancias⁴ se mantuvieron por debajo de 5 k Ω , y se registraron mediante canales adicionales localizados en el cantus supraciliar y palpebrales inferiores de ambos ojos. Los electrodos de referencia media se localizaron en los mastoides bilaterales. La adquisición se obtuvo con un filtro de paso de banda de 0,05 a 30 Hz y una frecuencia de muestreo de 512 Hz. La eliminación de movimientos oculares se consiguió mediante inspección visual directa de las ondas del electroencefalograma (EEG) de forma manual. Los canales ruidosos fueron reemplazados mediante interpolaciones lineales de canales limpios adyacentes. Las épocas fueron de 1000 ms de duración (100 ms de pre-estímulo, la duración de estímulo fue de 300 ms y 600 ms después del estímulo). La línea de base se definió como voltaje medio en el período de 100 ms antes de inicio del estímulo. Los ERP⁵ obtenidos se promediaron por separado para cada condición analizada y cada sujeto. Se analizaron los componentes de las últimas etapas de procesamiento léxico-semántico mediante las deflexiones más negativas de N200 y N400, entre 180-320 ms y 350-580 ms, respectivamente (LEONARD y col., 2011), analizando una ventana de tiempo de 40 ms (-20 y +20 ms) a partir del pico de mayor amplitud, medido desde el electrodo Pz para localizar las fuentes en todos los electrodos mediante LORETA⁶ (ORTIZ y col., 2011, 2015).

3. Electroencefalograma (EEG)

4. La «impedancia» (Z) es una medida de la oposición que presenta un circuito a una corriente eléctrica cuando se aplica a éste una tensión eléctrica determinada. La «impedancia» recoge el concepto de «resistencia» extendiéndolo a los circuitos que reciben corriente alterna, y posee tanto «magnitud» como «fase», mientras que la «resistencia» solo tiene «magnitud». Cuando un circuito es alimentado con corriente continua, su «impedancia» es igual a la «resistencia».

5. ERP: *Event-Related Potential* o «potencial evocado» indica la modificación del potencial eléctrico producida en el sistema nervioso como respuesta a una estimulación externa, especialmente sensorial (una estimulación en la piel, un sonido, etc.) y también producida por un evento interno al individuo, como un recuerdo o una actividad cognitiva (lectura comprensiva, atención concentrada hacia algo, una deducción simple, etc). Esta modificación del potencial eléctrico del sistema nervioso se registra y se guarda por medio de las técnicas propias de la electroencefalografía (EEG) o la electromiografía (EMG).

6. LORETA: *Low Resolution Electromagnetic Tomography* o Tomografía Electromagnética de Baja Resolución.

Tabla 1
Medias y desviaciones estándar

VARIABLES DEPENDIENTES	GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
N200	Ciego	13	297,00	37,103	10,291
	Control	14	257,64	31,561	8,435
N400	Ciego	13	394,54	31,785	8,815
	Control	14	372,57	23,735	6,343
Tiempo de reacción	Ciego	13	563,54	108,851	30,190
	Control	14	641,93	44,408	11,869
Aciertos	Ciego	13	19,77	9,103	2,525
	Control	14	19,07	14,489	3,872
Errores	Ciego	13	35,15	16,975	4,708
	Control	14	30,21	12,001	3,207

Tabla 2
Estadística de muestras independientes

VARIABLES DEPENDIENTES	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)
N200	0,163	0,690	2,976	25	0,006
N400	1,357	0,255	2,045	25	0,052
Tiempo de reacción	6,589	0,017	-2,484	25	,020
Aciertos	1,690	0,205	0,148	25	0,883
Errores	1,937	0,176	0,878	25	0,388

2.4. Método de reconstrucción de la localización de fuentes cerebrales

Se utilizó el LORETA (*Low-Resolution Electromagnetic Tomography*) con el software de Neuronix® (PASCUAL-MARQUI y col., 1994; 2002) para el cálculo de la tomografía eléctrica cerebral. Se aplicaron restricciones anatómicas de volumen cerebral y se utilizó una plantilla media del cerebro humano. Estos datos se analizaron en el dominio del tiempo y los valores de la tomografía se calcularon para cada caso por separado. Los diferentes modelos se definieron mediante la limitación de la fuente a un compartimiento anatómico, utilizando el cerebro del atlas probabilístico (PBA?) (COLLINS y col., 1994; MAZZIOTTA y col., 1995). Las fuentes de los componentes N200 y N400 se estimaron a partir de 123 grabaciones de electrodos en los 27 sujetos y, mediante el SPM⁸, se calcularon en base a un vóxel⁹ por vóxel independiente de prueba de Hotelling T2 contra cero (CARBONELL y col., 2004) entre los grupos, para estimar las fuentes que eran estadísticamente significativas para las líneas y para las letras. Los mapas de probabilidad, resultantes a partir del umbral de proporción esperada de falsos positivos entre las pruebas que fueron significativas (FDR¹⁰) q 4.1 0.05 (LAGE-CASTELLANOS, 2010) y con un *cluster* superior a 10 vóxeles por encima del umbral,

se representan como imágenes de activación 3D superpuestas en el cerebro promedio de acuerdo con el sistema de coordenadas a MNI (*standard Montreal Neurological Institute*) (TZOURIO-MAZOYER, 2002).

2.5. Análisis estadísticos

Para las variables latencias, tiempo de reacción, aciertos y errores se realizó la prueba T de Student¹¹. Los grupos son homogéneos en cuanto a la edad se refiere ($p=0.09$).

3. Resultados

3.1. Latencias de la N200 y la N400 y respuestas conductuales

Los resultados de las latencias, de los tiempos de reacción, y de los aciertos y errores entre los dos grupos ponen de manifiesto la existencia de diferencias significativas en los tiempos de reacción ($p=0.028$) y en las latencias N200 ($p=0.006$); y también diferencias muy próximas a la significación estadística en la N400 ($p=0.052$). Sin embargo, no existen diferencias significativas en aciertos y errores. Merece destacarse también la enorme variabilidad de los tiempos de reacción del grupo de los niños ciegos ($\sigma=108,851$), con relación a los niños del grupo de control ($\sigma=44,408$), (véanse la tabla 1 y la tabla 2).

11. La «prueba T de Student» se aplica cuando, aunque la población estudiada sigue una distribución normal, la muestra elegida de la población para la investigación tiene un tamaño demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido. Utilizando una estimación de la desviación típica en lugar del valor real obtenido.

7. PBA: *Probabilistic Brain Atlas*.

8. SPM: *Statistical Parametric Mapping*. Software utilizado para el análisis de los datos aportados por imágenes de la actividad del cerebro.

9. Vóxel: contracción de la expresión en inglés «*volumetric pixel*». El «vóxel» es, en un objeto tridimensional (3D), el equivalente del «píxel» en un objeto 2D. Es decir, el «vóxel» es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Por lo tanto, es la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional (3D).

10. FDR: *False Discovery Rate* o «tasa de falso descubrimiento» es un procedimiento para registrar la tasa de errores de tipo I, que es el error que se comete en una investigación cuando el investigador no acepta la «hipótesis nula» que es la hipótesis que se presume como verdadera hasta que una prueba estadística de la hipótesis –con base empírica– indica lo contrario.

3.2. Localización de fuentes cerebrales

1. Localización de fuentes cerebrales en el grupo de niños ciegos

Las áreas de mayor activación en la N200 fueron la L1, circunvolución temporal medial derecha y la frontal inferior derecha. En la N400 las áreas de mayor activación identificadas fueron la circunvolución temporal media e inferior derechas y la occipital media y angular izquierdas (véase la figura 1).

2. Localización de fuentes en el grupo control de niños videntes

Las áreas de mayor activación en la N200 fueron la circunvolución temporal medial derecha y la frontal inferior derecha, mientras que en la N400 fue el área supramarginal derecha (véase la figura 2).

3. Diferencias entre grupos en la localización de fuentes cerebrales

Las diferencias significativas entre ambos grupos para la N200 se localizan en las áreas temporales superiores, supramarginales y parietales, izquierdas; mientras que para la N400 las diferencias más significativas se dan en las áreas frontal medial, supramarginal, parietal superior y angular, ambas derechas, así como en el temporal superior izquierdo (véase la figura 3).

4. Discusión

Los resultados obtenidos indican, como diferencias más significativas, una mayor velocidad en el procesamiento cerebral de la

información táctil por parte del grupo de niños videntes, mientras que el tiempo de reacción es menor en el grupo de niños ciegos. Por otro lado, la localización de fuentes cerebrales indica un mayor consumo de energía en el reconocimiento de letras, con muchas más áreas implicadas, en el grupo de niños ciegos; concretamente en el potencial tardío N400, implicando bilateralidad, hecho que no sucede con el potencial temprano N200. Las diferencias a este respecto entre los dos grupos son muy notables.

La circunstancia de que los niños videntes mantengan una mayor velocidad en el procesamiento de la información táctil podría estar asociada con el hecho de tener visión, porque esta facultad ocupa una gran extensión cerebral de áreas multimodales, y también con el menor consumo de energía por parte de los videntes durante la tarea de reconocimiento táctil de letras. Sin embargo, en relación con el tiempo de reacción, se observa que los niños ciegos llevan a cabo la tarea mucho más rápidamente que los niños videntes; y estos datos podrían estar en relación con una mayor habilidad táctil en los niños ciegos, como consecuencia del entrenamiento intensivo del sentido del tacto que realizan estos niños a causa de una mayor frecuencia de utilización diaria del tacto para el reconocimiento de los objetos de su entorno. En este sentido Reuter y colaboradores (2014) han demostrado que una mayor experiencia táctil mejora notablemente la rapidez de la respuesta; y así, estos investigadores comprobaron que los sujetos diestros tenían una mayor rapidez en las respuestas con la mano derecha que con la izquierda. Basándose en el hecho de que la estimulación frecuente de los dedos de la mano induce una mayor capacidad de aprendizaje

Figura 1
Proyección de intensidad (LORETA) de mapas corticales medios del grupo de niños invidentes obtenidos en las ventanas N200 y N400 durante la tarea de reconocimiento de letras. Áreas de proyección de intensidad máxima se muestran en rojo.

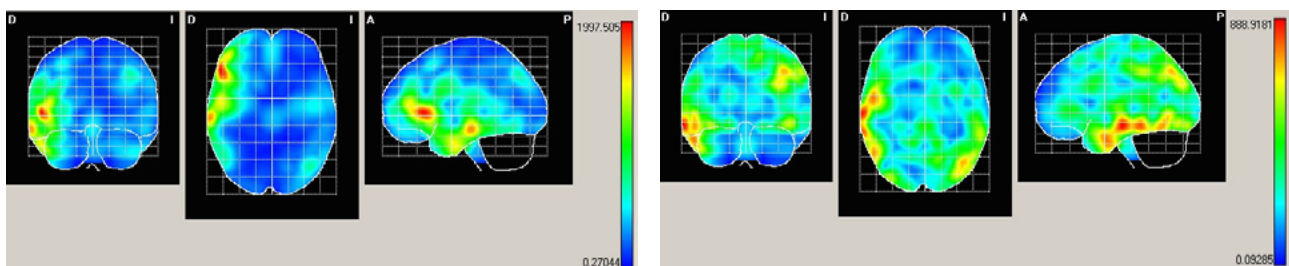


Figura 2
Proyección de intensidad (LORETA) de mapas corticales medios del grupo de niños videntes obtenidos en las ventanas N200 y N400 durante la tarea de reconocimiento de letras. Las áreas de proyección de intensidad máxima se muestran en rojo.

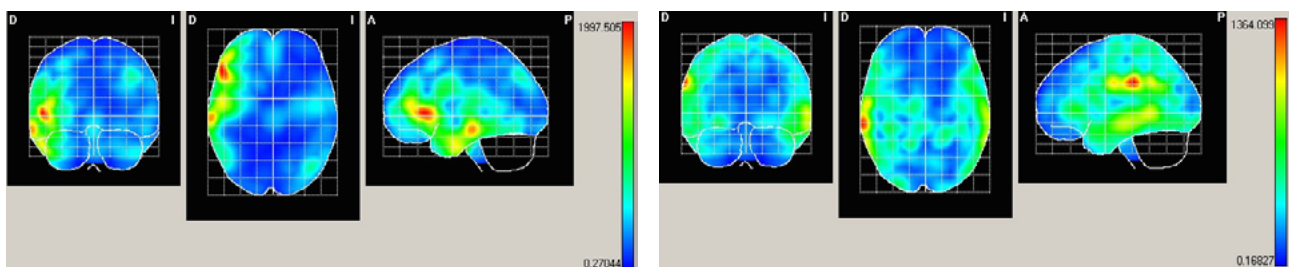
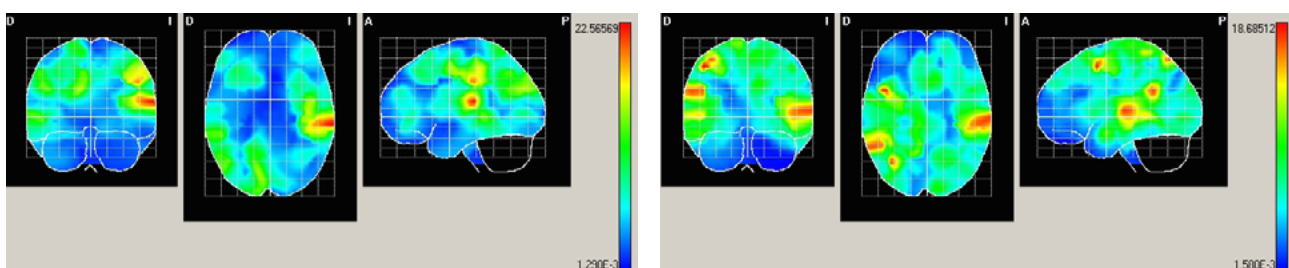


Figura 3
Mapeo de Estadística (SM). Diferencias significativas mediante Hotelling T2 independiente en la intensidad máxima de la N200 y N400 entre los niños con ceguera y sus controles videntes durante el reconocimiento de las letras. El color rojo representa $p < 0,05$.



sensoperceptivo (RAGERT y col. 2004; WONG y col. 2011), se puede establecer que las personas expertas en la utilización del sentido del tacto llevarían a cabo mucho mejor cualquier actividad táctil que las personas no expertas, tal y como se ha demostrado con sujetos ciegos (GOLDREICH & KANICS, 2006; LEGGE y col. 2008).

Los resultados en las latencias de la N200 y N400 más largas en el grupo de niños ciegos son contrarios a los resultados encontrados en el componente temprano P100 de los potenciales evocados, que aparecen antes en los sujetos ciegos que en los videntes, como consecuencia de procesos automáticos asociados a la experiencia táctil (FEINSOD y col., 1973; RÖDER y col. 1996, ORTIZ y col, 2015). La aparente contradicción se sustenta en el hecho de que los potenciales tempranos somatosensoriales (P100) están asociados a la identificación sensorial de las características del estímulo, en nuestro caso contornos, y aquí sí que la experiencia de los niños ciegos es mayor que la de los videntes; mientras que los potenciales tardíos como la N200 están asociados a procesos cognitivos más complejos en los que los niños videntes tienen más experiencia, porque conocen las letras, mientras que los niños ciegos reciben por primera vez el estímulo táctil correspondiente a letras que son verdaderos grafismos, esto es, signos estrictamente visuales; porque los niños ciegos se manejan con el sistema Braille, exclusivamente táctil y sin referencias gráficas. En este sentido, diferentes trabajos han demostrado que los símbolos escritos, como letras o números, necesitan, para su reconocimiento significativo, de procesos mentales cognitivos que van más allá de la simple percepción sensorial, por lo que el cerebro debe movilizar muchos recursos, tanto de áreas propias del reconocimiento de letras como de áreas adyacentes relacionadas con la comprensión lingüística significativa, más que con la forma gráfica de la escritura (DEHAENE y col, 2010; PINEL y DEHAENE, 2010; CAI y col, 2010; BEN-SHACHAR y col, 2011; HANNAGAN y col, 2015). La N200 está asociada a la cantidad de recursos cerebrales reclutados para el procesamiento del componente preléxico, (KANSKE y KOTZ, 2011). La N400 se relaciona con procesos semánticos (MCCARTHY y col., 1995; HATA y col., 2011) de integración post-léxica y propagación automática de información (DEACON y col., 2000). Además la N400 es también selectivamente sensible al procesamiento léxico-semántico (MORENO y KUTAS, 2005) y se correlaciona con la actividad neuronal generada por la representación léxico-semántica de las palabras (HOLCOMB y MCPHERSON, 1994).

Por último, los resultados sobre localización de fuentes parecen responder a una estrategia de reorganización cortical de la información de reconocimiento táctil de letras en los niños ciegos, como consecuencia de un proceso de plasticidad cerebral compensatorio, basado en la reorganización cortical de funciones cognitivas (BAVELIER y NEVILLE, 2002; RÖDER y RÖSLER, 2004). Diferentes estudios llevados a cabo con sujetos ciegos, parcialmente coincidentes con los resultados obtenidos en esta investigación, comprobaron la existencia de una gran actividad en la parte lateral del surco occipitotemporal izquierdo durante la identificación de letras (COHEN y col, 2000, STRIEM-AMIT y col, 2012). Los estudios llevados a cabo con niños mayores de 5 años que ya han adquirido la capacidad de reconocer letras y números muestran una gran actividad y conectividad del surco occipitotemporal izquierdo, coincidiendo con el concepto de traspaso de los procesos de lo grafémico a lo fonémico, y de mejora de las habilidades lectoras; diferenciándose, en todo caso, del reconocimiento de caras (BREN y col, 2010; CANTLON, J.F. y col. 2011; YEARMAN y col, 2012; SIMON y col, 2013). Otros autores han encontrado una conectividad intratemporal entre el área temporal superior izquierda y el surco occipitotemporal izquierdo durante la lectura de letras y palabras escritas (PINEL y col 2015).

4.1. Conclusión

Los resultados sugieren la implicación de muchas más áreas corticales en el reconocimiento de letras en niños ciegos que en videntes, aunque dicho reconocimiento puede ser desarrollado en gran medida por procesos corticales distintos a los que se producen en los niños videntes. De hecho, en los ciegos se activan regiones del cerebro reclutadas crossmodalmente que pueden realizar procesos comunes subyacentes para tareas análogas. Los resultados abren un camino esperanzador al aprendizaje escolar de niños ciegos, ya que les permite poder leer en la pizarra los textos escritos, al igual que hacen sus compañeros videntes, además de desarrollar las áreas cerebrales responsables del aprendizaje lectoescritor, áreas

que son similares a las de los videntes, y también promover habilidades cognitivas que desempeñan un papel clave en el desarrollo infantil y en el éxito académico. Estos resultados abren un amplio campo a la neuroeducación mediante el aprendizaje a través del tacto pasivo, lo que permitirá contar con un recurso muy valioso como herramienta de estimulación y apoyo al aprendizaje de los niños ciegos, aumentando sus posibilidades futuras de inserción escolar.

Referencias bibliográficas

- BAVELIER, D. y NEVILLE, H.J. (2002). «Cross-modal plasticity: where and how?». *Nat. Rev. Neurosci.* 3, pp. 443-452.
- BEN-SHACHAR, M. y col. (2011). «The development of cortical sensitivity to visual word forms». *J. Cogn. Neurosci.* 23, pp. 2387-2399.
- BREM, S. y col. (2010). «Brain sensitivity to print emerges when children learn letter speech sound correspondences». *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107, pp. 7939-7944.
- Brown, C.M. & HAGOORT, P. (1999). «The cognitive neuroscience of language: Challenges and future directions». In C. M. Brown, & P. Hagoort (Eds.), *The neurocognition of language* (pp. 3-14). Oxford: Oxford University Press, New York.
- CAI, Q. y col. (2010). «The left ventral occipito-temporal response to words depends on language lateralization but not on visual familiarity». *Cereb. Cortex*, 20, pp. 1153-1163.
- CANTLON, J.F. y col. (2011). «Cortical representations of symbols, objects, and faces are pruned back during early childhood». *Cereb. Cortex*, 21, pp. 191-199.
- CARBONELL, F.; GALÁN, L.; VALDÉS, P.; WORSLEY, K.; BISCAY, R.J.; DÍAZ-COMAS, L. (2004). «Random field-union intersection tests for EEG/MEG imaging». *Neuroimage*, May; 22 (1): pp. 268-76.
- COHEN, L. y col. (2000). «The visual word form area: spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients». *Brain*, 123, pp. 291-307.
- COLLINS, D.L.; Neelin, P.; Peters, T.M. & Evans, A.C. (1994). «Automatic 3D inter-subject registration of MR volumetric data in standardized Talairach space». *Journal of Computational Assisted Tomography*, 18, pp. 192-205.
- DANIELMEIER, C.; WESSEL, J.R.; STEINHAUSER, M. & ULLSPERGER, M. (2009). «Modulation of the error-related negativity by response conflict». *Psychophysiology*, 46, pp. 1288-1298.
- DEACON, D.; HEWITT, S.; YANG, C.M. & NAGATA, M. (2000). «ERP indices of semantic priming using masked and unmasked words: evidence that the N400 does not reflect a post-lexical process». *Cognitive Brain Research*, 9, pp. 137-146.
- DEHAENE, S. y col. (2010). «How learning to read changes the cortical networks for vision and language». *Science*, 330, pp. 1359-1364.
- FEINSOD, M.; BACH-Y-RITA, P.; MADEY, J.M. (1973). «Somatosensory evoked responses: latency differences in blind and sighted persons». *Brain Res*, 1973 Sep 28; 60 (1), pp.219-23.
- FRIEDERICI, A.D. (2005). «Neurophysiological markers of early language acquisition: from syllables to sentences». *Trends in Cognitive Science*, 9, pp. 481-488.
- GANUSHCHAK, L.Y.; CHRISTOFFELS, I.K. & SCHILLER, N.O. (2011). «The use of EEG in language production research: a review». *Frontiers in Psychology*, 2, 208.
- GOLDREICH, D.; KANICS, I.M. (2006). «Performance of blind and sighted humans on a tactile grating detection task». *Percept Psychophys*. Nov. 68 (8): pp. 1363-71.
- HANNAGAN, T.; AMEDI, A.; COHEN, L.; DEHAENE-LAMBERTZ, G.; DEHAENE, S. (2015). «Origins of the specialization for letters and numbers in ventral occipitotemporal cortex». *Trends Cogn Sci.*, 2015 Jul; 19 (7): pp. 374-82.
- HATA, M.; HOMAE, F. & HAGIWARA, H. (2011). «Semantic relatedness between words in each individual brain: an ERP study». *Neuroscience Letters*, 501, pp. 72-77.
- HOLCOMB, P.J. & MCPHERSON, W.B. (1994). «ERP reflect semantic priming in an object decision task». *Brain Cognition*, 24, pp. 259-276.
- KANSKE, P. & KOTZ, S.A. (2011). «Conflict processing is modulated by positive emotion: ERP data from a flanker task». *Behavioural Brain Research*, 219, pp. 382-386.
- KUPERS, R; PTITO, M. (2014). «Compensatory plasticity and cross-modal reorganization following early visual deprivation». *Neurosci Biobehav Rev*. Apr; 41: pp. 36-52.



Julian Alden Weir (1895). *The Red Bridge*. The Metropolitan Museum of Art, New York (www.metmuseum.org).

LADOUCEUR, C.D.; DAHL, R.E.; CARTER, C.S. (2007). «Development of action monitoring through adolescence into adulthood: ERP and source localization». *Dev Sci*. 2007 Nov; 10 (6): pp.874-91.

LAGE-CASTELLANOS, A.; MARTÍNEZ-MONTES, E.; HERNÁNDEZ-CABRERA, J.A.; GALÁN, L. (2010). «False discovery rate and permutation test: an evaluation in ERP data analysis». *Stat Med*. 2010 Jan 15; 29 (1): pp. 63-74.

LEGGE, G.E.; MADISON, C.; VAUGHN, B.N.; CHEONG, A.M.; MILLER, J.C. (2008). «Retention of high tactile acuity throughout the life span in blindness». *Percept Psychophys*. Nov; 70 (8): pp. 1471-88.

LEONARD, M.K.; TORRES, C.; TRAVIS, K.E.; BROWN, T.T.; HAGLER, D.J. JR.; DALE, A.M.; ELMAN, J.L. & HALGREN, E. (2011). «Language proficiency modulates the recruitment of non-classical language areas in bilinguals». *PLoS One*, 6, e18240.

MAZZIOTTA, J.C.; Toga, A.W., Evans, A., Fox, P. & Lancaster, J. (1995). A probabilistic atlas of the human brain: theory and rationale for its development. The International Consortium for Brain Mapping (ICBM). *Neuroimage*, 2, 89-101.

McCarthy, G., NOBRE, A.C.; BENTIN, S. & Spencer, D.D. (1995). «Language-related field potentials in the anterior medial temporal lobe: I. Intracranial distribution and neural generators». *The Journal of Neuroscience*, 15, pp. 1080-1089.

MERABET, L.B.; PASCUAL-LEONE, A. (2010). «Neural reorganization following sensory loss: the opportunity of change». *Nat Rev Neurosci*. Jan; 11 (1), pp. 44-52.

MORENO, E.M. & KUTAS, M. (2005). «Processing semantic anomalies in two languages: an electrophysiological exploration in both languages of Spanish-English bilinguals». *Cognitive Brain Research*, 22, pp. 205-220.

ORTIZ, T.; POCH, J.; SANTOS, J.M.; Requena, C.; MARTÍNEZ, A.M.; ORTIZ-TERÁN, L.; TURRERO, A.; BARCIA, J.; NOGALES, R.; CALVO, A.; MARTÍNEZ, J.M.; CORDOBA, J.L.; PASCUAL-LEONE, A. «Recruitment of occipital cortex during sensory substitution training linked to subjective experience of seeing in people with blindness». *PLoS One* 2011; 6 (8): e23264.

ORTIZ, T.; SANTOS, J.M.; ORTIZ-TERÁN, L.; BORREGO, M.; POCH-BROTO, J.; DE ERAUSQUIN, G. (2015). «Differences in early stages of tactile ERP temporal sequence (P100) in cortical organization during passive tactile stimulation in children with blindness and controls». *PLoS One* 2015 Jul 30; 10 (7): e0124527.

PASCUAL-MARQUI, R.D.; MICHEL, C.M. & LEHMANN, D. (1994). «Low resolution electromagnetic tomography: a new method for localizing electrical activity in the brain». *International Journal of Psychophysiology*, 18, pp. 49-65.

PASCUAL-MARQUI, R.D.; ESSLEN, M.; KOCHI, K. & LEHMANN, D. (2002). «Functional imaging with low-resolution brain electromagnetic tomography (LORETA): a review». *Methods & Findings in Experimental & Clinical Pharmacology*, 24, Suppl. C, pp. 91-95.

PINEL, P. y DEHAENE, S. (2010). «Beyond hemispheric dominance: brain regions underlying the joint lateralization of language and arithmetic to the left hemisphere». *J. Cogn. Neurosci*. 22, pp. 48-66.

PINEL, P.; LALANNE, C.; BOURGERON, T.; FAUCHEREAU, F.; POUPON, C.; ARTIGES, E.; LE BIHAN, D.; DEHAENE-LAMBERTZ, G.; DEHAENE, S. «Genetic and Environmental Influences on the Visual Word Form and Fusiform Face Areas». *Cereb Cortex*. 2015 Sep; 25 (9): pp. 2478-93.

REUTER, E.A.; VOELCKER-REHAGE, C.; VIELUF, S.; WINNEKE, A.H.; GODDE, B. (2014). «Extensive occupational finger use delays age effects in tactile perception, an ERP study». *Atten Percept Psychophys* (2014) 76, pp. 1160-1175.

RÖDER, B.; RÖSLER, F.; SPENCE, C. (2004). «Early vision impairs tactile perception in the blind». *Curr Biol*. Jan 20; 14 (2), pp. 121-4.

RÖDER, B.; RÖSLER, F.; HENNIGHAUSEN, E.; NÄCKER, F. (1996). «Event-related potentials during auditory and somatosensory discrimination in sighted and blind human subjects». *Brain Res Cogn Brain Res*. Sep; 4 (2), pp. 77-93.

SADATO, N.; PASCUAL-LEONE, A.; GRAFMAN, J.; IBAÑEZ, V.; DEIBER, M.P.; DOLD, G.; HALLETT, M. (1996). «Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects». *Nature*. 1996 Apr 11; 380 (6574): pp. 526-8.

SIMON, G. y col. (2013). «Dynamics of the anatomical changes that occur in the brains of schoolchildren as they learn to read». *PLoS ONE* 8, e81789.

STRIEM-AMIT, E. y col. (2012). «Reading with sounds: sensory substitution selectively activates the visual word form area in the blind.» *Neuron* 76, pp. 640–652.

TZOURIO-MAZOYER, N.; LANDEAU, B.; PAPANASSIOU, D.; CRIVELLO, F.; ETARD, O.; DELCROIX, N. (2002). «Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain». *Neuroimage*, 2002 Jan; 15 (1): pp. 273–89.

YEUNG, N.; COHEN, J.D. (2006). «The impact of cognitive deficits on conflict monitoring. Predictable dissociations between the error-related negativity and N2». *Psychol Sci.* 2006 Feb; 17 (2): pp. 164-71.

YEATMAN, J.D. y col. (2012). «The development of white matter and reading skills». *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109, e3045–e3053.

WONG, M.; GNANAKUMARAN, V.; GOLDREICH, D. (2011). «Tactile spatial acuity enhancement in blindness: evidence for experience-dependent mechanisms». *Neurosci.* 2011 May 11; 31 (19): pp. 7028-37.

Los autores

Angélica M. Soria Claros

Doctora en Medicina por la Universidad Complutense, Máster en Psicología Clínica, Salud, y Orientación Educativa; Perito en Neuropsicología de la Educación, Posgrado en Neuropsicología Clínica y Atención Temprana, Especialista en Psicodiagnóstico de Rorschach, Técnico Superior en Mediación Familiar, Experta en Psicología Jurídica. En el ámbito de la investigación ha publicado trabajos sobre niños con TDAH. Es Directora de Centro de Investigación CIT- TDA- GOYA. Experta en el ámbito clínico sanitario en áreas de psicología clínica, neuropsicología y psicología forense. Colegiada en el Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. Su trayectoria formativa se ha desarrollado en Buenos Aires, Madrid y Salamanca.

Tomás Ortiz Alonso

Doctor en Medicina y en Psicología. Catedrático de Psiquiatría de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Durante más de 30 años ha ejercido la docencia en asignaturas relacionadas con la Neurociencia Cognitiva, Neuropsicología, Psicología Médica y Psiquiatría. Ha dirigido 26 tesis doctorales asociadas a dichas áreas de conocimientos. Su área de interés científico y de investigación preferente es el estudio del cerebro, en particular en el campo de la neurociencia cognitiva y concretamente el estudio de las bases neurofisiológicas de las funciones cognitivas y sus alteraciones, con más de 200 publicaciones nacionales e internacionales relativas en estos campos. Actualmente desarrolla una investigación sobre visión táctil, que ha demostrado ya la eficacia de la estimulación táctil repetitiva en personas ciegas. Igualmente desarrolla un proyecto de investigación sobre Neuropedagogía (proyecto neuroeducativo HERAT), que se lleva a cabo en 30 colegios con más de 4.000 niños, y que pretende mejorar la actividad cerebral anterior al proceso de aprendizaje escolar. Sobre este campo ha publicado, además de varios artículos, un libro (Neurociencia y Educación, Alianza Editorial, 2010).



Joan Miró. *Mujer sentada*. Fundació Joan Miró, Barcelona. © Successió Miró 2015.