



## Generación de experiencias visuales en ciegos mediante estimulación táctil repetitiva

Tomás Ortiz<sup>a</sup> y Juan M. Santos<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dept. de Psiquiatría y Psicología Médica, Universidad Complutense, España

<sup>b</sup>Dept. de Psiquiatría, Universidad Maimónides, Argentina

Tipo de artículo: Actualidad.

Disciplinas: Psicología, Neurociencias.

Etiquetas: ciegos, neuroplasticidad, córtex occipital, estimulación táctil, qualia visuales, sinestesia.

*Estudios recientes de nuestro laboratorio han establecido que se puede generar una activación estable del córtex visual en ciegos mediante entrenamiento táctil pasivo prolongado. Esta neuroplasticidad cortical se acompaña en un 40% de los participantes invidentes de sensaciones visuales, así como de una mayor rapidez en el reconocimiento táctil de información espacial tales como líneas, iconos o imágenes, y es crucial para su correcta interpretación. Estos hallazgos pueden ser útiles para el diseño de mecanismos sustitutivos de la visión en ciegos, pero también son útiles para entender ciertos síntomas neuropsiquiátricos como las sinestesias.*



"Blind men and an elephant". Holton & Curry. (1914). Holton-Curry Readers. Chicago: Rand McNally & Co. Dominio público.

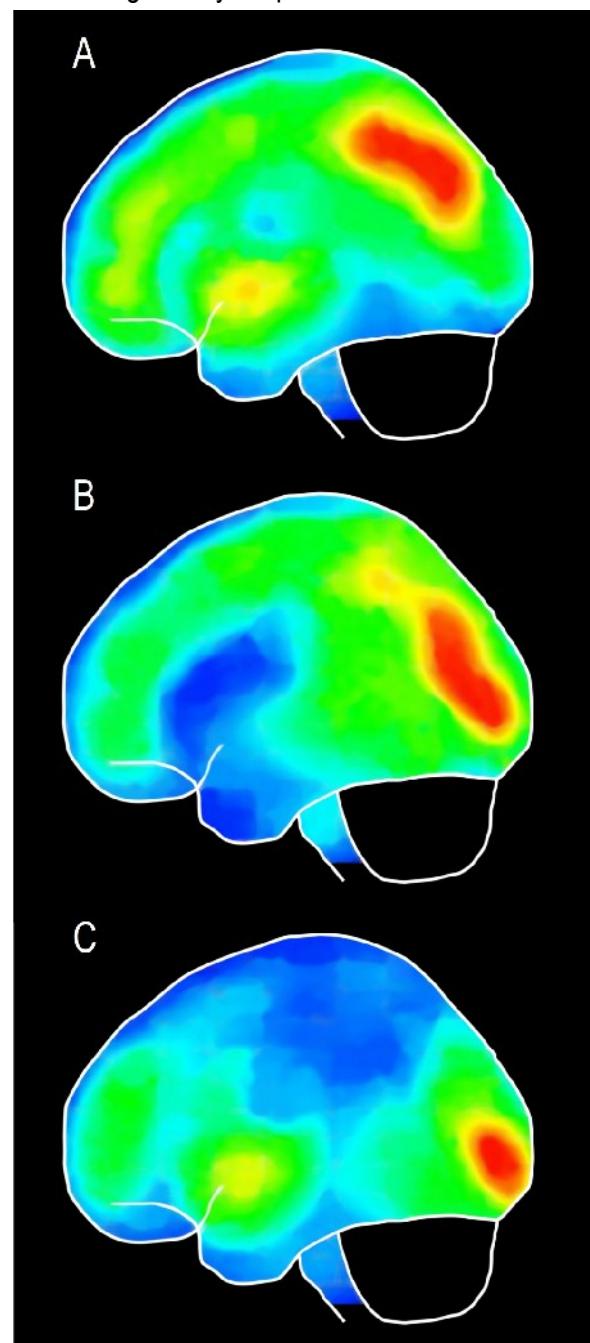
La neuroplasticidad es un proceso mediante el cual las neuronas consiguen aumentar su conectividad de manera estable como consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación sensorial y cognitiva. Uno de los pioneros de su estudio, Ramón y Cajal, sostenía que la adquisición de nuevas habilidades requiere muchos años de práctica mental y física ya que precisa la formación de nuevas vías nerviosas. Modernamente se considera que la plasticidad neuronal solamente se puede llevar a cabo a partir del reforzamiento de las conexiones preexistentes (Pascual-Leone y cols., 2005). Esta neuroplasticidad tiene lugar en la estimulación cerebral profunda, pero puede acontecer como consecuencia de estimulaciones no invasivas.

En personas videntes la información espacial es principalmente visual (córtex occipital). En ciegos

suele ser táctil (cortex parietal), pero hay un gran proceso de plasticidad cerebral hacia otras áreas sensoriales, principalmente auditivas y visuales. Bach-y-Rita expuso seminalmente en los 60 la importancia de la estimulación táctil como sustitución de la visión en invidentes. El consenso actual sostiene que el procesamiento espacial de estímulos no visuales en ciegos se reorganiza y amplía hacia áreas corticales occipito-parietales y occipito-temporales. O, dicho de otra manera, la estimulación repetitiva de áreas corticales no visuales en invidentes puede conllevar a posteriori la reorganización estable del córtex visual y sus conexiones con áreas tómporo-parietales, algo que nuestro grupo ha logrado mediante estímulos táctiles adecuados (Ortiz y cols., 2010, 2011, en revisión).

Mediante el electroencefalograma (EEG) simultáneo a la estimulación táctil se puede realizar la localización de las fuentes principales de actividad eléctrica en el córtex cerebral durante la estimulación. Más aún, sólo métodos neurofisiológicos de este tipo permiten la elucidación minuciosa del procesamiento de la información por el cerebro, ya que dan la posibilidad de seguirla milisegundo a milisegundo, y desde el primer momento; algo imposible mediante otros métodos de neuroimagen como, por ejemplo, la resonancia magnética nuclear funcional (RMNf). El EEG permite también estudiar cómo la actividad cerebral cambia con el entrenamiento táctil repetitivo pasivo.

Profundizando en estos hallazgos, en un reciente estudio de nuestro laboratorio describimos que la estimulación táctil repetitiva en la mano durante un período de tres meses (1 hora/día) en un invidente adolescente conseguía activar su lóbulo occipital y, simultáneamente, obtener una sensación subjetiva de visión (Ortiz y cols., 2010). Nuestro grupo ha hallado cambios estables y permanentes en la actividad cerebral occipital como respuesta a estímulos táctiles pasivos tras 100 días sin estimulación alguna (Ortiz y cols., en revisión). En otro trabajo con estimulación táctil repetitiva pasiva (Ortiz y cols., 2011) encontramos que el 40% de participantes ciegos consiguen no sólo mejorar la correcta interpretación del estímulo táctil pasivo sino que, además, desarrollan sensaciones visuales coherentes con dicha estimulación táctil, una especie de “qualia” visuales asociados (Figura 1 y 2). Los invidentes (que habían tenido experiencias visuales antes de perder la vista) describen de modo espontáneo sensaciones tales como “ver” fosfeno, “luces sobre fondo negro”, “puntos luminosos sobre una pantalla oscura”, “lúceas”, etc., que se corresponden con precisión con el estímulo táctil proporcionado, algo que en nuestro sistema de entrenamiento va desde líneas y flechas con distintas orientaciones, pasando por números y letras y llegando a iconos complejos de la vida cotidiana y hasta el entorno



*Figura 1.- Evolución de la actividad cerebral en un invidente que desarrolla sensaciones visuales a medida que avanza la estimulación táctil pasiva: Al principio cuando el participante ciego empieza a discriminar los estímulos táctiles se activan áreas somatosensoriales primarias (A). Cuando va reconociendo dichos estímulos táctiles se activan áreas parietales posteriores (B). Por último, cuando el participante tiene sensaciones visuales durante la estimulación táctil se activan áreas occipitales relacionadas con la visión (C).*

misma del invidente –su casa, el laboratorio, las personas que le rodean o lo que se aprecia desde una ventana, por ejemplo- captado por una microcámara.

Una vez que empiezan a tener “qualia” visuales (la experiencia subjetiva de las sensaciones visuales), también sienten menos el estímulo táctil per se, como indica el hecho de que su córtex parietal (táctil) se activaba menos que en aquellos invidentes que no tenían este tipo de sensaciones visuales. Es posible que estos “qualia” visuales puedan otorgar cierta ventaja a estas personas ciegas, por cuanto el grupo de invidentes con sensaciones visuales es más rápido que el grupo de ciegos que “no ve” en la correcta identificación de los estímulos táctiles, si bien las magnitudes son de milisegundos.

Cuando momentáneamente se desactiva el funcionamiento del córtex occipital mediante la aplicación de estimulación magnética transcraneal repetitiva (rTMS) disminuye en un 20% el número de respuestas correctas a los estímulos táctiles proporcionados, al tiempo que se eliminan los “qualia” visuales. Así pues, el córtex visual en este grupo de ciegos con sensaciones visuales juega un rol crucial tanto para la realización de la tarea táctil como para la existencia de los “qualia”.

Estos estudios sugieren una neuroplasticidad estable y permanente en áreas visuales en personas ciegas, generable mediante estimulación táctil pasiva repetitiva a largo plazo. De ahí que quepa plantearse la existencia de circuitos corticales específicos para el procesamiento de la información espacial independientes del input sensorial, y que el córtex occipital tenga preferencia en dicho procesamiento, incluso en invidentes.

El posible uso de estos hallazgos en mecanismos sustitutivos de la visión en invidentes, así como su neurobiología subyacente, tienen todavía muchas lagunas. No obstante, este tipo de modelos que relacionan actividad cortical y experiencia subjetiva consciente constituyen una excelente oportunidad para estudiar las sinestesias y la capacidad cerebral de procesar e interpretar un determinado estímulo en una modalidad sensorial distinta a la de entrada.

## Referencias

Ortiz, T., Poch, J., Santos, J. M., Martínez, A., Requena, C., Ortiz-Terán, L., Barcia, J. A., de Erausquin, G. A., y Pascual-Leone, A. (en revisión). Occipital enduring neuroplasticity induced by long-term repetitive tactile stimulation: A case report.

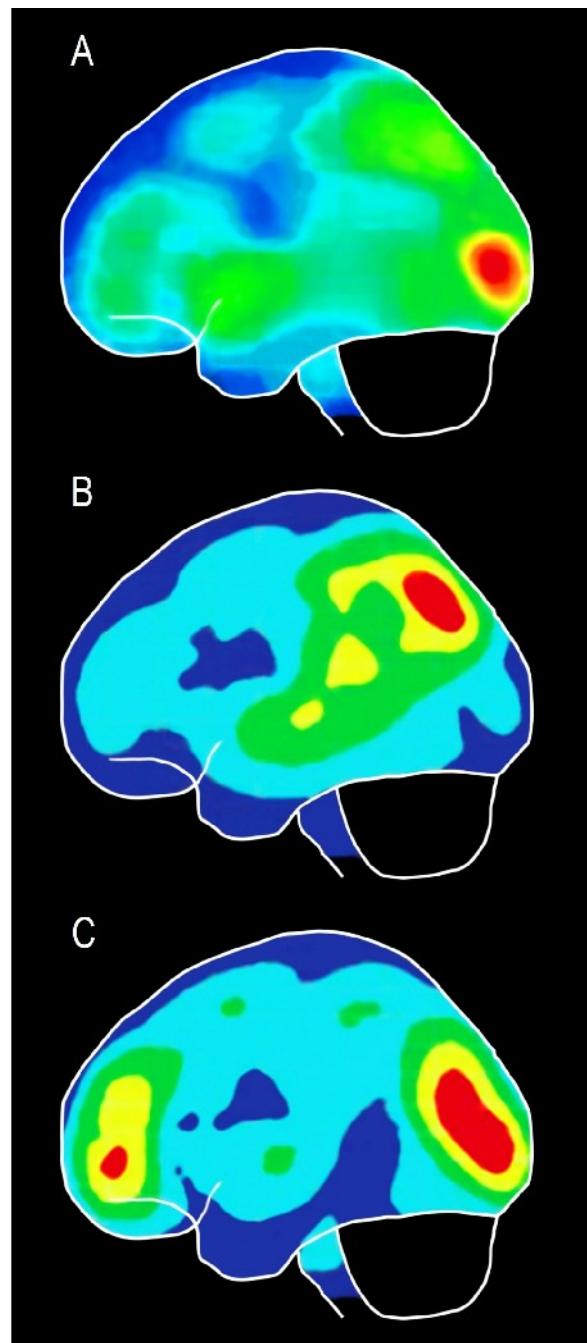


Figura 2.- Resultados de tres participantes, dos invidentes y uno vidente, que demuestran la eficacia de la estimulación táctil pasiva en la actividad cerebral en función de los “qualia visuales” después de tres meses del programa: El participante invidente que dice que “ve” (A) durante la estimulación táctil manifiesta una gran activación de las áreas occipitales, áreas responsables de la visión humana. El participante ciego (B) y el vidente (C), que dicen que “no ven” durante la estimulación táctil, manifiestan una mayor actividad en áreas parietales. El vidente también tiene activación occipital puesto que ésta es el área cerebral preferente de gestión de la información espacial en personas que ven.

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., Córdoba, J. L., y Pascual-Leone, A. (2011). Recruitment of occipital cortex during sensory substitution training linked to subjective experience of seeing in people with blindness. *PLoS One*, 6, e23264.

Ortiz, T., Poch-Broto, J., Requena, C., Santos, J. M., Martínez, A., y Barcia-Albacar, J. A. (2010). Brain neuroplasticity in occipital areas in blind teenagers. *Revista de Neurología*, 50, S19-S23.

Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., y Merabet, L. B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377-401.

Manuscrito recibido el 21 de septiembre de 2011.

Aceptado el 19 de enero de 2012.

