

# UN VIAJE A LA REALIDAD INTERNA DE NUESTRO CEREBRO

ELÍAS MANJARREZ

**B**orges dijo que la metáfora persa, "luna espejo del tiempo", es una obra poética<sup>1</sup>. Es un poema que refleja la fragilidad de la luna y la eternidad. Las imágenes de la luna y de un espejo del tiempo en nuestro cerebro se fusionan para crear una realidad estética, íntima y única para cada lector.

¿Pero, puede la ciencia demostrar que las neuronas del cerebro son capaces de generar una realidad que no existe en el mundo físico externo durante una sensación o percepción? La respuesta es sí. Por increíble que parezca, incluso las neuronas motoras de la médula espinal pueden generar una realidad interna que no existe externamente durante la activación sensorial.

*¿Puede la ciencia demostrar que las neuronas del cerebro son capaces de generar una realidad que no existe en el mundo físico externo durante una sensación o percepción? La respuesta es sí. Por increíble que parezca, incluso las neuronas motoras de la médula espinal pueden generar una realidad interna que no existe externamente durante la activación sensorial.*

Iniciemos este viaje hablando del circuito neuronal más simple: el reflejo monosináptico. En una nota previa<sup>2</sup> mencioné la posibilidad de comprender muchas funciones del cerebro a partir de la sabia médula espinal, cuyos orígenes preceden al desarrollo del cerebro por millones de años de evolución.

El reflejo monosináptico consiste en la conexión entre una neurona sensorial que detecta el estiramiento de un músculo y una motoneurona que responde eléctricamente, activando el músculo y contrayéndolo. Es un proceso sensitivo y motriz. Es como si las motoneuronas actuaran como un espejo que refleja una contracción en respuesta a un estiramiento del músculo. Este reflejo obedece a una naturaleza muy básica, incluso de lo no vivo: a toda acción corresponde una reacción.

Si se aplica un estiramiento periódico a una frecuencia de 2 Hz, es decir, dos estiramientos por segundo, se logra la contracción del músculo a la misma frecuencia. De igual manera, un estiramiento a 3 Hz genera contracciones a 3 Hz. Esto muestra que las motoneuronas pueden reproducir fielmente las frecuencias de la realidad física externa, como si leyeran un texto con instrucciones precisas.

Sin embargo, demostramos que es posible generar una contracción refleja de un músculo a 1 Hz, una contracción por segundo, a partir del estiramiento simultáneo de dos músculos a 2 Hz y 3 Hz<sup>3</sup>. Allí, las motoneuronas reciben entradas convergentes de neuronas sensoriales, generando una contracción a una frecuencia diferente, 1 Hz. Algo más complejo que la simple sensación de un solo estiramiento. A esta contracción la llamamos reflejo fantasma, ya que no existe en la realidad física externa de las entradas de estiramiento. Es como la metáfora de la "luna espejo del tiempo", que genera una respuesta ilusoria con una realidad interna diferente a la lectura separada de las palabras.

De manera similar, las neuronas del cerebro pueden crear una realidad interna inexistente en el mundo físico externo durante la estimulación de los dos oídos. Si el lector o lectora se pone unos audífonos estereofónicos y visita esta página web<sup>4</sup> colocando 100 Hz en el oído izquierdo y 101 Hz en el derecho, escuchará un sonido continuo del que emergen una especie de latidos a una frecuencia de 1 Hz. Esta percepción ilusoria fantasma, conocida como pulsación binaural, se genera por la acción convergente del oído izquierdo y derecho sobre los núcleos olivares superiores, el primer relevo de la vía auditiva en el tallo cerebral que recibe entradas sensoriales de ambos oídos.

<https://onlinetonegenerator.com/binauralbeats.html>



*Borges también habló sobre la percepción de la realidad poética, comentando que es sentir varias cosas a la vez. Por ejemplo, en el verso de Carducci, "el silencio verde de los campos", sentimos el campo, su vasta presencia, el verdor y el silencio. Para Borges, este verso genera una realidad interna que está tan cerca y tan lejos de la realidad externa inmediata, como si dijera "el silencio de los verdes campos". Cada lector o lectora puede percibir con mayor o menor intensidad el sentido estético de este verso, o tener dificultad para percibirlo.*

Recientemente demostramos que es posible usar las pulsaciones binaurales ilusorias fantasma como un metrónomo interno, similar a lo que hace un músico cuando emplea un metrónomo externo. Pedimos a voluntarios que oprimieran un botón en respuesta a la percepción de cada pulsación binaural y encontramos que la mayoría siguió el ritmo del metrónomo interno en la primera sesión; sin embargo, algunos necesitaron varias sesiones para lograrlo, y algunos no lo lograron. Este fenómeno ilusorio interno es como la poesía, que Borges describe como el encuentro del lector con el libro, un descubrimiento que puede ocurrir en la primera lectura, en la relectura, o nunca.

Borges también habló sobre la percepción de la realidad poética<sup>3</sup>, comentando que es sentir varias cosas a la vez. Por ejemplo, en el verso de Carducci, "el silencio verde de los campos", sentimos el campo, su vasta presencia, el verdor y el silencio. Para Borges, este verso genera una realidad interna que está tan cerca y tan lejos de la realidad externa inmediata, como si dijera "el silencio de los verdes campos". Cada lector o lectora puede percibir con mayor o menor intensidad el sentido estético de este verso, o tener dificultad para percibirlo.

La dificultad de recrear imágenes en el cerebro al leer poesía podría relacionarse con la afantasia, una condición neurológica descrita por Adam Zeman y colegas en 2010<sup>5</sup>. Describieron el caso de una persona que, después de un procedimiento cardíaco, ya no pudo imaginar personajes y escenas de manera voluntaria tras leer una novela. Zeman y su equipo encontraron que la corteza visual de su paciente solo se activó al presentarle fotografías de personajes famosos, pero no cuando se le pidió que los imaginara.

¿Pero, qué pasa en general en el cerebro de las personas con afantasia que no pueden “ver” las imágenes mentales? Estudios recientes de registro de señales de resonancia magnética funcional muestran que ellas tienen desconexiones entre los centros corticales de la visión y otras zonas del cerebro, lo cual no ocurre en la normalidad. Sin embargo, se sugiere que hay un espectro de visualización de la imaginación interna diferente entre las personas, incluyendo las que no presentan afantasia. Es decir, todos podemos imaginar con mayor o menor nitidez.

Además, estudios recientes reportan que la afantasia no es exclusiva de la experiencia imaginativa visual, sino que también puede ocurrir en otras modalidades sensoriales, como la audición y el olfato. ¿Quién no puede imaginar el sonido del mar o del viento, el tacto del agua cuando nadamos, la música más pegajosa, o el aroma vívido de la tierra mojada en el campo?

De manera similar, en otros estudios del año 2015<sup>6</sup>, un grupo de investigadores de los institutos nacionales de salud de los Estados Unidos, analizaron las señales de resonancia magnética funcional para demostrar que durante la composición poética el cerebro exhibe una interacción dinámica entre áreas de la corteza medial prefrontal que regulan la motivación, con las áreas prefrontal dorsolateral y las áreas parietales que regulan el control cognitivo. Estas interacciones entre dichas áreas corticales permiten una asociación con áreas del lenguaje, sensorio motoras, límbicas de las emociones y diversas áreas subcorticales del cerebro.

Para finalizar, invito al lector o lectora que cierre los ojos e imagine una manzana roja brillante, que abra los ojos y los vuelva a cerrar para imaginar una luna blanca redonda gigante, y enseguida que imagine la disposición de los muebles de su casa, su cama, el rostro de su mascota. Seguramente las imágenes más vívidas serán de aquellos objetos o rostros con los que estamos más familiarizados o familiarizadas.

También invito al lector o lectora a evocar su verso predilecto, como lo hizo Neruda en “Puedo escribir los versos más tristes esta noche. Pensar que no la tengo. Sentir que la he perdido. Oír la noche inmensa, más inmensa sin ella...”, o a sumergirse en la infinitud de posibilidades del célebre microcuento de Monterroso: “Cuando despertó, el dinosaurio todavía estaba allí”.

Nos situamos en un espacio donde lo imaginado se torna tan tangible como lo vivido, donde las imágenes nos permiten una introspección profunda y voluntaria de nuestro cerebro. Allí las conexiones entre neuronas toman la batuta para activar grandes ensambles neuronales, de manera real, aun cuando sea una realidad neuronal interna. Así, al concluir este viaje, queda claro que las neurociencias son herramientas fundamentales para entender y experimentar nuestra propia humanidad.

#### ELÍAS MANJARREZ

*Profesor investigador titular, responsable del laboratorio de Neurofisiología Integrativa del Instituto de Fisiología, BUAP. Es físico de formación, con maestría en fisiología y doctorado en neurociencias. Obtuvo su doctorado en el departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav.*

*Sus líneas de investigación están enfocadas a entender propiedades emergentes de ensambles neuronales en animales y humanos. Es pionero en el estudio de la resonancia estocástica interna en el cerebro, la propagación de ondas en ensambles neuronales espinales, la hemodinámica funcional de las emociones, así como de los mecanismos neuronales de la estimulación eléctrica transcraneal. Recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del CONCYTEP y ha recibido el premio Cátedra Marcos Moshinsky. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 3.*

#### REFERENCIAS:

- 1 Borges JL. <https://www.laraizinvertida.com/detalle-2392-que-es-la-poesia-por-jorge-luis-borges>
- 2 Rudofest. <https://hipocritalector.com/elias-manjarrez/rudofest-una-vida-entregada-a-la-ciencia-3/>
- 3 Manjarrez E, Balenzuela P, García-Ojalvo J, Vásquez EE, Martínez L, Flores A, Mirasso CR. Phantom reflexes: muscle contractions at a frequency not physically present in the input stimuli. *Biosystems*. 2007 Sep-Oct;90(2):379-88. doi: 10.1016/j.biosystems.2006.10.002. Epub 2006 Oct 10. PMID: 17095145.
- 4 <https://onlinetonegenerator.com/binauralbeats.html>
- 5 Zeman AZ, Della Sala S, Torrens LA, Gountouna VE, McGonigle DJ, Logie RH. Loss of imagery phenomenology with intact visuo-spatial task performance: a case of ‘blind imagination’. *Neuropsychologia*. 2010 Jan;48(1):145-55. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.024. PMID: 19733188.
- 6 Liu S, Erkinen MG, Healey ML, Xu Y, Swett KE, Chow HM, Braun AR. Brain activity and connectivity during poetry composition: Toward a multidimensional model of the creative process. *Hum Brain Mapp*. 2015 Sep;36(9):3351-72. doi: 10.1002/hbm.22849. Epub 2015 May 26. PMID: 26015271; PMCID: PMC4581594.
- 7 Villoro J. [https://www.barcelonareview.com/27/s\\_jv.htm](https://www.barcelonareview.com/27/s_jv.htm)