



Una caja de ritmos llamada cerebro: Moviendo objetos con la mente.

Ángel Correa Torres

Dept. de Psicología Experimental y Fisiología del Comportamiento, Universidad de Granada, España.

Tipo de artículo: Actualidad

Disciplinas: Neurociencia, Inteligencia Artificial, Psicología, Sociología.

Etiquetas: EEG, electroencefalograma, ritmos cerebrales, interfaz cerebro-computadora, comunicación, cerebro, control de prótesis.

El cerebro genera ritmos sin parar. Los ritmos cerebrales constituyen un lenguaje de comunicación entre neuronas mientras procesan información. La investigación dedicada a descifrar este lenguaje está revolucionando tanto teorías neurocientíficas como aplicaciones clínicas y tecnológicas. Hoy se piensa que los ritmos cerebrales cumplen un papel crucial en funciones cognitivas como percibir, recordar o moverse. El control a través del pensamiento de objetos electrónicos reales o virtuales ha dejado de ser una ficción gracias al desarrollo de la interfaz cerebro-computadora.

Los mamíferos hemos evolucionado con un cerebro diseñado para generar una compleja gama de ritmos. Lejos de ser ruido sin sentido, los ritmos del cerebro están cargados de significado y dan lugar a las funciones cognitivas. Éste es el mensaje innovador que el húngaro György Buzsáki argumenta en su libro de una forma brillante (Buzsáki, 2006). Remontémonos al origen de esta historia.



(cc) Ilya Boyandin

Allá por el 1919, Hans Berger comenzaba el estudio de la actividad eléctrica del cerebro con la idea de encontrar apoyo científico a la telepatía. Así fue como Berger descubrió el electroencefalograma (EEG). El EEG representa actividad eléctrica que se registra mediante unos electrodos colocados en la superficie del cuero cabelludo y que procede de la comunicación entre conjuntos de neuronas de la corteza cerebral. Berger observó que cuando el sujeto experimental cerraba los ojos y se

Correa, A. (2008) Una caja de ritmos llamada cerebro: Moviendo objetos con la mente. *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación*, 2:1, 1-3.

relajaba, el EEG oscilaba con gran amplitud a un ritmo de unos 10 ciclos por segundo o Hercios (Hz), y lo llamó ritmo alfa. Cuando el sujeto abría los ojos, el ritmo se volvía más rápido y de menor amplitud (ritmo beta, 13-30 Hz).

El descubrimiento del EEG aportó importantes aplicaciones clínicas en campos como el diagnóstico, ya que permitía conocer el estado mental general de una persona: ataques epilépticos, estados de relajación, sueño, coma, muerte, etc. Tradicionalmente se ha investigado el papel de los ritmos en el sueño. Durante el sueño, el cerebro genera patrones rítmicos complejos que están asociados con procesos fisiológicos específicos y que se organizan en fases de unos 90 minutos. Esta actividad rítmica no parece ser un epifenómeno: actualmente se cree que cada fase cumple funciones concretas, por ejemplo, la consolidación de aprendizajes que tuvieron lugar durante el estado de vigilia.

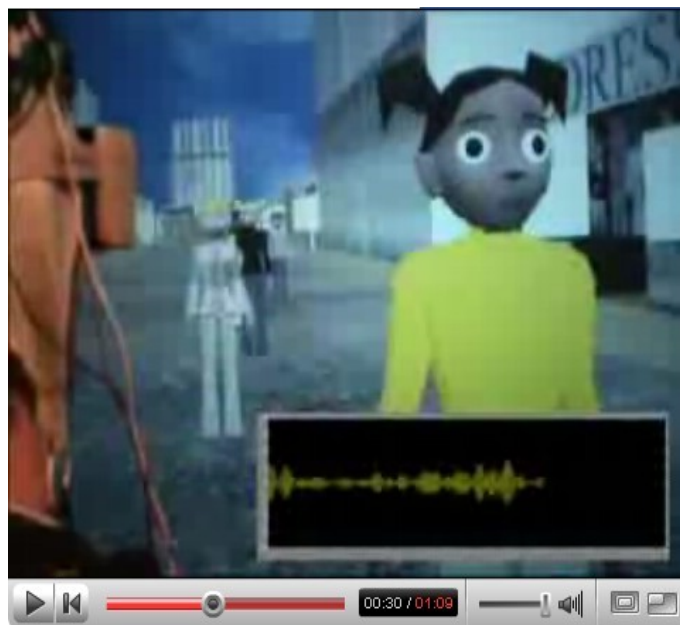
Recientemente se ha popularizado el uso de procedimientos matemáticos que descomponen la señal compleja del EEG en un conjunto de ritmos básicos de frecuencia conocida (e.g., análisis de Fourier). Esto ha impulsado la investigación de los ritmos cerebrales en relación con procesos cognitivos durante la vigilia, por ejemplo, la percepción. Se sabe que antes de percibir conscientemente un objeto, nuestro sistema visual analiza los rasgos elementales de ese objeto mediante áreas cerebrales especializadas en procesar la forma, el color, el movimiento, etc. Pero, ¿cómo se las arregla el cerebro para unir todos esos rasgos en una percepción coherente de dicho objeto y no mezclarlos con los rasgos de otros objetos que también aparecen en el campo visual? Los ritmos gamma (30-100 Hz) podrían ofrecer una respuesta a esta intrigante cuestión. El pegado coherente de los rasgos de un mismo objeto podría emerger de la sincronización entre las áreas que procesan sus rasgos, todas oscilando al unísono, digamos a 40 Hz (Engel, Debener, & Kranczioch, 2006).

Otra familia de ritmos, los theta (4-8 Hz), se ha relacionado con procesos de aprendizaje y memoria. Registros celulares de electrodos implantados en el hipocampo de roedores muestran incrementos de ritmos theta en tareas de navegación espacial, como recordar dónde hay comida dentro de un laberinto. Este resultado también se ha observado con humanos navegando en entornos virtuales, por ejemplo, jugando el papel de taxista. Theta además se incrementa mientras estudiamos estímulos verbales, y la magnitud de tal incremento predice el grado de éxito del recuerdo posterior (véase Kahana, 2006, para una revisión).

Según estas investigaciones, resulta fácil caer en la tentación de concluir que cada ritmo cerebral se asocia inequívocamente con un proceso cognitivo determinado: alfa y atención, beta y procesos motores, gamma y consciencia, theta y memoria. De hecho, ésta ha sido la tesis dominante, aunque la investigación más actual muestra un panorama mucho más complejo. Hoy se sabe que en prácticamente todo el cerebro se generan ritmos de alta frecuencia (beta y gamma) que están implicados en una rica variedad de funciones cognitivas, tales como la percepción de objetos, la integración de información procedente de diferentes sentidos, coordinación sensorio-motriz, selección de información atendida, memoria de trabajo, o la consolidación de información en la memoria a largo plazo. Para añadir más complejidad al asunto, también se sabe que los ritmos cerebrales no actúan cada uno "a su aire", sino que se modulan entre sí. Los ritmos de baja frecuencia que se generan en un área del cerebro son capaces de alterar ritmos de alta frecuencia en otra área del cerebro, aunque esté situada a gran distancia. Así surgen numerosas posibilidades de comunicación entre diferentes áreas, lo cual dota al cerebro de una potencia de computación exquisita.

El esfuerzo por entender el lenguaje de los ritmos del cerebro está siendo premiado con excitantes aplicaciones prácticas. Éstas se basan en establecer una comunicación entre cerebro y máquina que sea directa, sin mediación de nervios periféricos o músculos. ¿Podríamos controlar un dispositivo electrónico sólo a través del pensamiento? Imaginad lo que esto supondría para las personas afectadas de trastornos neuromusculares y cognitivos como la parálisis, distrofia muscular, esclerosis, autismo, afasia o apraxia.

Aunque parezca ciencia ficción, el gran paso ya se ha dado. La "interfaz cerebro-computadora" (BCI en inglés) es un dispositivo de comunicación entre un cerebro y un ordenador. La interfaz cerebro-computadora "lee" la actividad eléctrica cerebral y la traduce en información útil para controlar un dispositivo electrónico, tal como una prótesis, un sintetizador de voz o una silla de ruedas. Por ejemplo, la actividad rítmica de la corteza cerebral asociada al movimiento voluntario de un brazo (e.g., ritmos mu) puede ser registrada de forma no invasiva mediante electrodos. Una vez el patrón rítmico registrado es correctamente clasificado en la categoría "levantar brazo", la interfaz manda la orden de mover la prótesis. Hay razones para ser optimistas, pero tendremos que esperar todavía unos años hasta que el diseño de la interfaz cerebro-computadora permita clasificaciones cada vez más precisas de la riqueza de los patrones rítmicos cerebrales con poco entrenamiento por parte del usuario (para una excelente revisión, véase Santana-Vargas, Ramírez, & Ostrosky-Solís, 2004). Otra aplicación que permite esta interfaz es la inmersión en mundos virtuales creados en Internet como Second Life (Castro-Perea, 2007), tal y como se auguraba en la película The Matrix (como ejemplo se puede ver un vídeo en <<http://es.youtube.com/watch?v=QnztNhCGch4>>). Los ritmos del cerebro abren un universo extraordinario de nuevas formas de comunicación entre las personas.



<http://es.youtube.com/watch?v=QnztNhCGch4>

Referencias

Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the brain*. New York: Oxford University Press.

Castro-Perea, O. (2007, 3 Noviembre). Ya es posible vivir en Second Life sólo con el pensamiento. *Tendencias21*. <<http://www.tendencias21.net/>>.

Engel, A. K., Debener, S., & Kranczioch, C. (2006). Coming to Attention: How the brain decides what to focus conscious attention on. *Scientific American Mind*, August, 46-53.

Kahana, M. J. (2006). The cognitive correlates of human brain oscillations. *The Journal of Neuroscience*, 26(6), 1669-1672.

Santana-Vargas, A. D., Ramírez, M., & Ostrosky-Solís, F. (2004). Novedades en tecnología de la rehabilitación: una revisión acerca de la interfaz cerebro-computadora. *Revista de Neurología*, 39(5), 447-450.