

Fusionar mente y máquina: ¿un deseo o una realidad?

Fusion of mind and machine:
desire or reality?

María José Sánchez Ledesma

Facultad de Medicina

mledesma@usal.es

Innovar 
en las aulas

Resumen

En los últimos años científicos y empresarios caminan unidos en el desarrollo de procedimientos tecnológicos que mejoren las discapacidades neurológicas severas, como los déficits motores en las lesiones medulares o cerebrales, la falta de visión o la sordera. Las denominadas tecnologías Interfase cerebro-ordenador (BCI), dirigen sus esfuerzos en este sentido. Algunos logros recientes son el control cerebral de brazos robóticos o llegar a utilizar una tableta o un ordenador. Los implantes cocleares, por otro lado, se han convertido en uno de los tipos de implante biónico más utilizados. Las BCI bidireccionales, capaces tanto de registrar señales como de estimular el sistema nervioso permiten puentear la zona de lesión. De esta manera en una lesión medular de un tetrapléjico donde la información no llega a sus extremidades, los implantes en este caso corticales, recogerían la orden motora generada en la corteza y puentear la lesión la enviarían a los sistemas musculares implicados en la ejecución del movimiento.

Sin embargo, las aspiraciones de la ciencia van más allá y buscan potenciar las capacidades cognitivas propias de un cerebro con un funcionamiento fisiológicamente adecuado. En suma, su objetivo final es desarrollar e implantar en nuestro cerebro una red neuronal de inteligencia artificial que nos permita potenciar la función cerebral. En un futuro cercano, tendremos que tomar conciencia de una serie de problemas éticos, morales y de justicia social, relacionados también con la privacidad o la identidad y ofrecer directrices neuroéticas antes de que esta disciplina de la neurorobótica nos supere.

TECNOLOGÍAS DE INTERFASE CEREBRO-ORDENADOR, ROBÓTICA, DISCAPACIDAD, INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Abstract

Recently, scientists and businessmen have worked together on the development of technological procedures in order to improve severe neurological disabilities, such as motor deficits as a result of brain or spinal cord injury, blindness or deafness. Brain-Computer Interface (BCI) approaches have made it possible to mind control robotic arms, tablets or smartphones. On the other hand, cochlear implants have become one of the most used bionic devices. Bidirectional BCIs, which are both able to record signals and to stimulate the nervous system, allow to bypass the area of a lesion. Thus, tetraplegic patients affected by spinal cord injury could benefit from cortical implants which would send motor commands generated in the brain cortex to limb muscles involved in the execution of the movement.

However, the goals of science go further and seek to enhance the cognitive abilities of a functionally intact brain. In summary, the ultimate purpose of these technologies is to develop and implant artificial intelligence based neuronal networks in order to improve brain function. In the near future, we will have to become aware of a number of ethical, moral issues and social justice, also related to the privacy or identity and provide guidelines neuroéticas before the neurobotica overcome us.

BRAIN-COMPUTER INTERFACE TECHNOLOGIES, ROBOTICS, DISABILITY, ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Con esta cabecera comenzaba una noticia publicada en el periódico “El País” el abril pasado (El país, 16 de abril de 2017). Podía leerse lo siguiente:

“Del mismo modo que los antiguos griegos fantaseaban con alzar el vuelo, la imaginación actual sueña con fusionar mentes y máquinas para resolver el molesto problema de la mortalidad humana”.

Dejando a un lado el sensacionalismo, la comparación entre ambos deseos está más cercana de lo que apunta el periódico, porque en la mente de los clásicos yacía el ansia de alcanzar lo inalcanzable, que era que el hombre volara, y hoy lo inalcanzable es superar lo imperfecto de algo tan increíblemente complejo y excepcional como es el funcionamiento de nuestro cerebro. Entendiendo como imperfección: la enfermedad o la lesión que nos lleva a no poder hablar, no poder mover una mano o las cuatro extremidades, o la pérdida de memoria que va asociada el envejecimiento, entre otras limitaciones, discapacidades o como lo queramos llamar.

No obstante, más allá del deseo de cada uno de nosotros, la ciencia, siempre al servicio de nuestras aspiraciones muchas veces aparentemente imposibles, se ha dirigido a la búsqueda del camino para alcanzar este sueño y hacerlo realidad.

Durante los últimos 30 años, investigadores de empresas y laboratorios de todo el mundo han hecho avances impresionantes intentando contestar a la pregunta: ¿Puede nuestro cerebro conectarse directamente con la inteligencia artificial o los robots?. Hoy los éxitos se ha plasmado en la Tecnología de Interfaz Cerebro Ordenador, en inglés *Brain Computer Interface (BCI)*, impulsada por empresas innovadoras dirigidas por emprendedores (lo que en el mundo clásico eran lunáticos hoy son emprendedores, por cierto).

Uno de estos empresarios, muy destacado, es Elon Musk, sudafricano de origen y doble nacionalidad canadiense y estadounidense, visionario de 47 años que fue nombrado en 2016 la 21ª persona más poderosa del mundo por la revista Forbes (Muciño, 2015). Es fundador de empresas como Tesla Motors (la primera en comercializar un automóvil deportivo eléctrico) y SpaceX, dedicada a desarrollar lanzaderas espaciales como los conocidos Falcon o la nave espacial Dragon. Musk ve la exploración espacial como un paso importante en la expansión -incluso la preservación- de la raza humana y de esta manera en los próximos años Musk se dedicará a llevar a los astronautas a la Estación Espacial Internacional y a Marte. Pero ésto no es suficiente para este empresario estrella y crea en 2016 la empresa Neuralink, como una firma de investigación médica con la idea de integrar la inteligencia artificial con el cerebro humano. En la Code Conference, un evento organizado por el portal de noticias tecnológicas Recode y durante una ponencia en 2017, exponía su preocupación ante la amenaza del desarrollo de la inteligencia artificial y afirmaba *"Podríamos convertirnos en mascotas de las máquinas"*, añadiendo que la mejor solución para evitar la pérdida de protagonismo de la raza humana era incorporar *"una capa de inteligencia artificial que pueda funcionar biológicamente dentro de nosotros"*. De ahí que su objetivo empresarial es la búsqueda de tecnologías para añadir inteligencia artificial a nuestra propia inteligencia. De esta manera se potenciarían las capacidades cognitivas propias para, según el propio Musk, convertirnos en una especie de "ciberborgs" u organismos cibernéticos. Obtendríamos así la actualización necesaria para que los humanos todavía podamos ser útiles y no quedemos excluidos por las máquinas.

Neuralink busca combinar los ordenadores con el cerebro humano, a modo de simbiosis o fusión, de modo que consigamos superar y controlar las máquinas, utilizando un tipo de tecnología denominada "lazo neuronal". En suma, el objetivo final es desarrollar una red neuronal que pueda implantarse en nuestro cerebro y que nos permita mejorar la función gracias a la inteligencia artificial. Sin duda ese sueño puede parecer lejano o extravagante, pero no deberíamos descartar una idea solo por eso. Después de todo, los coches que se conducen solos estaban relegados al ámbito de la ciencia ficción hace una década y media sin ir más lejos y ahora podrían circular por nuestras carreteras.

Desde los comienzos

Discutir el acoplamiento entre mente y máquina es tan viejo como la película *Metrópolis* (1927). Lo que es nuevo es que la conexión de un cerebro humano a un ordenador mediante microelectrodos es ahora una opción científica real. Así, Eb Fetz (1969), un investigador del Centro de Ingeniería Neural Sensoriomotriz (CSNE) de la Universidad de Washington, uno de los pioneros de la conexión entre máquina y mente, en 1969 antes de que existiesen siquiera los ordenadores personales demostró que los monos eran capaces de amplificar las señales cerebrales para controlar una aguja que se movía en un dial.

Hoy gran parte del trabajo reciente en el campo de las BCI tiene por objeto mejorar la calidad de vida de personas con parálisis o con discapacidades motrices graves. Algunos logros recientes son el control cerebral de brazos robóticos o llegar a utilizar una tableta o un ordenador. Los implantes cocleares, por otro lado, se han convertido en uno de los tipos de dispositivo biónico más utilizados (más de 300.000 personas en todo el mundo los emplean para oír). Consisten en un transductor que transforma las señales acústicas en señales eléctricas que estimulan el nervio auditivo. Hoy ya contamos con versiones incipientes de ojos biónicos aún muy imperfectos para personas con deficiencias visuales graves. En estos casos el paciente lleva unas gafas con una microcámara que captura la imagen y la transmite a una pequeña unidad de procesamiento de vídeo que parece un walkman. El sistema convierte la imagen en un código que vuelve a las gafas y se transmite de manera inalámbrica a una prótesis epirretinal.

Las BCI más complejas son bidireccionales (BBCI), capaces tanto de registrar señales como de estimular el sistema nervioso. Las BBCI son una nueva y radical herramienta de rehabilitación para tratar el ictus y las lesiones medulares. Se ha demostrado que se puede usar una BBCI para reforzar las conexiones entre dos regiones cerebrales o entre el cerebro y la médula espinal y redireccionar la información en torno a una zona lesionada para volver a mover un miembro paralizado. Se trataría en suma de puentear la zona de daño neuronal. De esta manera en una lesión medular de un tetrapléjico donde la información no llega a sus extremidades, los implantes en este caso corticales recogerían la orden generada por ejemplo en la corteza motora y puentear la lesión enviarían la información a los sistemas musculares implicados en la ejecución del movimiento.

Así las cosas, se podría pensar que la interfaz entre cerebro y ordenador está en situación de convertirse en indispensable. Pero todavía nos queda mucho camino por recorrer: cuando las BCI producen movimientos, estos son mucho más lentos y menos precisos que los fisiológicamente correctos. Los ojos biónicos ofrecen una visión con muy poca resolución; los implantes cocleares transmiten electrónicamente una información limitada, pero distorsionan la música. Sabemos que cada neurona y sus miles de vecinas conectadas forman una red inimaginablemente grande y en constante cambio. Para el neuroingeniero es como entender una conversación entre un grupo de personas acerca de un asunto complejo, pero solamente se le permite escuchar a una de ellas. En este contexto podría averiguar, más o menos, el tema general del que trata la conversación, pero en ningún caso descubriría todos los detalles. De igual manera, con nuestros mejores implantes estamos muy lejos de entender la conversación completa. Por otra parte, las neuronas se comunican entre ellas mediante una compleja interacción de señales eléctricas y reacciones químicas. Esta comunicación o lenguaje electroquímico se puede interpretar mediante circuitos eléctricos, pero no es tarea fácil.

Para que toda esta tecnología funcione hay que implantar electrodos intracerebrales, aunque hoy ya existen BCI no invasivas que se han empleado para controlar cursores, sillas de ruedas, brazos robóticos, drones, androides e incluso la comunicación entre dos cerebros (Minguez, 2016). La principal diferencia entre ambas modalidades es la precisión. Así los resultados con métodos invasivos suelen ser más precisos, mientras que las técnicas no invasivas son más accesibles para su desarrollo en laboratorios y empresas, pero su control no es tan directo.

A pesar de todas estas dificultades, es claro nuestro futuro biónico. El cerebro tiene una capacidad de adaptación sorprendente y puede aprender a utilizar las BCI de una manera similar a como aprende nuevas actitudes o reduzca nuevas funciones como conducir o usar una interfaz de pantalla táctil. Asimismo, el cerebro aprende a interpretar nuevas clases de información sensorial como la transmitida mediante el uso de pulsos magnéticos.

También son espectaculares los logros recientes en relación con el empleo de "electrofármacos" en pacientes diabéticos. Se trata de pequeños implantes experimentales que transmiten órdenes directamente a los órganos internos. Los investigadores han descubierto nuevas formas de superar la barrera lingüística eléctrica-bioquímica. Las sondas flexibles de nanocables, los soportes flexibles para neuronas y las interfaces de vidrio de carbono también

pueden permitir que los ordenadores biológicos y tecnológicos coexistan a gusto dentro de nuestro organismo en el futuro.

En el CSNE un equipo multidisciplinar de filósofos, clínicos e ingenieros trabaja activamente para abordar problemas éticos, morales y de justicia social, y ofrecer directrices neuroéticas antes de que esta disciplina avance demasiado⁴. Nadie plantea objeciones éticas si esta conexión cerebro-máquina se utiliza para tratar una enfermedad o mejorar la calidad de vida de las personas paralizadas por un accidente, ciegas o sordas. Pero la polémica estalla si se trata de aplicar estas técnicas a la mejora de las capacidades naturales de la mente humana. En un futuro cercano, tendremos que tomar conciencia de una serie de problemas relacionados también con la privacidad o la identidad y ofrecer directrices neuroéticas antes de que esta materia de la neurorobótica nos supere.

Surgen miles de preguntas y en este momento podríamos plantear incluso qué sucederá en el campo de la educación. Es obvio que la mejora de la discapacidad integra a nuestros alumnos en un grupo homogéneo y favorece la enseñanza y el aprendizaje pero si se extiende el empleo de las BCI a la mejora del rendimiento en cualquier situación, para cada uno de nosotros y sin discapacidad, todo cambia. Pensando en el mundo del sueño de nuestro comienzo, diríamos: ¿Enseñaremos a nuestros estudiantes idiomas, matemáticas, geografía o eso ya no será necesario porque las capas de inteligencia artificial lo hacen innecesario? Quizás enseñemos otras cosas como técnicas para sacar mayor partido a esos circuitos o, quien sabe, podríamos resultar innecesarios. El genio de Dalí afirmaba en una de sus célebres frases que el secreto de su influencia consistía en que siempre había mantenido el secreto, en el caso del cerebro es muy probable que nos salve de la ruina que no lleguemos nunca a conocerlo lo suficiente.

Para concluir

Puede que la conexión directa entre el cerebro y la tecnología acabe siendo una consecuencia natural del modo en que la especie humana se ha mejorado y superado a sí misma a lo largo de la historia, desde el uso de la rueda para paliar nuestras limitaciones como bípedos hasta el desarrollo de otras tantas tecnologías. Tal como ha sucedido con los ordenadores, los teléfonos

inteligentes y los equipos de realidad virtual actuales, las BCI potenciadoras, cuando por fin lleguen al mercado de consumo, serán un gran logro de la ciencia, emocionantes, frustrantes, peligrosas y, al mismo tiempo, rebosantes de expectativas (Wu J.y Rao R. 2017).

Bibliografía

- CENTER FOR SENSORIMOTOR NEURAL ENGINEERING (CSNE). <http://www.csne-erc.org>
- Fetz, EE. (1969) Operant conditioning of Cortical Unit Activity. *Science* 28 (163, Issue 3870), pp. 955-958. DOI: 10.1126/science.163.3870.955.
- Minguez, J. (2012). Tecnología de Interfaz Cerebro - Computador. Obtenido de http://webdiis.unizar.es/~jminguez/Sesion001_UJI.pdf
- Muciño C. (2015). Elon Musk, el genio sudafricano que está cambiando al mundo. <http://www.marketizer.com/articulos/elon-musk-el-genio-sudafricano-que-esta-cambiando-al-mundo-4123163.htm>. Consultado el 20 de febrero de 2018.
- TESLA. https://www.tesla.com/es_MX/blog/master-plan-part-deux. Consultado el 20 de febrero de 2018.
- Wu J.y Rao R. (2017). Fusionar mente y máquina: ¿de verdad estamos cerca? <http://na1y2info.fullblog.com.ar/fusionar-mente-y-maquina-de-verdad-estamos-cerca-1493479442.html>. Consultado el 22 de febrero de 2018.
- ZoomInfo. <https://www.zoominfo.com/p/Eb-Fetz/1584738771>. Consultado el 20 de febrero de 2018.