

# “EL CEREBRO YA ESTÁ EN LA NUBE”

## Mavi Sánchez-Vives

NEUROCIÉNTIFICA EN EL HUMAN BRAIN PROJECT,  
LA INICIATIVA EUROPEA PARA EL ESTUDIO DEL CEREBRO

Es una de las más prestigiosas investigadoras del cerebro humano en el mundo; es también empresaria e innovadora. Desarrolla aplicaciones de realidad virtual con fines terapéuticos, educativos y lúdicos al tiempo que indaga en las posibilidades del cerebro y su capacidad para interactuar con las máquinas. “El cerebro nos define”, afirma, y advierte de que “hay que estar alerta porque la humanidad es capaz de hacer cosas maravillosas, pero también es capaz de desviarse”.

Palabras clave:  
cerebro,  
neurociencias,  
transhumanismo,  
realidad virtual,  
inteligencia artificial,  
singularidad

TEXTO: JUAN M. ZAFRA FOTOS: XIMENA GARRIGUES Y SERGIO MOYA



### Neuroscientist at the Human Brain Project “THE BRAIN IS ALREADY IN THE CLOUD”

*She is one of the most prestigious researchers of the human brain in the world; she is also an entrepreneur and innovator. She develops applications of virtual reality for therapeutic, educational and recreational purposes and also explores the possibilities of the brain and its ability to interact with the machines. “The brain defines us”, she declares. She also warns that “we must be alert because humanity is capable of doing wonderful things, but it is also able of straying from the right path”.*

**Keywords:** brain, neuroscience, transhumanism, virtual reality, artificial intelligence, singularity

Comprender el cerebro humano es uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la ciencia en el siglo XXI. Y así lo ha entendido la Unión Europea, que ha definido como Proyectos Emblemáticos (*FET Flagships*, de *Future and Emerging Technologies Flagships*) las iniciativas The Human Brain Project (HBP<sup>1</sup>) y Graphene<sup>2</sup>.

El Proyecto Cerebro Humano (HPB) aspira a comprender cómo funciona el cerebro humano y lograr, un día, emular sus capacidades. El HBP, que se lanzó en 2013 con un presupuesto previsto de unos 1.000 millones de euros, reúne a 120 organizaciones europeas asociadas y cuenta con la participación de investigadores líderes mundiales. Se trata de un consorcio multidisciplinar que incluye expertos en neurociencias, informática, robótica, microelectrónica, así como en innovación y explotación, ética, educación, gestión de programas y comunicación.

Graphene explora, entre otros usos del grafeno, su potencial como interfaz cerebral.

Mavi Sánchez Vives es doctora en neurociencias, miembro del Human Brain Project y ha coordinado el proyecto SloW-Dyn sobre dinámica de la corteza cerebral. Su trabajo tiene el propósito de reunir información sobre la composición del sueño, las oscilaciones neuronales y la sincronización de la actividad cerebral, así como las anomalías que pueden surgir como consecuencia del envejecimiento o de enfermedades concretas como el Alzheimer. “Tratamos de entender un fenómeno

como el sueño de onda lenta, cuya alta sincronización nos desconecta de la consciencia”, explica Sánchez Vives, profesora de Investigación ICREA, directora del grupo de Neurociencia de Sistemas en el IDIBAPS (Barcelona) y editora jefe de la revista *Frontiers in Systems Neuroscience*<sup>3</sup>.

### ¿Se atreve a describir el mundo en que vivimos?

Desde el punto de vista de la neurociencia, vivimos en un mundo en el que se ha desarrollado un enorme interés por el conocimiento del cerebro. Esto se ha traducido, por ejemplo, en la aparición en la última década de grandes iniciativas gubernamentales y también privadas – como el Allen Institute<sup>4</sup>–. Europa es líder con el Human Brain Project, del que formo parte, pero también hay proyectos similares en Estados Unidos – Brain Initiative<sup>5</sup>–, en China, en Japón, en Corea o en Australia... He visto crecer ese interés en la sociedad y todo lo que empieza hoy por “neuro” interesa.

### ¿Por qué interesa tanto?

Interesa porque nuestro cerebro es lo que nos define. El cerebro es el ser humano. Además, es bien conocido por todos que muchas patologías neurológicas, como la enfermedad de Alzheimer, pueden ser devastadoras. En las

1 <https://www.humanbrainproject.eu/en>

2 <http://graphene-flagship.eu>

3 <https://www.frontiersin.org/journals/systems-neuroscience#editorial-board>

4 <https://alleninstitute.org>

5 <https://www.braininitiative.nih.gov>

“E S P O S I B L E Q U E L O S  
R E S U L T A D O S D E L A S  
I N V E S T I G A C I O N E S  
S O B R E E L C E R E B R O  
T E R M I N E N P O R  
A P L I C A R S E A M E J O R A S  
E N E L F U N C I O N A M I E N T O  
C E R E B R A L D E  
P E R S O N A S S A N A S”

últimas dos décadas se ha extendido la idea del cerebro como un órgano con plasticidad, con capacidad de transformación y mejora, lo que abre la puerta a que podemos cuidarlo. A medida que aumenta la esperanza de vida, aumenta el interés por cuidar del propio cerebro con la alimentación, con el ejercicio, con estimulación cognitiva, con el aprendizaje... Hay un interés en la mejora del cerebro, en la mejora de las funciones cognitivas. Sí, el cerebro está de moda.

**Además está el aspecto tecnológico, la voluntad de desentrañar cómo funciona el cerebro y llegar a establecer relaciones directas con las máquinas.**

La interacción del cerebro con la tecnología deriva del hecho de que el cerebro funciona mediante actividad eléctrica y por tanto puede establecerse una interacción con la máquina. Conocemos cada día más el funcionamiento del cerebro humano y veremos llegar una creciente interacción con la tecnología. Esta interacción es bidireccional: cada vez hay más recursos computacionales para leer la actividad cerebral y, a la vez, podemos interactuar con esta acti-

vidad cerebral mediante campos eléctricos, magnéticos, luz, etcétera. En esa interacción hay también un nuevo interés orientado a la posibilidad de estimular la capacidad cerebral y también a usar principios del funcionamiento cerebral para el aprendizaje de las máquinas. Eso explica que hayan entrado grandes corporaciones en el estudio del cerebro, como Elon Musk con NeuraLink, o Google, Facebook y otras. Además del interés científico y médico, hay interés a todos los niveles: en la ciudadanía, en las empresas y en los gobiernos.

**¿Cuál es el objetivo final del estudio del cerebro?**

Siempre se empieza por las patologías. Se trata de prevenir o tratar las enfermedades degenerativas y las patologías que afectan al cerebro, que causan graves daños a las personas que las sufren y a su entorno. El coste es altísimo social y económicamente. Sabemos, por ejemplo, que este tipo de enfermedades degenerativas del cerebro tienen un coste de 5.000 euros al año para cada europeo. El objetivo prioritario es evitar las enfermedades, problemas muy concretos. Pero

para ello es fundamental comprender el funcionamiento, los procesos fisiológicos subyacentes. Comprender la fisiología es fundamental para entender la patología. Es posible también que los resultados de las investigaciones sobre el cerebro terminen por aplicarse a mejoras en el funcionamiento cerebral de personas sanas.

**¿Llegará a estar el cerebro humano en la nube, en un servidor externo?**

No creo que lleguemos a verlo, pero se podría. Hay ya muchas cosas que se pueden hacer. Si lo que quieres decir es que tu actividad cerebral puede estar en la nube, ya te confirmo que eso es posible hoy día. Pero con esto nos referimos a registros de electroencefalograma, imagen cerebral, etcétera. Lo que están haciendo muchos de estos grandes proyectos de estudio del cerebro son enormes bases de datos de imagen cerebral, de actividad eléctrica, de mapas de todas las células cerebrales... En ese sentido, sí podemos decir que nuestro cerebro humano ya está en la nube en estos momentos. Ahora bien, que tus ideas, tus pensamientos, tu consciencia, tu razonamiento, ►►



# EL CEREBRO

MAVI SÁNCHEZ-VIVES

"Es muy probable que **la realidad aumentada** vaya integrándose cada vez más en nuestros dispositivos de uso diario y también que **la realidad virtual inmersiva** la utilicemos igual que hacemos hoy con los móviles. De una forma progresiva, sin que nos demos cuenta **va a ir siendo una parte cada vez mayor de nuestra vida diaria**"

"Cuanto más conozcamos el cerebro, más capacidad habrá para tratar todas **las patologías que pueden afectarlo. Son muchas y cada vez más prevalentes**, muy devastadoras y con un gran impacto social, médico y económico"

"Trabajo en las aplicaciones de la **realidad virtual que tienen una utilidad médica**, especialmente en la rehabilitación física y psicológica. Vamos a ir viendo aplicaciones de la realidad virtual en todas las áreas: deporte, ciencia, medicina, ..."

"Veo muy lejos todavía el momento en el que podamos **vaciar la conciencia humana en un ordenador**; lo veo como algo muy lejano y quizá no tan deseable"

"El cerebro está de moda porque es el **órgano más misterioso**. El cerebro nos define, es lo que nos hace a nosotros mismos"

"Estoy especialmente interesada en todas aquellas **aplicaciones que tienen una utilidad médica**, sobre todo, en aquellas orientadas a la rehabilitación"

"La realidad virtual está aún bastante restringida al área del entretenimiento y de los juegos, pero en los ámbitos profesionales **se están desarrollando un enorme número de aplicaciones**"



"PODEMOS DECIR QUE EL CEREBRO HUMANO YA ESTÁ EN LA NUBE EN ESTOS MOMENTOS, EN EL SENTIDO DE QUE IMÁGENES Y REGISTROS CEREBRALES SE ALMACENAN ALLÍ"

tu creatividad o tus sentimientos..., en definitiva, que tu "yo" integrado se llegue a volcar en un ordenador, eso está aún por ver.

**¿Hay quien trabaja en esa dirección o es solo ciencia ficción?**

El volcado de un cerebro concreto a un ordenador o a un robot que se transformaría en esa persona o que permitiría mantener la consciencia de esa persona en un robot, por ejemplo, es ahora mismo ciencia ficción. Sin embargo, la ciencia ficción de hace unas décadas, como es la lectura de la actividad cerebral o interfaz cerebro-ordenador, es hoy en día una realidad –con sus limitaciones–. De hecho, existen sistemas comerciales bastante desarrollados. Consiste en leer la actividad cerebral, que a fin de cuentas no es más que actividad eléctrica, y decodificarla. Por ejemplo, si se trata de una actividad motora, se puede usar para controlar con el pensamiento una extremidad artificial o también un robot o una máquina.

**Si se hace del cerebro a la máquina, también es aplicable desde la máquina al cerebro. ¿Es correcto?**

Sí, se puede actuar sobre la actividad cerebral mediante campos eléctricos o magnéticos con el objetivo, por ejemplo, de inducir la recuperación de la función cerebral en un área dañada o de reemplazar la falta de aferencias o información sensorial. Existen varios prototipos para captar la información visual con una cámara, codificar esta información y utilizarla para estimu-

lar la corteza visual y así proporcionar información visual en ciertos tipos de ceguera. Estas son áreas de investigación muy activas en la actualidad en neurociencias, pero también requiere la colaboración con la nanociencia, la computación, la ingeniería, etcétera.

**La tranquilidad con la que lo cuenta provoca sosiego, pero plantea grandes cuestiones éticas.**

Las cuestiones éticas están presentes en cada uno de los proyectos que afrontamos. Qué implicaciones puede tener cada proyecto es una cuestión prioritaria y se hacen evaluaciones previas para cada uno de ellos. Obviamente, tenemos que empezar a pensar en cambios regulatorios e incluso en regular nuevos ámbitos de la actividad investigadora y de sus aplicaciones. En el Human Brain Project hay toda un área de trabajo dedicada a cuestiones éticas como, por ejemplo, el uso de los datos masivos obtenidos del estudio de la actividad cerebral, por supuesto la protección de datos, etcétera.

**¿Debemos temer al progreso tecnológico y científico acelerado?**

No hay que tener miedo pero hay que estar alerta. Todos estos avances tecnológicos están entrando en nuestra vida de una forma progresiva, casi sin darnos cuenta. Creo que los avances en ciencia y en tecnología buscan el bien y nos proveen de herramientas para que nuestra vida sea mejor. Los avances en ciencia, en genética, en robótica, en realidad virtual, en energía, en materiales... son

positivos. Hacen que nuestra vida sea más larga y mejor. El problema es que la humanidad es capaz de hacer cosas maravillosas, pero también es capaz de desviarse y proponerse usos perversos. Eso es posible con la realidad virtual o la interfaz cerebro-ordenador, pero también con un cuchillo de cocina. Tenemos que estar alerta, considerar las consecuencias y el doble uso que se puede hacer con cada innovación, pero sin que los temores nos detengan. No hay que olvidar tampoco que siempre hay consecuencias no previstas. Como ha advertido Jaron Lanier<sup>6</sup>, internet y las redes sociales se crearon de una forma –gratuita y abierta– que ha acabado volviéndose en nuestra contra por el uso que se hace de los datos de los usuarios. Debemos estar muy alerta para evitar desviaciones que terminen perjudicando a la humanidad.

**Cuando hablamos del cerebro, la inquietud es mayor porque no estamos hablando de un dispositivo externo: es lo que nos hace y nos diferencia como humanos.**

Los avances tanto en la neurociencia como en el campo de la realidad virtual surgen con el objetivo de mejorar la existencia humana. Se empieza por trabajar sobre casos en los que se necesita superar un problema. Por ejemplo, para personas que están inmovilizadas, se puede utilizar la realidad virtual para crear entornos que faciliten la interacción social, el desarrollo de una actividad

<sup>6</sup> <https://telosfundaciontelefonica.com/jaron-lanier-ser-critico-es-el-ultimo-acto-de-optimismo>

# “NO HAY QUE TENER MIEDO PERO HAY QUE ESTAR ALERTA. LA HUMANIDAD ES CAPAZ DE HACER COSAS MARAVILLOSAS Y TAMBIÉN DE PROPONERSE USOS PERVERSOS”

laboral o, sencillamente, que tengan una parte de su vida en un entorno más satisfactorio. Tenemos que pensar que la realidad virtual significa en muchos casos la posibilidad de socializar, de interactuar en un espacio global y abre enormes posibilidades para personas que no tienen acceso porque están inmovilizadas. Que estas posibilidades se extiendan a través de la interacción cerebro-ordenador puede significar que estas personas con dificultades de movilidad o inmovilizadas por la edad puedan, por ejemplo, controlar su avatar en el espacio virtual mediante el pensamiento. Será un paso más para facilitar la interacción social, el bienestar. Claro, esos avances se pueden aplicar después para el mejoramiento humano en muchos campos.

## ¿Cómo será la vida entonces cuando se extienda el uso de la realidad virtual?

No podemos predecir cómo va a ser o cómo van a cambiar nuestras vidas, al igual que no sabíamos cómo los teléfonos móviles iban a cambiarlo todo. Sí podemos hablar ya de aplicaciones concretas. La realidad virtual se utilizará no solo en el entretenimiento sino en aprendizaje, ciencia, hospitales, tera-

pia psicológica, entrenamiento deportivo.... Por ejemplo, reuniones que ahora requieren largos viajes de avión pasarán a realizarse en entornos compartidos de realidad virtual, visitaremos a nuestro médico en una consulta virtual o, no solo veremos películas, sino que podremos ser parte de la historia.

## Ha sido pionera en el tratamiento de agresores de género mediante realidad virtual (VR). ¿Cómo es la experiencia?

En estos casos lo que hacemos es algo que solo permite la realidad virtual, que es colocar a una persona en la perspectiva que tiene y vive otra persona. Es decir, colocamos a los agresores ante la experiencia de las víctimas. En nuestro grupo se trabaja también con padres que maltratan a sus hijos y se pueden colocar ante situaciones que viven los niños con el objetivo de que la conducta se modifique a partir del conocimiento de la experiencia de la víctima y el desarrollo de la empatía. La verdad es que las posibilidades son casi infinitas.

**Nada impide emplear la realidad virtual para colocar a una persona en el lugar de otro en cualquier otro contexto.**

No. De hecho, en nuestro grupo se han estudiado situaciones de sesgo racial. Se ha comprobado como cuando alguien experimenta las situaciones desde la perspectiva de una persona de otra raza, por ejemplo, el sesgo racial disminuye porque se produce una identificación con la persona que se siente discriminada. Ya hay muchas empresas que están mostrando interés por estas herramientas porque permiten conocer experiencias diferentes y adecuar los procedimientos y los procesos a las situaciones conocidas gracias a la realidad virtual.

## ¿Se puede modificar así cualquier conducta?

Se proporcionan herramientas para cambiar conductas. Y es posible medir cuál ha sido el impacto real, de qué forma se han producido modificaciones en el comportamiento.

## ¿Cómo se mide?

A los científicos nos gusta medirlo todo. Siempre se realizan entrevistas previas mediante cuestionarios, hay medidas durante y después de las experiencias. Se pueden medir, por ejemplo, variables fisiológicas como las variaciones en el ritmo cardiaco, en la actividad cerebral o en la conductividad de la piel; se pueden contrastar las respuestas verbales o los cambios gestuales, entre otras variables. En algunos casos, se hace un seguimiento de los cambios durante semanas o meses después.

## ¿Los cambios de conducta son permanentes o duraderos?

Tenemos aún poca información sobre esto. Hay dos aspectos muy relevantes sobre los que no existe todavía suficiente información: la duración de los cambios provocados y las consecuencias de la utilización de la realidad virtual de forma continuada.

**Si el uso de la VR se populariza, ¿cuál de los dos mundos será real? ¿Se** ➤



REALIZACIÓN: JAVIER MOYA  
ESTILISMO: LORENA MARTÍNEZ  
MAQUILLAJE: DAVID BELLO  
VÍDEO: ENRIQUE TORRALBO  
AYTE. DE FOTOGRAFÍA: JAVIER SUÁREZ  
RODADO EN TRIBU STUDIO



## VR PARA LA REHABILITACIÓN SOCIAL

El equipo que dirige Mavi Sánchez-Vives en el Instituto de Investigaciones Biomédicas August Pi i Sunyer (IDIBAPS) y en el EVENT Lab (Experimental Virtual Environments in Neuroscience and Technology) en la Universidad de Barcelona, ha desarrollado aplicaciones de realidad virtual con fines terapéuticos y rehabilitación física y psicológica. Estas aplicaciones están basadas en el *embodiment* o representación del propio cuerpo en realidad virtual y se han aplicado en la rehabilitación de maltratadores de violencia de género, para la modificación de conductas agresivas y perjudiciales para la sociedad.

“Los individuos violentos tienen un marcado déficit de reconocimiento emocional”, explica, “y la experiencia virtual puede contribuir a solucionarlo. Esto es importante para desarrollar empatía”. Las investigaciones se aplican también a comportamientos racistas, para solventar trastornos de salud mental<sup>7</sup> o sencillamente para recrear situaciones históricas<sup>8</sup> que ayudan a comprender la evolución humana. Mavi Sánchez-Vives es una de los fundadores de la empresa Virtual Bodyworks<sup>9</sup>.

“EL CEREBRO  
FUNCIONA  
MEDIANTE  
ACTIVIDAD  
ELÉCTRICA  
Y, POR  
TANTO, PUEDE  
ESTABLECERSE  
UNA  
INTERACCIÓN  
CON LA  
MÁQUINA”

### ¿puede diluir nuestra personalidad?

Digamos que la realidad virtual es algo que amplifica tu experiencia en el mundo real. No creo que se diluya la personalidad. Es cierto que puede modificarla, pero también ocurre cuando tomas un tren o un avión y viajas. Es una experiencia más que cada uno utilizará de acuerdo con sus intereses. No todo el mundo la utilizará para ponerse en lugar de otro, pero sí para aprender o para realizar algunos trabajos y, en general, para el entretenimiento. Hemos visto cómo se han ido extendiendo los usos de internet, lo mismo ocurrirá con la realidad virtual. Es impredecible saber cómo va a impactar al conjunto de la sociedad. La realidad virtual va a competir con la vida real, dependerá de cómo sea la vida de cada persona en uno u otro entorno

para que los individuos elijan dónde prefieren pasar más tiempo.

### La VR puede hacer desaparecer la incertidumbre en nuestras vidas porque podemos crear una vida programada a la medida.

No lo sé, quizá en teoría sí. Pero la incertidumbre es inherente a la experiencia humana.

### ¿Tendremos acceso todos a estas tecnologías, será universal?

Sí, absolutamente. Los dispositivos de realidad virtual, al final, serán dispositivos inteligentes como los teléfonos y cada vez serán más asequibles.

### ¿Cómo interactuaremos con los dispositivos, en qué interfaces están trabajando?

Ahora utilizamos equipos comerciales de realidad virtual, que irá adaptándose y evolucionando tal y como han hecho en la última década. Ade-

más, existen sensores diversos, como sensores de movimiento, estimuladores (táctiles, olfativos, etcétera). En cuanto a la interacción con ellos mediante la interfaz cerebro-ordenador, en la actualidad se trabaja con prototipos que pueden ser más o menos invasivos. Se tiende a los sistemas sin cables, se pueden usar implantes subcutáneos o intracraneales. Esto se hace con pacientes inmovilizados para evitar que estén rodeados de cables y sensores y puedan interactuar con las máquinas o los dispositivos exógenos de forma más cómoda. También hay mucha investigación dirigida a la fabricación de materiales y electrónica que permitan la permanencia en el cerebro por largos periodos de tiempo sin causar problemas y manteniendo su funcionamiento para registrar la actividad cerebral o estimular.

<sup>7</sup> <https://virtualbodyworks.com/projects/fear-of-heights>

<sup>8</sup> <https://virtualbodyworks.com/projects/being-lenin>

<sup>9</sup> <https://virtualbodyworks.com/la-realitat-virtual-posa-el-maltractador-en-la-pell-de-la-victima>