

# HUMAN BRAIN PROJECT

## >UN MODELO VIRTUAL DEL CEREBRO HUMANO

Científicos más de 80 instituciones europeas se han embarcado en el Human Brain Project, una ambiciosa iniciativa que tiene por objetivo construir un modelo virtual de cerebro humano utilizando algoritmos y superordenadores como el Mare Nostrum del Barcelona Supercomputing Center, que dirige el aragonés Mateo Valero. Traerá grandes avances en neurociencia y en el tratamiento de enfermedades cerebrales. Además, el gigante IBM y otras firmas utilizarán el conocimiento que surja del proyecto para acelerar el desarrollo de sistemas inspirados en la herramienta de computación más sofisticada y potente que existe: el cerebro. **TEXTO ANA HERNANDO | AGENCIA SINC**



### LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

El mes pasado arrancó oficialmente el Human Brain Project (HBP), un megaproyecto financiado por la Comisión Europea con 1.200 millones de euros y en el que participarán durante diez años más de 130 instituciones de investigación en el mundo, 80 de ellas, europeas.

La finalidad del proyecto es «tratar de desvelar qué hace que el cerebro humano sea único, los mecanismos básicos que hay detrás del conocimiento y el comportamiento, y también qué pasa cuando falla», señala el neurocientífico Henry Markram, coordinador del proyecto desde la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL), institución suiza que lidera la iniciativa.

Pero, según Markram, el desarrollo del HBP traerá no solo un conocimiento más profundo del cerebro y de cómo tratar mejor las enfermedades cerebrales. También servirá como un acelerador tecnológico, ya que permitirá mejorar los actuales superordenadores y desarrollar sistemas totalmente nuevos inspirados en el funcionamiento y las capacidades del cerebro.

Markram participó recientemente en una conferencia organizada por IBM Research en su filial de Zúrich (Suiza). La multinacional estadounidense está muy implicada en el proyecto, ya que desde 2005 ha estado colaborando con la Politécnica de Lausana en el Blue Brain Project, precursor del

### ESTUDIO MATEMÁTICO DE LAS ENFERMEDADES CEREBRALES

Henry Markram, coordinador del Human Brain Project (HBP), es muy crítico con la actual fragmentación que existe en las investigaciones de las enfermedades cerebrales como el Alzheimer, el Parkinson o el autismo, «que ocasiona que no se avance en su tratamiento», dice.

Por ello, añade, «el Human Brain Project se va a llevar a cabo un acercamiento totalmente diferente a estas enfermedades. Vamos a estudiar todas en su conjunto, pero no de forma experimental, sino utilizando algoritmos y reglas básicas. Queremos saber cómo se comparan unas con las otras y cuáles son las similitudes y las diferencias. Algo que no se ha hecho hasta ahora y que será de gran trascendencia», afirma.

Hay voces críticas que no ven mucho sentido en un desembolso tan grande en un proyecto a tan largo plazo como el HBP. Pero, según este neurocientífico, «cuanto más entendamos sobre cómo funciona el cerebro, mejor sabremos cómo arreglarlo».

Human Brain Project que trató de crear un modelo funcional del cerebro mediante simulaciones realizadas en los supercomputadores Blue Gene de IBM.

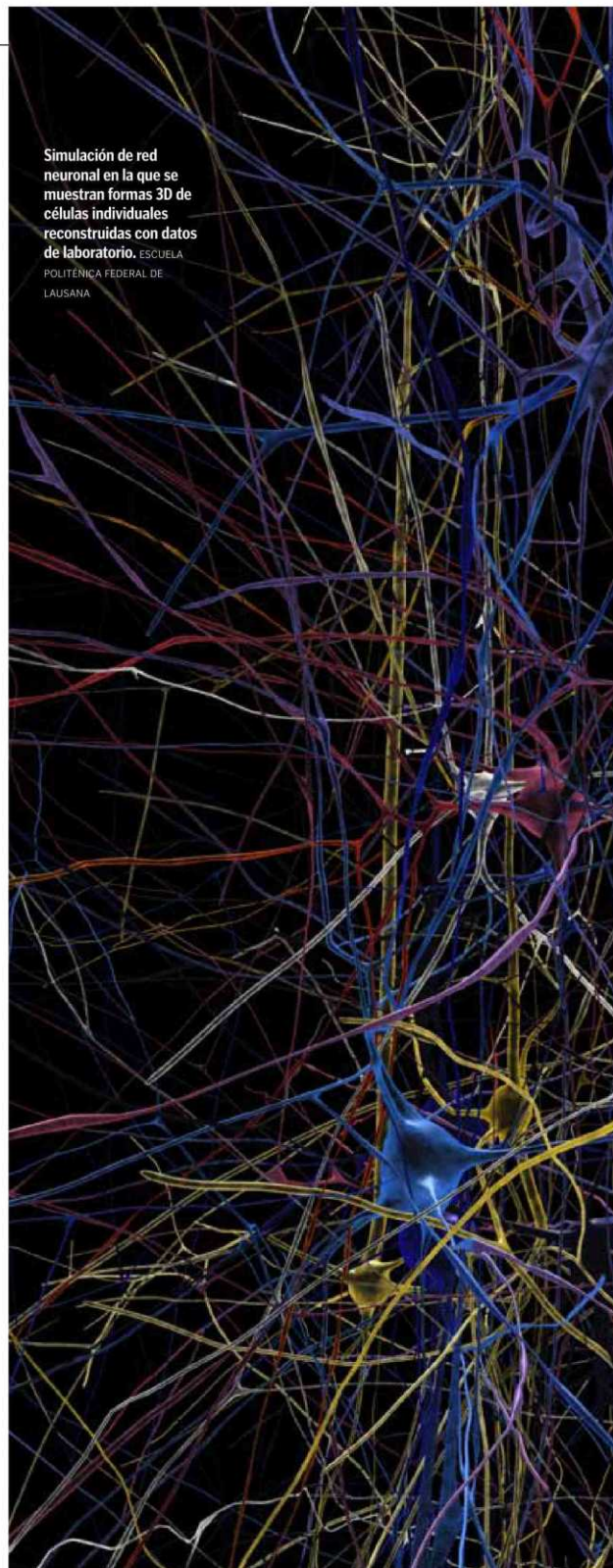
**SIMULACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN** El gran reto del HBP será simular el funcionamiento del cerebro en sus diferentes capas, desde el genoma y niveles celulares a neuronas, circuitos, regiones del cerebro y finalmente el cerebro entero, empezando con cerebros de ratones y luego con humanos.

Pero este proyecto, en vez de tratar de mapear las estructuras neurales pieza a pieza, intentará desentrañar algunos de los principios subyacentes que gobiernan la morfología y la arquitectura del cerebro. Y utilizará superordenadores para ejecutar miles de simulaciones estadísticas con el fin de predecir la forma en que las neuronas tienden a combinarse. Luego se comprobarán los modelos resultantes con los datos biológicos reales mediante experimentación.

Después, en teoría, se podrán predecir esas estructuras y utilizarlas para realizar ingeniería inversa del cerebro humano.

Según Markram, hará falta mucho trabajo para preparar y construir todo el software necesario, organizar los datos biológicos y desarrollar los algoritmos. Y para ello será necesaria una computación totalmente diferente a la actual.

El 'big data' que tendrá que manejar el proyecto vendrá también de los 100.000 artículos científicos que se publican anualmente



Simulación de red neuronal en la que se muestran formas 3D de células individuales reconstruidas con datos de laboratorio. ESCUELA POLITÉCNICA FEDERAL DE LAUSANA





## MODELOS DE PROGRAMACIÓN EN EL BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER

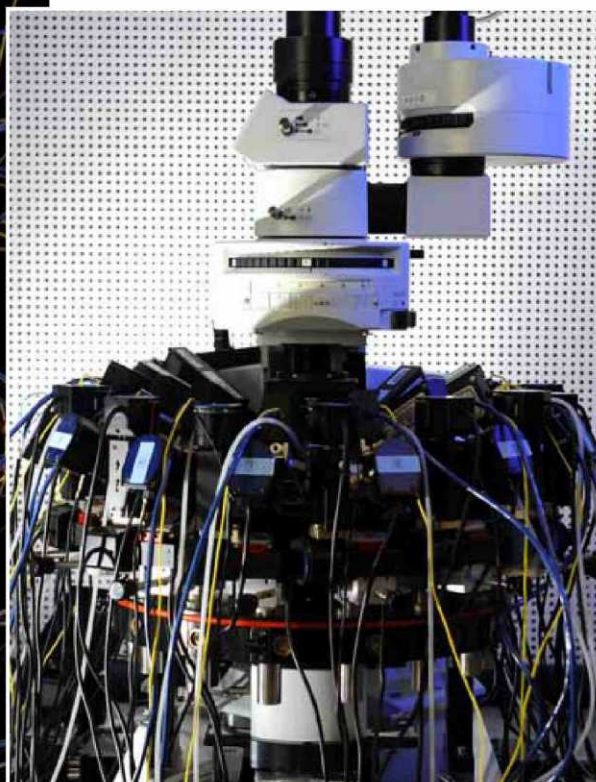
**SUPERORDENADORES COORDINADOS** La iniciativa Human Brain Project cuenta con la colaboración de los principales centros de supercomputación europeos. Uno de ellos es el Barcelona Supercomputing Center (BSC), dirigido por el aragonés Mateo Valero, que aportará sus modelos de programación OmpSs y COMPSS.

Estos modelos servirán para que las simulaciones del cerebro que se lleven a cabo en el proyecto puedan ejecu-

tarse y coordinarse en los superordenadores europeos que participan en el proyecto, informa el centro.

El BSC explica que OmpSs trata de mejorar la eficiencia de las simulaciones, mientras que COMPSS se utilizará para coordinar los diferentes niveles de simulación utilizando la llamada supercomputación interactiva, que permitirá la interacción de múltiples simulaciones para la resolución de problemas complejos, poniendo especial énfasis en la

compartición de los datos. Además de esta aportación, el BSC ha puesto a disposición del proyecto el superordenador Mare Nostrum para ejecutar las simulaciones a escala neuronal. Sin embargo, la parte principal de la simulación del Human Brain Project se llevará a cabo en el Juelich Supercomputing Center, en el norte de Alemania, donde está previsto instalar una máquina exaescala que podrá operar a un trillón de operaciones por segundo (un exaflop).



El comportamiento eléctrico de hasta doce neuronas a la vez se ha grabado en este experimento que usa tecnología electrofisiológica 'Patch clamp'. EPFL | T. PAREL

### LA CARRERA DEL CEREBRO

Con ambición comparable al proyecto Genoma, dos proyectos miran al mismo punto en lo que se ha llamado ya la 'carrera del cerebro'. El Human Brain Project va a convivir con otro gran proyecto del estudio del cerebro llamado Brain Initiative, impulsado por Estados Unidos y liderado por el científico español Rafael Yuste, que pretende mapear todas y cada una de las neuronas del cerebro. El presidente Obama está intentado convencer al Congreso estadounidense para que otorgue a esta iniciativa una partida presupuestaria de 3.000 millones de dólares (2.220 millones de euros). El Human Brain Project y la Brain Initiative tienen aproximaciones muy diferentes.

«Nosotros vamos a ser muy pragmáticos. Sabemos que es imposible mapear experimentalmente el cerebro. Hay científicos diciendo que se puede hacer como se hizo con el genoma humano, pero eso no es más que una ilusión», subraya Markram, coordinador del Human Brain Project. El neurocientífico dice que, utilizando métodos convencionales, «se necesitarían unos 20.000 experimentos para mapear un solo circuito neuronal y en el cerebro hay unos 90.000 millones de neuronas. Además, para comprender plenamente el funcionamiento de todas las sinapsis y de cómo interactúan con las neuronas en otras partes del neocórtex, los científicos tendrían que rastrear los 100 billones de conexiones que se producen, algo que es imposible de hacer experimentalmente», insiste. Llevaría siglos hacer esto con la tecnología actual e incluso con los futuros desarrollos. Entonces «añade», «si no podemos hacer un mapa experimental del cerebro, haremos un modelo predictivo. Vamos a predecir su biología, el número de neuronas, el tipo de neuronas, las diferentes conexiones, dónde están localizadas las proteínas... Tenemos que desarrollar una ciencia completamente nueva que se llamará neurociencia predictiva».

### IBM DISEÑA LOS PRIMEROS DISPOSITIVOS NEUROMÓRFICOS

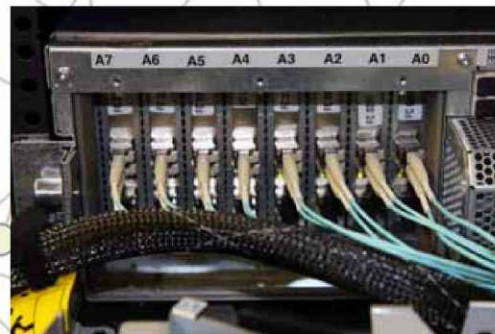
La multinacional IBM lleva años trabajando en computación neuromórfica. En 2009 anunció el desarrollo de un algoritmo llamado Blue Matter, que creó en colaboración con la Universidad de Stanford. Este programa utilizó la arquitectura Blue Gene de IBM para medir y mapear de forma no invasiva las conexiones entre todas las ubicaciones corticales y subcorticales dentro del cerebro humano utilizando imágenes de resonancia magnética. Según la firma, este tipo de avances pueden servir de base para explorar la dinámica computacional del cerebro.

El siguiente paso de IBM en este campo fue el desarrollo del primer prototipo de chip neuromórfico, diseñado para emular capacidades del cerebro como la

percepción, la acción y la cognición. Este chip recrea el fenómeno de los impulsos neuronales y las sinapsis en sistemas biológicos como el cerebro. El microprocesador, aún en fase experimental, irá integrado en los futuros ordenadores cognitivos, que no estarán programados como los sistemas actuales.

La compañía indica que estos sistemas aprenderán de su experiencia, encontrarán correlaciones, crearán hipótesis, recordarán y aprenderán de los resultados, imitando la estructura plástica y sináptica del cerebro.

Se trata de un gran proyecto con el que se romperá con la arquitectura Von Neumann, que es la que ha regido la informática durante los últimos 40 años, añaden estas fuentes.



IBM y las politécnicas de Lausana y Zúrich desarrollan un nuevo tipo de memoria híbrida para superordenadores que combina flash y DRAM. Una vez instalada en el Swiss National Supercomputing Center, integrará 128 terabytes de memoria flash con 64 terabytes de memoria DRAM. IBM RESEARCH

sobre el cerebro y de datos procedentes de hospitales con información de pacientes, cuya identidad permanecerá anónima, gracias a las modernas técnicas de encriptación. «Hay una información muy dispersa y fragmentada que este proyecto permitirá unificar e integrar», dice Markram.

**ACELERADOR TECNOLÓGICO** «Las primeras fases del Human Brain Project aún se podrán realizar con los sistemas de supercomputación actuales, pero su complejidad irá aumentando y ya estamos trabajando en nuevos paradigmas», señala Alessandro Curioni, director de Ciencia Computacional en IBM Research-Zúrich.

La firma ha estado colaborando con la Politécnic de Lausana, que lidera el Human Brain Project, en el desarrollo de superordenadores intensivos en memoria e interactivos con objeto de hacer frente a toda la avalancha de datos que habrá que procesar y almacenar.

Además de IBM, otras compañías como Cray, Intel y Bull también están trabajando para conse-

guir superordenadores que sean mil veces más veloces que los actuales. Estas firmas se han comprometido a construir las primeras máquinas exaescala (que operarán a trillones de operaciones por segundo) hacia el año 2020.

Pero la verdadera revolución tecnológica vendrá, según Curioni, de la computación neuromórfica en la que IBM ya lleva trabajando varios años.

Para construir estos sistemas, los científicos computacionales intentan aprender del cerebro, la herramienta informática más sofisticada y potente que existe; de su forma de procesar, transmitir y almacenar información con un consumo de energía mínimo (como una bombilla de 20 vatios).

«El cerebro tiene muchos secretos, no necesita programarse, aprende. Es robusto, se puede dañar una parte importante y sigue funcionando. La tecnología tiene todavía mucho que aprender de él», dice Markram.

### MÁS INFORMACIÓN

<https://www.humanbrainproject.eu/es>