

Javier de Felipe es profesor de investigación en el Instituto Cajal (CSIC), especialista en el estudio anatómico del cerebro humano, sobre el que ha publicado el ensayo *De Laetoli a la Luna* (Crítica, 2022), y también colabora con proyectos internacionales como Human Brain Project, Blue Brain o el Neurolab de la NASA. Rocío Benavente, periodista y coordinadora de la web *Maldita ciencia*, lo entrevista para *Minerva*, a propósito de su participación en la Bienal Ciudad y Ciencia 2023.

“NOS QUEDA MUCHO POR SABER DEL CEREBRO”

ENTREVISTA CON JAVIER DE FELIPE

ROCÍO BENAVENTE

FOTOGRAFÍA MIGUEL BALBUENA



Javier de Felipe, biólogo de formación, lleva cuarenta años estudiando la anatomía del cerebro, pero asegura que hace solo unos pocos que ha empezado a entenderlo. En sus explicaciones trasciende la idea de que en este órgano el todo es algo más que la suma de sus partes. Mirando neuronas y sinapsis podemos entender solo algunas de sus funciones. ¿Cómo funcionan la empatía, la imaginación, la subjetividad o la abstracción? ¿Qué nos hace emocionarnos con la poesía o con nuestro propio lugar en el universo? Para responder a muchas de esas preguntas, él tira de filosofía en su libro *De Laetoli a la Luna* y también en esta entrevista, porque a la ciencia, a día de hoy, aún hay respuestas que se le escapan. Por eso lamenta no tener veinte años y estar empezando de nuevo su carrera, «pero conociendo lo que conozco ahora». Defiende el poder de la educación para potenciar las capacidades de cada niña y niño del planeta, y lamenta la cantidad de «grandes cerebros que nos estamos perdiendo», precisamente porque esa educación no está al alcance de todos ellos. A pesar de las grandes amenazas que acechan hoy a la humanidad (la guerra, la violencia, la crisis climática) es optimista sobre el futuro y los avances que están por llegar, incluida una eventual conciencia artificial y la mudanza al espacio.

Después de décadas estudiando el cerebro, dice que ha empezado a entenderlo recientemente. Explíqueme esto, ¿cuándo se da cuenta de que hasta hace poco no lo entendía?

Hace diez años que empecé con el Human Brain Project. A la mitad del proyecto, en el quinto año, fuimos a Heidelberg a hablar con un astrofísico que estaba haciendo una simulación del universo en un ordenador. Nos hizo una demostración y, en cinco minutos, vimos toda la evolución del universo. Era el resultado de miles y miles de fórmulas procesadas en unos pocos milisegundos por un ordenador superpotente. Cuando comenzó su conferencia y presentó cómo las galaxias están unidas por filamentos gravitacionales, pensé que parecían los circuitos interiores del cerebro, y me quedé muy ilusionado. Empecé a pensar en los paralelismos entre el universo y el cerebro, en el *Big bang*, en el origen de todo... Y me pregunté: ¿cómo es posible que no hayamos pensado en esto antes? De esto no hace tanto, cuatro o cinco años nada más.

Empieza con el *Big bang*... ¿y luego qué?

Pensaba en la lotería orgánica: cómo de la materia pasa a haber vida y luego vida inteligente, que es lo que es el cerebro al final, y cómo todo da pie a que surja este órgano; cómo pasamos de ser polvo de estrellas a pensar. Y para terminar, cómo nos damos cuenta de todo esto. Hay una frase muy bonita de Arthur Rimbaud que se refiere a este momento como el trozo de madera que un día se da cuenta de que es un violín. Esto es igual. Nosotros somos materia que, de repente, un día se encuentra pensando en el origen del universo, que es de donde venimos. Nos convertimos en materia inteligente que empieza a pensar en sí misma, en el cerebro y todo lo que sabemos de él. Pero, a la vez, me doy cuenta de lo poco que sabemos y lo mucho que nos queda por saber.

¿Qué sentimientos le produce pensar en lo mucho que queda por saber del cerebro?

Es la sensación de que siempre estás comenzando y que tienes que seguir pero que lo dejarás en algún momento, no vas a poder terminar. Hay cosas que me fastidia no haber pensado o sabido hasta ahora. Ojalá tuviera ahora veinte años, pero conociendo lo que ya conozco.

¿Qué es para usted lo más interesante de todo eso que nos queda por descubrir?

Es muy interesante pensar y estudiar cómo de las células que tiene el cerebro surgen sus capacidades: la memoria, la imaginación... En casa tengo una lámina de metacrilato del cerebro, y la miro y la miro... Tú ves, por ejemplo, una zona de pequeñas neuronas, un bosque neuronal, y piensas en cómo su actividad genera esas capacidades que nos diferencian, por ejemplo, de otros mamíferos. Me interesa especialmente la autoconciencia, esa capacidad que tenemos los humanos de pensar en nosotros mismos. Somos la única especie que la tiene.

Que sepamos, ¿no?

Claro, que sepamos. Esa es otra idea muy interesante. Para responder a esa pregunta tendrías que ser un perro, o un elefante. Todos los animales, los mamíferos pero también otros, hasta los invertebrados, tienen sus mundos mentales con sus propios circuitos de actividad cerebral. Un elefante, un perro o un caballo también perciben y procesan la información de su entorno y la interpretan, por tanto tienen su propio mundo mental. Hay tantos mundos mentales como cerebros, y es imposible entender desde fuera cómo son.

Llevada un poco más allá, esa idea también nos dice que, de hecho, es imposible ver el mundo como lo ve otra persona.

Lo importante es no pensar o creer que el mundo real es el que tú percibes. Ese es el mundo real para ti, pero para otra persona o para otro animal, el mundo es el que ella o él perciben, y no por eso es menos real. Todo es una interpretación cargada de subjetividad. Por eso, cuando se habla de fabricar un ordenador que sea como un cerebro humano hay que asumir que sería el equivalente a un cerebro humano genérico. La subjetividad de cada uno de nosotros, lo que somos, no se puede reproducir en un ordenador.

¿Existe ya ese cerebro humano genérico?

Ya utilizamos algoritmos matemáticos para imitar, al menos en parte, al cerebro humano. Eso es la inteligencia artificial, pero no es algo nuevo. Llevo años involucrado en el proyecto Blue Brain, que trata de crear un ordenador que replique el funcionamiento del cerebro humano, porque es muy, muy eficaz: consume apenas veinte vatios, mientras que un ordenador potente que intente hacer lo mismo puede llegar a consumir 600.000. Técnicamente, el cerebro es bastante impresionante. Así que se ha ido avanzando en esa idea de crear un ordenador cada vez más parecido al cerebro. Cuando Blue Brain logró vencer al ajedrez a Kaspárov se consideró un gran hito, un paso hacia esa inteligencia artificial al estilo humano.

¿Tendremos alguna vez conciencia, pensamiento y sentimiento humanos en una máquina?

Yo también me lo pregunto. ¿Podremos crear máquinas no solo pensantes, sino sintientes? La respuesta sería que si somos capaces de recrear un cerebro humano, y tendría que ser humano y no de ratón o de gato, por esa subjetividad inevitable de la que hablábamos antes que no nos deja saber cómo sienten el mundo otras especies, con todas sus partes, por qué no. Sería ese cerebro humano genérico que tendría que ir aprendiendo y, por lo tanto, cambiaría, como cualquier otro cerebro.

Ha mencionado el proyecto Blue Brain, que se define como un «proyecto de ingeniería inversa del comportamiento». Explíqueme qué significa esto.

Yo estudio la anatomía del cerebro, sus partes. Es algo precioso. Hay que desarrollar métodos para visualizar las neuronas, y para eso las teñimos de distintos colores y segmentamos las diferentes zonas, otorgándoles valores matemáticos que dan pie a grandes cantidades de datos y fórmulas. Al introducir toda esa información en un ordenador suficientemente potente, puedes generar simulaciones de cómo funciona el cerebro. Pero luego tienes que convertir esos datos y esos resultados en conocimiento. A partir de datos y fórmulas queremos entender cómo es la estructura del cerebro, y desde ahí estudiar cómo esa estructura nos hace ser como somos y comportarnos de la manera en la que nos comportamos. En 2015 publicamos el primer borrador, que fue de máximo interés, y seguimos trabajando para dar respuesta a la pregunta de cómo son los circuitos neuronales de la corteza cerebral, para luego hacer simulaciones y experimentos y ver cómo cada elemento ejerce su función.

¿Qué falta para dar con esa respuesta?

El sueño es hacer miles de horas de simulaciones en ordenadores muy potentes y observar cuántas sinapsis hay, cómo se forman... La complejidad es enorme. No hay que hacer manipulación experimental, sino procesar mucha información. Estamos lejos aún de tener el mapa completo. Hay partes del cerebro que desconocemos, y simulaciones de hace años que en realidad no son nada realistas. Tampoco sabemos nada acerca de, por ejemplo, cómo surgen las habilidades cognitivas, el habla, la memoria... Sí sabemos que cuando se alteran los circuitos, esas habilidades también se alteran, pero no sabemos cómo.

Póngame un ejemplo.

Desconocemos, por ejemplo, cómo surge una idea, esa intuición, esa chispa. No sabemos de dónde sale, cómo de pronto eres capaz de sacar una información que tenías almacenada y darle uso, otorgarle un contexto. Un descubrimiento reciente, que es precioso y que nunca habríamos pensado, es cómo funciona la empatía y las neuronas espejo. El ser humano es capaz de ver a otra persona y meterse en su mundo, en su cabeza, y sentir lo que la otra persona siente. Y eso está en el cerebro, está ahí, en unas neuronas específicas que tienen esa función.

Hablamos de quiénes somos y de qué sabe hacer nuestro cerebro, pero este cambia, es plástico, no será toda nuestra vida igual. ¿Cómo de profundo es ese cambio?

Es muy, muy profundo. Hay más de 7.000 millones de personas en el mundo y no hay dos cerebros iguales, ni aunque alguien tenga un hermano gemelo monocigótico genéticamente igual. Puede verse desde que nace un niño, cómo va evolucionando. Las neuronas son como árboles que en los niños pequeños tienen pocas ramas y, a medida que te vas desarrollando, van apareciendo las capacidades motoras y cognitivas, se van sumando conexiones y se van desarrollando. Todo eso depende del entorno, las familias, lo que aprenden... Esa es la plasticidad del cerebro. Se ve claramente cómo, si a un niño pequeño le maltratan, de mayor va a tener problemas psicológicos. Por eso a menudo la psicología lo que trata es de volver a cambiar esos circuitos. Gracias a esa plasticidad, el cerebro se puede reparar, adaptar... Nos hace capaces de adaptarnos a distintas situaciones.

La neurocientífica Gina Rippon, en su libro *El género y nuestros cerebros* (Galaxia Gutenberg, 2020), dice que es esa plasticidad lo que explica las diferencias entre cerebros de hombres y de mujeres: al llevar vidas diferentes y recibir

Me interesa especialmente la autoconciencia, esa capacidad humana de pensar en nosotros mismos. Somos la única especie que la tiene.

estímulos distintos, el cerebro de unos y de otros termina siendo diferente.

Es que lo son. Es lógico, también hormonalmente somos distintos. Es absurdo decir que las mujeres son menos inteligentes o menos capaces, pero sí son diferentes. Igual que son diferentes los cerebros de las personas que leen, que escriben... En función de lo que se haga, cada cerebro será distinto.

Otra cosa que he aprendido tiene que ver con la evolución de las especies. Durante años estudiaba el cerebro con animales de laboratorio: ratones y ratas. Por entonces, pensaba que, en comparación, el cerebro humano podía hacer más cosas porque era más grande, pero no porque tuviese partes diferentes a otras especies. Pero cuando volví de Estados Unidos y empecé a estudiar el cerebro humano en patologías como las epilepsias, comencé a ver cosas y estructuras que no había visto nunca en las ratas. Y empecé a dudar. Ahora es al revés, soy defensor acérrimo de que tenemos estructuras cerebrales que no tienen las otras especies.

¿Cuándo surgió este cerebro nuestro tan distinto?

No soy experto en antropología, pero parece que nuestro cerebro lleva 200.000 años siendo igual, de estructura y tamaño. Sin embargo, la capacidad de abstracción en el lenguaje aparece mucho más tarde. Es decir, no se trata de que el cerebro haya crecido después y tenga una mayor capacidad y unas habilidades distintas, sino que es un desarrollo cultural. La escritura se desarrolló hace unos 8.000 años, lo que quiere decir que hace 10.000 años el ser humano no disfrutaba de la literatura ni la poesía ni nada parecido. Y ahí el cerebro ya era el mismo.

Cruzamos constantemente la línea entre ciencia y filosofía, entre ciencias y humanidades. Una línea que quizá no debería existir.

Al estudiar el cerebro la cruzamos continuamente. Nos preguntamos quiénes somos, por qué somos como somos, qué nos hace ser así... Yo utilizo muchas metáforas y citas de filósofos. Por ejemplo, decía Pitágoras: «Educa a los niños y no tendréis que castigar a los hombres». Ramón y Cajal trató de explicar exactamente lo mismo al estudiar los circuitos del cerebro. Cuando se aprenden cosas nuevas, se forman nuevas conexiones neuronales; es la plasticidad de la que hablábamos antes. Entonces, si tú educas a un niño de una forma, de mayor tendrá esos circuitos cerebrales por donde fluirá la información. La educación es crítica, sobre todo hasta los diez o doce años, porque da forma a nuestro cerebro. Es espectacular ver lo rápido que se desarrollan y aparecen nuevas habilidades en los niños muy pequeños: la imaginación, la abstracción...

¿Esas habilidades vienen de serie o es algo que aprendemos?

Desde luego, no es algo que hayamos tenido siempre en el cerebro. Hace unos 40.000 años ocurrió lo que se llama la revolución mágica, en la que empiezan a aparecer objetos que demuestran que vamos adquiriendo capacidad de abstracción. Hay una figura muy importante de este momento, el hombre león, que muestra que ya teníamos la capacidad de mitificar, de pensar en algo mágico. Eso antes no existía; sin embargo, el cerebro es el mismo.

¿Qué pasaría entonces si uno de nosotros viajase al pasado, con nuestro cerebro, a esas épocas, antes de la escritura, antes del pensamiento mágico?

Si a un recién nacido lo llevas a vivir a una familia primitiva de hace 200.000 años, sería igual que cualquier otro de su entorno. Y al revés: si trajésemos a la actualidad a un recién nacido de hace 200.000 años, al crecer no sería diferente de cualquier otra persona.

Entonces, en cuanto a capacidades cerebrales, ¿todo depende de la educación?

No todo. Hay un componente genético, pero sí es verdad que muchos niños no llegan a desarrollar todas sus capacidades debido al entorno. Digamos que tú naces con los genes que te han tocado, y su potencial nos lo podemos imaginar como una sucesión de letras que cubren más o menos superficie de la página de un cuaderno. En unas personas cubre más, en otras personas menos. Pero cuánto de eso llegarás a leer depende de lo que llegues a desarrollar esas capacidades, lo que a su vez depende de tu entorno. De nuevo, en unas personas se desarrollarán más y en otras menos. Hay cierto determinismo genético, pero es el entorno el que más va a condicionar ese desarrollo. Por eso, es una pena la cantidad de niños en el mundo que no van al colegio y no tienen la oportunidad de desarrollar sus capacidades. Nos estamos perdiendo gran cantidad de cerebros brillantes.

Ha trabajado en el proyecto Neurolab de la NASA para estudiar el cerebro en el espacio. Es la frontera a conquistar. ¿Qué le pasará a nuestro cerebro si lo conseguimos?

Cuando empecé a colaborar con la NASA, aquello parecía un *sketch* de Gila, porque me llamaron por teléfono, me preguntaron si quería participar y dije enseguida que sí. ¡Era la NASA! Pero no tenía ni idea de qué iba a hacer yo ahí. Me dijeron que hiciera lo que quisiera sobre corteza cerebral, que yo era el especialista. Pensé que sería interesante observar cómo se desarrolla la parte de la corteza cerebral que controla las patas traseras en un ambiente sin gravedad, ya que son extremidades cuyo desarrollo y funcionamiento está muy condicionado por ella.

La misma gravedad que damos por sentada afecta a cómo se desarrolla nuestro cuerpo y nuestro cerebro antes de nacer.

Eso es. Hicimos el estudio. Luego, leyendo y escribiendo, me di cuenta de que el desarrollo de nuestro cerebro durante cientos de miles de años se ha dado en la Tierra en unas condiciones concretas que tienen que ver con la gravedad. Es algo en lo que no pensamos, lo damos por hecho. Cuando un astronauta sale al espacio ya no hay arriba ni abajo, esa sensación desaparece, pero es solo un momento, luego vuelve y la gravedad vuelve a afectarle. Pero si una persona se gestase y naciera en el espacio, las condiciones de ese desarrollo serían distintas, y el resultado también.

¿Qué mostraron concretamente esos experimentos?

Dejamos unas ratas en Nueva York y otras las enviamos al espacio. Pensábamos que cualquier cambio que viésemos en su desarrollo cerebral se revertiría al volver a la Tierra. A algunas de las que viajaron al espacio las sacrificamos para estudiarlas nada más aterrizar y a otras cuatro meses después, y nos encontramos con que esas alteraciones son permanentes. Esto nos lleva a pensar que si los seres humanos salen al espacio, se dispersan y terminamos viviendo allí durante mucho tiempo, acabará



formándose una nueva especie humana que será distinta porque se habrá adaptado a ese entorno sin gravedad. Yo lo llamo el hombre sabio del espacio, el *homo sapiens spatium*.

¿Cree que llegará a ocurrir?

¿Por qué no? Los seres humanos llevamos 200.000 años en la Tierra, y solo en los últimos doscientos hemos dado un cambio radical a nuestras vidas gracias a los avances tecnológicos. Cuando se inventó el automóvil, alguien dijo que eran una moda y que nunca sustituiría a los caballos. Ya hemos empezado a probar con los vuelos espaciales, estamos arrancando. Y no va a ser cosa de los próximos cien años. Imagina cómo será intentar comunicarse con esas personas cuando hayan vivido 10.000 años en entornos tan distintos a lo que conocemos y que nos condicionan. Quizá sea imposible, o quizá no. Quién sabe.

Habla del futuro con optimismo. Sin embargo, vivimos un momento en el que entre guerras y crisis climáticas da miedo pensar, no ya en cómo será todo dentro de 10.000 años, sino dentro de cincuenta.

Siempre he pensado que las guerras son lo más absurdo que hay, pero, fíjate, dos gorilas macho adultos no pueden estar a menos de cien metros porque se matan. Quizá haya algo imbuido en nuestros genes que genera esos enfrentamientos y que, si no sabemos manejar, termina desembocando en violencia. No lo sé.

BIENAL CIUDAD Y CIENCIA 2023

COLOQUIO UN VIAJE AL INTERIOR DEL CEREBRO

25.02.23

PARTICIPAN JAVIER DE FELIPE • LAURENT GROG

ORGANIZAN AYUNTAMIENTO DE BARCELONA • CBA • FECYT