

"La cuestión no es lo que va a suceder, pues ciertamente sucederá, sino cómo sucederá: cómo se manejarán estas cosas. La fusión de los seres humanos con las máquinas será un gran e importante problema para el resto de la evolución terrestre." (Rudolf Steiner, 1917)

“Tener un sensor en la cabeza será de rigor en 10 años, igual que ahora todo el mundo tiene un teléfono inteligente”

El neurocientífico Rafael Yuste y el ingeniero Darío Gil alertan en la Casa Blanca de la inminente llegada de dispositivos que conectarán el cerebro directamente con internet

[Manuel Ansede](#) EL PAIS: 05 ene 2022



El ingeniero Darío Gil, director mundial del área de investigación de IBM, y el neurocientífico Rafael Yuste, de la Universidad de Columbia, el 20 de diciembre en Madrid.

Dos expertos españoles estuvieron a comienzos de noviembre en la Casa Blanca, en Washington, convocados por el Consejo de Seguridad Nacional de Estados Unidos. El neurocientífico [Rafael Yuste](#), catedrático de la Universidad de Columbia, y el ingeniero [Darío Gil](#), director mundial del área de investigación de IBM, alertaron en la residencia del presidente estadounidense de la inminente llegada de un mundo en el que los ciudadanos se conectarán a internet directamente con el cerebro, mediante gorras o diademas capaces de leer el pensamiento. En ese hipotético porvenir, un algoritmo podrá autocompletar la imaginación, como ya hacen los programas informáticos de procesamiento de textos con las palabras. Los primeros dispositivos, todavía rudimentarios, podrían estar en 10 años a la venta en las tiendas de electrónica, según los cálculos de estos expertos.

Yuste, madrileño de 58 años, y Gil, madrileño nacido en Murcia hace 46, son dos de los protagonistas del último documental del cineasta alemán Werner Herzog, un recorrido por las asombrosas fronteras de la neurotecnología y la inteligencia artificial. La película, con el título provisional de *El teatro del pensamiento*, termina en Chile, el país que hace tres meses se convirtió en el primero [en proteger la información cerebral](#) de sus ciudadanos en su Constitución.

Pregunta. ¿Cuáles son las implicaciones de estas tecnologías?

Rafael Yuste. La implicación más importante es que va a cambiar la naturaleza del ser humano. Nos vamos a convertir en híbridos. Esto es una cosa que va a ocurrir sí o sí. No tengo ni la más mínima duda.

P. ¿Qué es ser híbrido?

R. Y. Ahora dependes de tu teléfono móvil para hacer cada vez más cosas: encontrar una calle, llamar, usar el calendario, la agenda telefónica, la calculadora... En realidad, lo único que hace el teléfono es conectarte a la red. Esta conexión, en vez de estar en el teléfono en el bolsillo, la vamos a tener directamente en la cabeza, por [una interfaz cerebro-computadora](#). Estas interfaces serán posiblemente no invasivas y serán distribuidas de manera masiva a toda la población. Y esto trasladará una parte cada vez mayor de nuestro procesamiento mental al exterior. La memoria, por ejemplo. Una memoria externa nos mandará la información de vuelta. Y eso va a ser beneficioso en el sentido de que va a dar un acelerón a las capacidades cognitivas y mentales de los humanos. Ahora hay una brecha entre la gente que tiene acceso al mundo digital y la gente que no. Si no tienes teléfono móvil, empieza a ser complicado hacer cosas tan simples como ir al médico o hacer una transferencia de dinero. Pues esto va a ser una brecha mucho mayor. Habrá gente que estará aumentada y gente que no lo estará. Y eso cambiará la especie humana.

P. ¿De qué año estamos hablando?

R. Y. Depende. Será una cosa gradual. Primero llegarán dispositivos y aplicaciones que nos permitirán registrar y descifrar la actividad mental. Estamos hablando de 10 años.

P. ¿Con diademas o cómo?

R. Y. Con diademas, con gorras o con cascos. Las primeras aplicaciones importantes pueden ser, por ejemplo, para escribir mentalmente o para traducción simultánea. Imagina que llegas a un país con tu diadema: piensas en tu idioma y tienes un altavoz que habla el otro idioma. Y, por supuesto, como la humanidad es lo que es, lo primero serán juegos y porno. Y luego, 10 años más tarde, yo creo que vendrán las tecnologías para introducir información en el cerebro, que siempre es más difícil. Y ahí ya será de verdad la aumentación mental. Si tú quieres acabar la frase en la que estás pensando, un algoritmo te la acabará, igual que ahora cuando estás escribiendo te la autocompleta. Imagina que te la autocompleta no solo con lo que quieres escribir, también con qué tienes que comprar en el supermercado, qué pareja quieres buscar, qué decir a la gente con la que estás hablando. Si ahora hablase con una persona y tuviera acceso a todo lo que ha hecho durante su vida, podría contarle otra cosa que le interese. Y, por supuesto, podría conducir o manejar mentalmente cualquier tipo de maquinaria. Yo digo que va a ser un nuevo renacimiento, porque la especie humana de repente salta hacia arriba, se conecta a [computadoras cuánticas](#) [ordenadores con una capacidad de cálculo muchísimo mayor]. Imagina una computadora cuántica ayudándote a decidir dónde tienes que invertir o qué carrera tienes que escoger. Estamos hablando de una especie humana muy distinta.

P. ¿Todavía con gorra o diadema o ya sería un dispositivo implantado en el cerebro?

R. Y. Depende. Un equipo de la Universidad de Stanford [ha conseguido este año](#) que pacientes paráliticos, que no pueden hablar, escriban como si estuvieran escribiendo a mano, pero a base de pensar, con tecnología implantada. Ese problema, técnicamente, ya está solucionado. De aquí a 10 años, si hablamos de tecnología implantada, se podrá meter información de ida y vuelta. La tecnología implantada es muchísimo más potente, pero no la puedes vender en un supermercado, porque necesitas que un neurocirujano te la ponga. Siempre estará en el ámbito médico. El problema ético y social más gordo es la tecnología que no está implantada, la que no es invasiva, porque se puede comprar como si fuese electrónica de consumo, no está regulada, y puede llegar a toda la población.

P. En la Casa Blanca están interesados en los riesgos de este futuro.

Darío Gil. Hay un deseo de avanzar en la neurotecnología en sí misma, para usos muy positivos: en personas con discapacidad, paráliticos, gente que tiene una necesidad desde el punto de vista médico. Y luego puede haber también aplicaciones que no son tan controvertidas, pero hay que pensar en cómo las vamos a gestionar y regular, sobre todo la parte que es un producto electrónico de consumo. Uno se puede imaginar consecuencias muy negativas: en la libertad de expresión o en la libertad de conciencia, por ejemplo. Podemos imaginar interrogatorios en países sin ninguna protección de derechos, con la posibilidad

de extraer conocimiento directamente de ti. Puede ocurrir en los años venideros. Nosotros creemos que tiene que haber un diálogo, no solo social, también a nivel de gobiernos, que defina el uso de este tipo de tecnologías, para guiarlas por un camino positivo.

P. ¿Ustedes creen que se van a leer los pensamientos sí o sí?

D. G. Sí, es cuestión de tiempo. Desde el punto de vista invasivo, sabemos que es posible.

P. ¿Y con una gorra también?

R. Y. Antes o después. La neurociencia avanza imparablemente y el pensamiento está generado por el cerebro. Cuanto más descodifiquemos el cerebro, más descifraremos la actividad mental. La cuestión no es blanco y negro, es un continuo. Ahora mismo con una gorra puedo averiguar si estás despierto, si estás dormido, si estás atento. Con un casco, mejor. Podría saber qué partes de tu cerebro se están activando: la visual, la de las emociones, la sensorial. Eso, hoy. En 10 años, posiblemente podrás escribir a máquina [con la mente].

P. ¿Cómo sería esa hipotética unión cerebro-ordenador cuántico? ¿Qué podría hacer un humano?

D. G. Vamos a conectar el cerebro a sistemas de computación externos. No es solo qué va a pasar con la inteligencia artificial o qué va a pasar con la computación cuántica o con el mundo de cálculos precisos, sino qué va a pasar con la combinación de todo ello. Si tienes una hiperaceleración de la capacidad de computación y la conectas de manera muy simbiótica con el ser humano, es [una explosión cámbrica](#). La computación te va a ayudar a expandir tu conocimiento, tu memoria, tu capacidad de cálculo, de hablar diferentes idiomas, de entender procesos físicos. Imagínate que quieres diseñar una nueva batería para el coche eléctrico: va a expandir tu capacidad de imaginar nuevas moléculas, por poner un ejemplo.

R. Y. Los humanos siempre tenemos miedo a lo que no conocemos. Cuando entras en una habitación oscura, siempre estás un poco preocupado por si hay un monstruo. En este caso, yo tranquilizaría a la gente. Lo que viene es una revolución positiva. La ciencia y la tecnología son las mejores herramientas que tiene la humanidad para solucionar cualquier problema. Yo pienso sinceramente que esta será otra herramienta que han hecho los humanos, igual que el fuego, la rueda, el carro, la imprenta y la energía nuclear: herramientas que nos han dado un empujón hacia el futuro y hemos acabado en una situación mucho mejor que antes. Yo creo que esto será igual. Miraremos hacia atrás y pensaremos que antes éramos un poco primitivos.

P. Un experimento en EE UU en 2016 logró averiguar que una persona [estaba pensando en una cuchara](#). ¿Eso ya se puede hacer hoy?

R. Y. La respuesta es sí. No es fácil, te tienen que meter en un buen escáner de hospital. Pero, desde hace ocho años, si piensas en una imagen, se quedan cada vez más cerca de averiguar esa imagen. Te van enseñando fotos y con cada una te hacen un escáner del cerebro, para ver qué partes se activan. Y luego te piden que pienses en una de las fotos que te han enseñado. Piensas en la foto de la cuchara y, como ya saben cómo responde el cerebro, saben que estás pensando en una cuchara. Si te piden que pienses en un cuchillo, aunque no te hayan enseñado un cuchillo, se activa una zona que puede ser la de la cuchara y otra zona de un arma. Entonces pueden averiguar que estás pensando en una cuchara que no es una cuchara. Se van acercando cada vez más. Y eso es hoy.

D. G. Si tienes miles de millones de frases y buscas las correlaciones entre las palabras, puedes empezar a hacer sistemas de predicción del lenguaje con muchísima fidelidad gracias a la inteligencia artificial. Las señales que existen en nuestro cerebro tienen una complejidad extraordinaria, pero podemos utilizar [redes neuronales](#) [modelos artificiales que intentan emular el procesamiento de la información del cerebro humano] para extraer las correlaciones, aunque no lo entendamos de manera causal. Conforme mejore la computación, la capacidad de cálculo, la fabricación, los semiconductores, los sensores y demás, seremos capaces de descifrar cosas cada vez más sofisticadas en el cerebro. Y luego está la estadística. Si hay muchas

personas conectadas a este tipo de sensores —algunos más invasivos y otros menos—, al final puedes predecir cosas, aunque sea un sensor más rudimentario.

P. ¿Podría existir un dispositivo que pasa como un detector de metales por detrás de tu cabeza y lee lo que estás pensando? ¿O es inconcebible?

R. Y. Físicamente, las señales son tan débiles que tienes que tener el sensor justo pegado al cráneo, por ahora. No digo que no pueda ser así en el futuro. En los próximos cinco o 10 años tendrá que ser una gorra o una diadema. Tener un sensor en la cabeza será de rigor en 10 años, igual que ahora todo el mundo tiene un teléfono inteligente porque, si no lo tienes, te quedas atrás. Será una cosa muy común. Tener el sensor en la cabeza te permitirá hacer grandes cosas, pero en principio perderás también el control de los datos mentales.

P. Facebook y Google [están en ese negocio](#) de conectar el cerebro a ordenadores.

R. Y. Están todas las grandes compañías tecnológicas y muchas otras nuevas. Están surgiendo como setas, porque piensan que va a ser el nuevo salto tecnológico. Están metiéndose también [los empresarios estadounidenses] [Elon Musk](#), Bryan Johnson... Quieren ser los primeros. En el rodaje del documental de Herzog, cuando estuvimos en Seattle, cenamos con el vicepresidente y jefe de inteligencia artificial de Google. Nos enseñó una demostración de su nuevo asistente personal, que según él pasa el test de Turing: no puedes saber que no es una persona. Estuvimos conversando con este programa y fue asombroso. Fue como una conversación con una persona inteligente y, además, cultísima, porque tiene acceso a toda la información del mundo. Yo me quedé de piedra, porque me dio la impresión de que vamos a tener un asistente de estos en la mesa, a la hora de cenar con la familia. Y, por un lado, será buenísimo, porque será como una ventana al mundo.

D. G. Ahora se está haciendo mucho. Generas sistemas de lenguaje natural. En los últimos años, trabajábamos con las redes neuronales para temas de clasificación, como el reconocimiento de imágenes. Pero ahora se están creando modelos generativos: crean un texto, crean diálogos, pueden crear imágenes. La reflexión es: ¿qué es un lenguaje? Un lenguaje es, por supuesto, el idioma, pero también puede ser los sistemas de la química o los entornos de programación. Nosotros hemos utilizado estos modelos para crear moléculas químicas. En el futuro, la inteligencia artificial te va a ayudar a escribir el *software*, igual que estamos viendo sistemas de autocompletar una frase.

R. Y. Es la tormenta perfecta. Por un lado, viene la inteligencia artificial con estos algoritmos que pasan la prueba de Turing y los vas a tener diciéndote lo que tienes que hacer. Y esto lo conectas con el cerebro. La conexión que tenemos ahora con el algoritmo de inteligencia artificial, en el teléfono móvil es todavía torpe: con mis deditos, mirando. Imagínate conectar esto con el cerebro humano. Es un estallido con repercusiones fortísimas y muy profundas: científicas, médicas, sociales, económicas y también de seguridad nacional. Por eso nos llamaron desde la Casa Blanca. Es inevitable que ocurra, sinceramente. Es el progreso y será para bien, en general, pero tendrá unas consecuencias profundísimas.

P. Cuando hablan de implicaciones para la seguridad nacional, ¿qué están imaginando?

R. Y. Nosotros nunca pensamos en esto, pero los del Consejo de Seguridad Nacional de Estados Unidos nos llamaron por primera vez hace un año, porque se habían enterado de que China estaba intentando fusionar la inteligencia artificial con la neurotecnología y querían una reunión para informarles sobre todo lo que sabemos sobre neurotecnología en China. Yo no soy un experto en seguridad nacional, pero he oído que les preocupa que los analistas tengan interfaz cerebro-computadora para conectarse directamente a bancos de datos. Si tienes acceso a todo lo que se está diciendo hoy en Afganistán o en Siria, ¿cómo puedes identificar lo que te interesa? Es un problema gordísimo. Y es muy posible que sea solventado con mayor rapidez si conectas a la persona directamente a la red. Otras implicaciones, por supuesto, son las armas robóticas, los conductores de dron conectados entre sí...

P. ¿Directamente cerebro-dron?

R. Y. Varios cerebros con un dron. Sería una posibilidad que podría mejorar la precisión. También están las armas hipersónicas, que se están fabricando en Rusia y en China y acortan el tiempo de reacción para una guerra nuclear a 15 segundos. La respuesta a ese riesgo es tener unos sistemas de inteligencia artificial que, en menos de 15 segundos, puedan decidir si [el ataque] es de verdad o no.

D. G. La convergencia de tecnologías multiplica el progreso y las consecuencias. No hay que hacer solo un análisis de la progresión lineal de cada tecnología de manera independiente: los semiconductores van por ahí, la miniaturización va por ahí, la inteligencia artificial va por ahí, la neurotecnología va por ahí, la computación cuántica va por ahí. Lo que la gente percibe menos es lo que pasa con la intersección, cuando combinas una tecnología con otra y con otra. Eso es menos fácil de predecir. Ahí es cuando se ven avances exponenciales sin que la gente lo anticipe. Estamos intentando que se entienda la importancia de estas tecnologías, que el mensaje llegue al mayor nivel de decisión. Son áreas importantísimas a la hora de invertir y estar en la vanguardia. Y las sociedades democráticas tenemos que decidir qué queremos. La tecnología tiene unas tendencias y va avanzando, lo cual no quiere decir que sea imposible de guiar. Ya ha habido ejemplos en tecnologías anteriores, como la nuclear o la biotecnología, con las que se han desarrollado todo tipo de normativas y sistemas de autogestión para decir: “Por este camino, menos, y si vas tienes que pasar un comité ético”. Que no sea todo el salvaje Oeste.

P. La dictadura china y la norcoreana fabrican bombas atómicas y no pasa nada, aunque haya comités.

R. Y. Yo creo que no es verdad que no pase nada. Hay consecuencias muy graves. Algunos estados están aislados. Y no todo el mundo que quiera se puede hacer las bombas en el garaje. Se han establecido muchísimas limitaciones y hay consecuencias muy serias, lo cual no quiere decir que sea un sistema perfecto. Nosotros no luchamos por la perfección. En el mundo de la ciencia y la tecnología, si vas solucionando más problemas de los que vas generando, por lo menos es un vector de progreso. Nosotros lo que defendemos es que haya un diálogo mucho más activo sobre estas tecnologías, con científicos, empresas, universidades, con el Gobierno, para planificar escenarios y anticiparnos. Los gobiernos no controlan la tecnología. Esa es la realidad. Tenemos que inventar otra manera de colaborar con los diferentes actores que son responsables de la creación de esta tecnología. ¿Cuál es el G7 de la tecnología? No van a ser solo ministros y presidentes hablando unos con otros. Necesariamente, va a involucrar al sector de ciencia y tecnología que no es parte del Gobierno.

P. Podrían estar IBM, Google, Facebook...

D. G. Muchas compañías tecnológicas, universidades, centros científicos. Requiere otra serie de actores alrededor de la mesa, dialogando y aportando ideas. Y eso hay que inventarlo, igual que hemos inventado otras instituciones en el pasado. Nosotros creemos que la neurotecnología es un buen ejemplo a la hora de empezar a definir por qué es necesario este tipo de diálogo. Con las cosas tecnológicas, la gente muchas veces no sabe de lo que hablamos. La neurotecnología puede leer lo que está en tu cerebro y también escribir algo en tu cerebro. Tiene unas implicaciones que todo el mundo puede sentir. Si somos capaces de iluminar un área con claridad, seremos más capaces de iluminar otras áreas.

R. Y. Proponemos que la neurotecnología sea la punta de lanza para una discusión más profunda sobre cómo encajar la tecnología en el mundo. Como la neurotecnología toca la fibra del ser humano directamente, muchos pensamos que lo lógico es que la respuesta social sea encajar la neurotecnología en unos derechos humanos existentes o por diseñar. Y, con esta pieza más o menos encajada, puedes mirar con una nueva perspectiva las otras tecnologías, como la inteligencia artificial, que ahora mismo están muy embarradas y es difícil lidiar con ellas.

P. Un día de 2018 la humanidad se desayunó que [ya se habían creado niñas modificadas genéticamente](#) con la técnica CRISPR en China y se creó un comité internacional sobre manipulación genética para decidir [qué estaba bien y qué estaba mal](#). Ustedes sugieren hacerlo con la neurotecnología antes de que ocurra una salvajada.

D. G. Sí, yo creo que uno se puede imaginar el futuro. No es imposible anticipar qué cosas se pueden hacer.

P. Anticipen. ¿Cuál será el escenario en 20 años?

D. G. Sabemos que existen unas señales en nuestro cerebro que se pueden descifrar y también que se pueden inyectar nuevas señales. Sabemos que eso se puede hacer de manera invasiva. La gente conduce coches pensando. Es impresionante lo que puedes hacer. Uno puede anticipar una serie de progresos científicos y tecnológicos por los que lo que a día de hoy es invasivo ya no lo sea.

P. ¿Hablamos de medio siglo? ¿20 años? ¿10 años?

D. G. Algunas cosas importantes pueden pasar de aquí a 10 años. Hay muchas empresas trabajando en ello. Es algo que vamos a ver en nuestras vidas. Y antes de llegar a ese camino hay que empezar a pensar de manera sofisticada sobre este tema. Con [la técnica de edición genética] CRISPR hay comités éticos, para ver qué tipos de experimentos se pueden realizar. Pero nadie habla de la neurotecnología. Al principio será un videojuego o se utilizará para escribir más rápido, pero conforme pase el tiempo se agregarán datos de millones o miles de millones de personas. La privacidad de tus pensamientos puede que esté en cuestión y puede que haya oportunidades de manipulación. Anticipando ese futuro, hay que ver cómo guiarlo.

R. Y. Es lo que llaman el dilema de Collingridge: cuando sale una tecnología nueva no sabes bien para qué se va a utilizar, pero es muy fácil regularla. En cambio, cuando ya se ha implantado en la sociedad conoces perfectamente bien las consecuencias negativas, porque ya llegas tarde. En el caso de la neurotecnología, sobre todo fusionada con la inteligencia artificial, está clarísimo lo que nos viene. Son cosas que ya sabemos hacer en animales. Y si se puede hacer en animales hoy, antes o después se va a hacer en humanos. ¿Por qué esperar a que sea demasiado tarde? Esto va al corazón de lo que es un ser humano, a nuestra mente.

P. Si se sentaran directamente con el presidente estadounidense, Joe Biden, o con el español, Pedro Sánchez, ¿qué leyes nuevas les sugerirían? Ustedes han propuesto tratar los datos cerebrales como si fueran un órgano más, como un riñón.

R. Y. Yo les diría a Biden y a Sánchez que de vicepresidente tengan a un científico o a una científica. Si la mano derecha de un presidente del Gobierno es la economía, la mano izquierda tiene que ser la ciencia. Borges decía que es muy importante pensar no solo en lo que ocurre, sino en lo que no ocurre. Así te das cuenta de lo que falta. Y yo echo en falta una vicepresidencia científica.

D. G. La tecnología está avanzando a tal velocidad y sus consecuencias son tan amplias que debería ser una parte fundamental de cómo se gestionan los gobiernos, de cómo se hacen alianzas entre países. Hay alianzas comerciales o militares entre países. A mí no me cabe ninguna duda de que la siguiente generación de alianzas va a ser científico-tecnológica. Eso va a tener una serie de consecuencias muy importantes: qué haces tú, con quién colaboras, con quién no, quién tiene acceso y quién no. ¿Qué consecuencias hay si violas un acuerdo de tecnología y te pasas de la raya siete pueblos? Todo esto va más allá de aprobar esta ley o esta otra. Hay que incorporarlo como un elemento central en las preocupaciones de cada una de nuestras instituciones. Ya está pasando en las empresas. Hoy las empresas son las que hacen más la tecnología. Puedes estar en el sector del automóvil, pero es que en el futuro los coches van a ser ordenadores con ruedas. Esto que ya está transformando a las industrias también va a transformar a los gobiernos.