

## Saber más



# Alucinaciones, lo que sólo el cerebro ve

Los mecanismos de aprendizaje y un neurotransmisor como la dopamina están detrás de las visiones o de la audición de lo que nunca existió



El investigador Javier Bernacer.

JESÚS RUBIO  
Pamplona

**A** la mayoría el viento nos suena a lo que es, a viento, aire en movimiento. Los más poéticos quizá lo describan como aullidos, como susurros, incluso como una voz. Pero hay personas para las que el viento son voces de verdad, de gentes que murmuran y cuchichean, a sus espaldas siempre y con malas intenciones. El viento son voces que les persiguen, les atormentan y les asustan. Sufren alucinaciones, sonidos y visiones que no están ahí fuera, pero sí dentro de nuestro cerebro, y que son características de enfermedades como la esquizofrenia y de algunos consumos de drogas.

Las alucinaciones dejan un rastro inquietante, sobre todo porque es el propio cerebro el que nos engaña, el que coloca donde no hay nada el murmullo de unos perse-

guidores o un dragón verde y amarillo. ¿Qué ocurre para que el cerebro mienta de esa forma, para que invente lo que no existe y se engañe a sí mismo de tal manera que crea que la su propia invención es real? A los científicos todavía les falta mucho para determinar con exactitud qué ocurre para que nuestras neuronas originen visiones o sonidos falsos, pero sí saben que tiene que ver con un neurotransmisor, la dopamina, y con los mecanismos que utiliza el cerebro para aprender.

Javier Bernacer María (Toledo, 1979) es uno de los investigadores que tratan de dar con las claves de las alucinaciones. Doctor en neurociencias, trabaja ahora en la Universidad de Navarra, en el grupo Cultura y Sociedad, pero ya cuando estudió en Cambridge se interesó por trastornos mentales como la esquizofrenia, una enfermedad que se caracteriza, entre otras cosas, por una percepción de la realidad alterada. "Hay perso-

nas, bien por predisposición genética, por la vida que llevan o por otras razones, que cuando oyen algo tan normal como el viento, se sobresaltan y sufren una reacción exagerada. Y cuando la parte más cognitiva de nuestro cerebro trata de racionalizarlo convierte el viento en un murmullo, en alguien que le está diciendo algo. Tristemente, buscar una explicación a esa sensación exagerada es lo que manifiesta un trastorno".

Los estudios más clásicos ya se dirigían a la dopamina como uno de los factores que interviene en las alucinaciones. La dopamina es un neurotransmisor, una de esas moléculas que una neurona manda a la otra para establecer las conexiones eléctricas con las que el cerebro funciona, mediante las que envía órdenes al resto del cuerpo o guarda nuestros recuerdos. La dopamina es uno de los neurotransmisores más importantes, ya que tiene que ver con asuntos tan importantes como la

## CLAVES

**Distintos sentidos.** Las alucinaciones pueden afectar a todos los sentidos. Las hay auditivas (la más habitual es oír voces cuando nadie ha hablado), visuales (ver objetos o seres que no existen), olfativas (sentir olores fétidos o placenteros), gustativas (sentir un sabor cuando no se está comiendo nada) o tener sensaciones corporales (que algo se arrastra sobre la piel, por ejemplo).

**Diferentes causas** Las alucinaciones pueden sobrevenir por el consumo de drogas como el LSD, las anfetaminas, la marihuana o la quetamina, entre otras. También suelen venir cuando una persona sufre delirios, cuando padece algunos tipos de epilepsia o cuando tiene fiebre muy alta (sobre todo en niños y ancianos). Por supuesto, también está asociada a trastornos mentales como la esquizofrenia o la depresión psicótica.

memoria, la coordinación del movimiento o la sensación de recompensa. Pues bien, cuando alguien ve lo que no existe la dopamina se desborda. "Se cree que hay un exceso de dopamina entre una neurona y otra", explica Bernacer. "Es el neurotransmisor que salta cuando algo nos asusta o nos sorprende. Por eso cuando una persona reacciona con exageración ante un estímulo normal como el viento, tiene una inyección de dopamina".

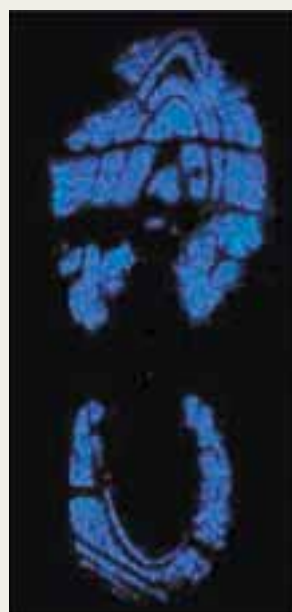
## Un experimento

Sin embargo, Bernacer considera que no todo se reduce a la dopamina, que en las alucinaciones juega un papel importante el mecanismo del aprendizaje. En Cambridge participó en un experimento que quería descubrir pistas que pudieran ayudar a detectar la esquizofrenia en sus estadios más tempranos. Para ello aprovecharon que las alucinaciones que su-





CÓMO FUNCIONA



El detector de sangre

En las series y películas en las que los protagonistas son la policía científica, estos agentes suelen rociar con un líquido la escena del crimen para descubrir las huellas de sangre ocultas, que de repente brillan como si tuvieran luz. No es una fantasía. Ese líquido existe y se llama luminol. Es un compuesto complejo, hecho con carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, que reacciona con otros compuestos, especialmente con peróxido de hidrógeno. Esta reacción química tiene dos particularidades: por un lado, de ella se forma un compuesto tan inestable que sus electrones pasan rápidamente de un estado muy excitado a otro más "relajado" y pierden una energía que se convierte en una luz azul que permanece viva durante unos 30 segundos. Por otro lado, esta reacción sólo se produce si media un catalizador como el hierro. Si no hay hierro, no hay reacción ni luz. Lo que hace la policía es rociar una escena del crimen con una mezcla que contiene los dos elementos de la reacción química: el luminol y el peróxido de hidrógeno. Sólo le falta el catalizador, que lo aportan las hemoglobinas de la sangre, que tienen hierro. La reacción química salta y las huellas brillan con una luz azul durante medio minuto, desbaratando el intento del criminal por borrar sus rastros.

fren los enfermos no son muy diferentes a las que provocan el consumo de drogas como la metanfetamina o la quetamina. Ambas, enfermedad y droga, provocan el mismo subidón de dopamina que acaba convirtiendo el viento en gente que murmura. Por eso experimentaron con 18 voluntarios sanos y compararon lo que ocurría en sus cerebros en condiciones normales y cuando les proporcionaron metanfetamina. "Una dosis baja y con todos los permisos legales", precisa Bernacer.

A los voluntarios les propusieron un juego con imágenes, triángulos y círculos a los que se asignaba un valor, una ganancia. Y los jugadores, en una ocasión serenos y en otra con su dosis de droga, debían elegir la imagen que les diera más beneficio. Pero a veces esa secuencia lógica fallaba y la imagen que debía dar algo al jugador no le suponía nada. Es lo que llaman el error de predicción, que les obligaba a ir aprendiendo continuamente un juego cuyas reglas cambiaban de vez en cuando. "Cuando alguien que oye el viento y espera algo más que no ocurre, sufre un error de predicción. Nuestra hipótesis era que detrás de estos fenómenos hay una alteración en la señal del error de predicción", explica Bernacer.

El examen del cerebro de los voluntarios, mediante resonancia magnética funcional, proporcionó a Bernacer y sus colegas dos señales, la que reflejaba la actividad cerebral cuando el voluntario asignaba un valor a cada imagen y la que generaba cuando fallaba su predicción. Además, dos señales en dos situaciones, serenos y drogados. "La primera conclusión es que la metanfetamina debilitaba, casi se cargaba, las dos señales. Y eso que la dosis de droga era pe-

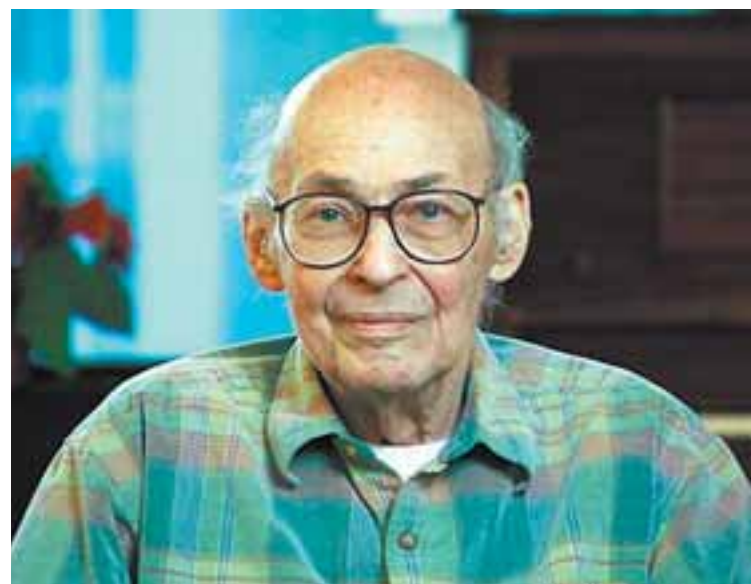
queña".

También encontraron relaciones más o menos significativas. Entre los voluntarios hubo a quienes la droga pareció hacerles mucho efecto y otros que, en cambio, parecía tan serenos como siempre. "Resultó que quienes tenían la señal del valor elegido más débil solían ser quienes se notaban más afectados. De alguna manera, se podía deducir que los fallos en esta señal están relacionados con la aparición de síntomas psicóticos". En general, el experimento reforzó la idea del investigador de que el origen de estos trastornos tiene que ver con el modo en el que el cerebro aprende. "El aprendizaje por refuerzo está relacionado con el modo en el que interactúas con la realidad, en qué cosas esperas que ocurran cuando haces algo".

Hábitos

Bernacer, que forma parte del Grupo Mente-Cerebro, una serie de investigadores que tratan de aunar la neurociencia con la filosofía, está convencido de que hay personas que quizá estén predisuestas a sufrir alucinaciones, pero que saben controlarlas, que aprenden que esas voces que escuchan no son otra cosa que el viento. "En el experimento la mayoría de los que tenían una mala señal cerebral tuvieron síntomas de estar drogados. Pero no todos. Es una señal de que habían aprendido a controlarse a sí mismo, a reaccionar cuando tiene una señal de alarma", explica. En ese sentido, Bernacer otorga importancia sobre todo a los hábitos, que "son la forma de aprender a controlarse a uno mismo, que disposición que te va inclinando a lo largo de la vida hacia una dirección u otra".

LO QUE SE INVESTIGA



El padre de la inteligencia artificial, Marvin Minsky.

Máquinas listas como personas: sí pero no pronto

AMAYA QUINCOCES RIESCO  
Efe. Madrid

La idea de desarrollar máquinas tan inteligentes como las personas no es una utopía y parece posible, aunque aún en un horizonte de tiempo muy a futuro, y siempre y cuando se apueste por inversiones en investigación a largo plazo con suficientes recursos económicos y humanos, según Marvin Minsky. El catedrático de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) Marvin Minsky, conocido como padre de la inteligencia artificial, fue galardonado ayer con el premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación.

En unas declaraciones grabadas en vídeo, dado que el galardonado se encuentra convaleciente tras una intervención quirúrgica, Minsky señaló que es previsible que la inteligencia de los ordenadores, entendida como la capacidad para aprender del entorno, siga aumentando en los próximos años de forma exponencial. También es esperable que continúe creciendo el conocimiento humano en este área, con la presencia de nuevos jóvenes científicos, repletos de brillantes ideas y retos, ha añadido.

Minsky ha sido premiado por ser uno de los creadores del prestigioso Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT, con un destacado papel en el establecimiento del Media Lab, y por sus contribuciones esenciales, teóricas y prácticas en matemáticas, ciencia cognitiva, robótica y filosofía. En opinión del galardonado, la época de los grandes avances en inteligencia artificial fueron las décadas de los 60 y los 80 del siglo pasado, pero en los últimos años, ha dicho, no ha visto

"nada" que le sorprenda. Minsky ha lamentado que la financiación para investigación en inteligencia artificial se esté centrando en el desarrollo de aplicaciones a corto plazo y no tanto a ciencia básica.

El reto del sentido común

Durante la rueda de prensa, algunos miembros del jurado coincidieron con el galardonado en que el reto en inteligencia artificial de dotar de "sentido común" a las máquinas, aún pendiente. "Curiosamente lo que parecía más difícil en esta disciplina ha sido ya posible, y paradójicamente, lo que parecía más fácil aún no se ha conseguido", señaló el director del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial del CSIC, Ramón López de Mántaras. Así, explicó que las máquinas ya son capaces de proezas como el diagnóstico de enfermedades pero aún carecen de sentido común para aprender cosas básicas para los humanos. Por ejemplo, ha señalado, no es tan fácil para un ordenador descubrir por sí mismo que un coche de juguete se mueve cómodamente tirando de una cuerda; algo que un niño de muy corta edad aprende muy fácilmente. El presidente del jurado, el catedrático George Gottlob afirmó que dotar de sentido común a las máquinas pasa por inventar "nuevas lógicas", más flexibles y semejantes al razonamiento humano. Ha ilustrado sus palabras explicando que, si una persona descubre, por ejemplo, que su coche no está en donde lo había aparcado es capaz de razonar de forma automática que detrás de ese incidente inesperado podría estar un robo o la grúa. No obstante, las máquinas son incapaces de interpretar "incongruencias" o datos que no coinciden con lo esperado.