



De la correlación a la causalidad en la neurociencia del aprendizaje

Miguel Vadillo

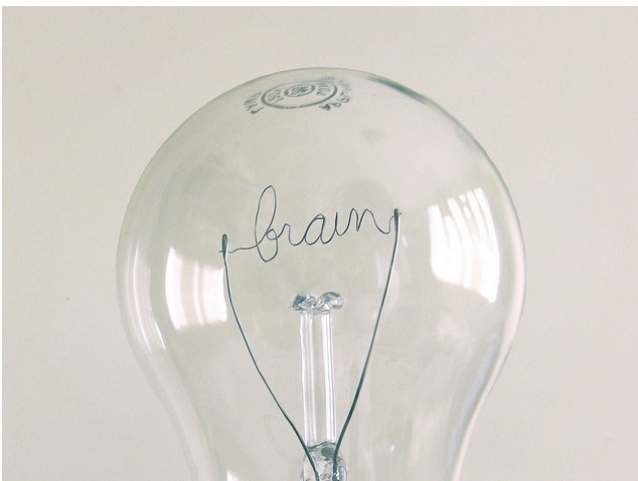
Dept. of Perceptual, Cognitive, and Brain Sciences, University College, UK

Tipo de artículo: Actualidad.

Disciplinas: psicología, neurociencia.

Etiquetas: bloque, extinción, aprendizaje, corrección del error, cerebro

Durante los últimos años han sido muchos los experimentos de neurociencias que han confirmado un supuesto fundamental de las teorías clásicas del aprendizaje asociativo: el aprendizaje está guiado por un desajuste entre lo que se espera y lo que realmente sucede. Algunas zonas del cerebro parecen ser especialmente buenas candidatas para la detección de ese error que sirve de punto de partida para este proceso. Sin embargo, hasta ahora sólo disponíamos de evidencia correlacional acerca del papel de estas zonas. Los métodos optogenéticos han permitido obtener la primera evidencia experimental sobre su contribución al aprendizaje.



(cc) Wi2_photography

Aprender que la correlación no implica causalidad viene a ser para un científico lo que gatear es para un niño. Toda la metodología de investigación experimental de la que echamos mano los científicos cognitivos se basa en esa idea fundamental. Sin embargo, es sorprendente la facilidad con la que en ciertos contextos incluso los investigadores más veteranos saltamos de la correlación a la causalidad sin apenas darnos cuenta. Uno de ellos es el estudio de los correlatos neurológicos de los diversos procesos mentales. Los recientes descubrimientos sobre las bases neurológicas del aprendizaje nos proporcionan un ejemplo excelente.

Todas las teorías tradicionales del aprendizaje han otorgado un papel fundamental a la detección de errores. Recurriendo al ejemplo más famoso de aprendizaje asociativo, diríamos hoy que los perros de Pavlov aprendían que la campana iba seguida de comida porque las primeras veces que oían el emparejamiento de ambos, la comida les pillaba por sorpresa. Era completamente inesperada. Según varias teorías, esto dispara una señal de error que hace que se vaya formando una asociación entre la representación de la campana y la representación de la comida. Tras unos

cuantos emparejamientos campana-comida esta asociación se fortalece y el animal aprende progresivamente a predecir correctamente la comida después de la campana, hasta que llega un momento en que esta predicción se realiza con facilidad y ya no es necesario ningún aprendizaje adicional.

Numerosos estudios sugieren que el sistema dopaminérgico está involucrado en la detección de estos errores de predicción que guían el aprendizaje. Sin embargo, la mayor parte de nuestra evidencia sobre el papel del sistema dopaminérgico es de carácter puramente correlacional. Lo que sabemos es que cuando tiene lugar cierto tipo de aprendizaje, las neuronas dopaminérgicas se disparan con una frecuencia superior o inferior a la normal. Pero hasta ahora apenas se ha podido manipular el estado de esas neuronas para demostrar que son ellas las que producen el aprendizaje. Sólo sabemos que ambas cosas están relacionadas, pero no cómo ni por qué.

Esta situación acaba de cambiar con un estudio reciente de Elizabeth Steinberg y colaboradores (2013). Estos autores han utilizado una técnica optogenética que permite activar artificialmente un grupo de neuronas concreto. Para conseguirlo, se implanta en la membrana de las neuronas seleccionadas una proteína que es sensible a la luz. Esto puede conseguirse implantando en esas neuronas un virus que contiene un gen con las instrucciones para fabricar esa proteína. Una vez implantado el gen, es fácil estimular directamente esas neuronas haciendo llegar hasta allí un fino hilo de fibra óptica que puede encenderse o apagarse con gran precisión temporal y espacial a voluntad del investigador. (Puede encontrarse un vídeo explicando los detalles de la técnica aquí: <http://www.youtube.com/watch?v=I64X7vHSHOE>).

Si fuera cierto que el sistema dopaminérgico está involucrado en la detección de errores, entonces la estimulación artificial de esa zona debería facilitar el aprendizaje, incluso en situaciones en las que no hay errores de predicción y, por tanto, no debería haber aprendizaje. Para poner a prueba esta hipótesis, Steinberg y colaboradores recurrieron a un fenómeno muy popular en psicología del aprendizaje conocido como bloqueo (véase Vadillo, 2012, <http://medina-psicologia.ugr.es/cienciacognitiva/?p=471>). En un experimento típico de bloqueo los animales aprenden primero que una clave A predice un estímulo incondicionado, p. ej., una descarga (i.e., A-descarga). Posteriormente, la clave A aparece junto con una clave novedosa B, también seguida de la descarga (i.e., AB-descarga). El resultado habitual de estos experimentos es que los animales rara vez aprenden a tener miedo de B, a pesar de que B se ha emparejado sistemáticamente con la descarga. Según la mayor parte de las teorías, la razón por la cual los emparejamientos AB-descarga no producen condicionamiento es que la aparición de la descarga no es sorprendente porque puede predecirse gracias a la clave A. En otras palabras, cuando se presentan AB y la descarga juntos no hay ningún error de predicción y, por tanto, no es necesario ningún aprendizaje adicional sobre B.

Pero si esta teoría es cierta, entonces cualquier cosa que reactivara la señal de error durante los ensayos AB-descarga debería restablecer el aprendizaje. Esto es exactamente lo que hicieron Steinberg y colaboradores. Utilizando las técnicas optogenéticas mencionadas más arriba, activaron un grupo de neuronas dopaminérgicas del área tegmental ventral (ATV) justo en el momento en el que se producían los ensayos AB-descarga. Si estas neuronas están implicadas en la detección de errores y si la teoría de que la detección de errores juega un papel en el aprendizaje es cierta, entonces esta activación artificial debería facilitar el aprendizaje de la relación entre B y la descarga. Y exactamente eso fue lo que encontraron: activar las neuronas del ATV anulaba el efecto de bloqueo (es decir, posibilitaba el aprendizaje de la asociación entre B y la descarga).

Gracias a experimentos como éste por fin estamos superando las limitaciones de la investigación correlacional en neurociencias, obteniendo por primera vez pruebas claras de que la actividad en ciertas partes del sistema nervioso es una verdadera causa y no un simple correlato de procesos mentales como el aprendizaje asociativo o la detección de errores.

Referencias

Steinberg, E. E., Keiflin, R., Boivin, J. R., Witten, I. B., Deisseroth, D., & Janak, P. H. (2013). A causal link between prediction errors, dopamine neurons and learning. *Nature Neuroscience*. Advance Online Publication. doi:10.1038/nn.3413

Manuscrito recibido el 17 de junio de 2013.

Aceptado el 8 de julio de 2013.

