

El condicionamiento demostrado hasta en las amebas

Luis Valero

El condicionamiento clásico se ha demostrado en múltiples organismos, desde los más simples hasta los más complejos. Básicamente el denominado “condicionamiento clásico” descubierto por el premio Nobel, Ivan Pavlov, explica el cambio de un comportamiento a partir de la asociación de estímulos externos al organismo. Pavlov asociaba el sonido de una campana (estímulo condicionado) a la estimulación de la comida (estímulo incondicionado) que producía una respuesta automática de salivación (respuesta incondicionada). Tras varios ensayos, esa respuesta condicionada de salivación aparecía cuando estaba el sonido solo, aunque no hubiese comida. Este proceso de aprendizaje básico es fundamental para la supervivencia, y explica la mayoría de las respuestas fisiológicas aprendidas que muestran los organismos (incluidos los humanos), incluyendo la activación inmunológica, el craving en las adicciones, o el efecto placebo de los fármacos.

Ya han estudios mostrando este condicionamiento clásico en organismos como las bacterias (Rouleau et al., 2016; Tang et al., 2018). Ahora un grupo de investigadores españoles (De la Fuente et al., 2019) demuestra también este condicionamiento en organismos unicelulares como son dos especies de amebas (*Amoeba Proteus*, y *Metamoeba Leningradensis*). En estas especies unicelulares, los investigadores utilizaron un campo eléctrico como EC, un péptido nFMLP como EI que produce un movimiento automático de atracción hacia el cátodo (RI) como si fuese comida. Tras varios ensayos, las amebas se movían también solo cuando estaba el campo eléctrico (EC), mostrando pues una RC de movimiento hacia donde se encontraba el ánodo de ese campo eléctrico (no hacia el cátodo), y sin que hubiese péptido. Incluso, en las siguientes pruebas, al cambiar la situación del ánodo las amebas se movían en su mayoría hacia esa nueva dirección. Además, replicaron el mismo estudio con dos tipos de amebas diferentes.

En cuanto a su metodología, utilizaron como variables dependientes la distancia del movimiento de las amebas, la dirección de la trayectoria, y el tiempo que duraba el movimiento hasta media hora. El problema, quizás, utilizar una aproximación de entregrupos, y medir el efecto estadísticamente por la cantidad o porcentaje de amebas que se movían en la dirección condicionada. Unen los datos de un N variable de amebas que introducen en el la caja experimental, analizando las diferencias totales como grupo, y

frente a un grupo control donde no se realice condicionamiento y solo haya campo eléctrico. En total, analizaron 615 trayectorias de las amebas. Así, decir que el 58, 71 o 82% de las células amebas migraban hacia el ánodo, aunque sea un dato estadísticamente significativo, no es la mejor prueba de un fenómeno como el condicionamiento clásico, donde la probabilidad es prácticamente del 100%. Quizás los autores se han dejado llevar más por las teorías computacionales, redes neuronales y de inteligencia artificial que tratan de verificar con organismos unicelulares, en vez de fijarse más en los estudios sobre condicionamiento clásico y la forma de demostrarlo. Pero, de todas formas, han abierto un camino para estudiar los procesos de aprendizaje y movimiento en organismos unicelulares, que tendría su gran aplicación en los movimientos de otras células que causan graves enfermedades.

- De la Fuente et al., (2019). Evidence of conditioned behavior in amoebae. *Nature Communications*, 10:3690. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11677-w>
- Rouleau, N., et al. (2016). Experimental evidence of classical conditioning and microscopic engrams in an electroconductive material. *Plos One*, 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165269>
- Tang, S.Y., & Marshal, W.F. (2018). Cell learning. *Current Biology*, 28(20), R1180-R1184. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.09.015>