

*Las actitudes intencionales
de la Aplysia Californica
Carlos Alberto Garay (U.N.L.P.)*

La Aplysia Californica (1) es un molusco que pesa poco más de dos kilos y vive en los charcos que dejan las mareas en las playas de la costa oeste de los Estados Unidos. Su sistema nervioso es relativamente simple, pues se compone de unas 20.000 neuronas bastante más grandes que las de otros animales. Por esta razón ha sido elegida para estudiar la correlación entre el comportamiento y la actividad neural. En particular, se han podido examinar dos tipos de aprendizaje, la habituación y la sensibilización.

La Aplysia tiene, en su parte superior, un pequeño apéndice denominado "sifón". Si alguien lo toca, se retraen las branquias y luego vuelven a salir. Si se lo estimula nuevamente, vuelven a retraerse. Al repetir esta operación de diez a quince veces, las branquias van dejando de retraerse al punto de volverse indiferentes, pues se han habituado al estímulo. Dejando al caracol en paz durante una hora, el reflejo vuelve, casi, a la situación en la que se encontraba antes de la sesión estimuladora. Pero repitiendo varias veces este procedimiento, podemos hacer que la habituación perdure durante semanas. A nivel conductual esto es un ejemplo de aprendizaje y memoria a distintas escalas temporales. Parece que la Aplysia está preparada para defenderse, en principio, de un estímulo inesperado, pero que, si no se lo asocia con ningún estímulo dañino o beneficioso, deja de responder a él y sigue ocupando su capacidad de respuesta en otras cosas más importantes para ella.

Gracias a los trabajos de Eric Kandel (1987, 1992), conocemos con bastante detalle lo que ocurre en el sistema nervioso de la Aplysia durante y después de cada sesión de estímulos. Tiene 24 neuronas sensitivas en el sifón, las cuales transmiten el impulso a seis neuronas motoras que inervan los músculos, a través de algunas neuronas intermediarias. Durante el entrenamiento disminuye la fuerza de la conexión entre las neuronas sensitivas y las motoras a causa de la reducción del flujo de iones calcio en las neuronas sensitivas, lo cual produce, a su vez, una reducción en la liberación de transmisores químicos. La habituación se da, pues, en las células que reciben el estímulo directamente. El proceso puede esquematizarse así:

Este mecanismo conduce progresivamente a la extinción de la respuesta.

En los experimentos de Kandel sobre la habituación se estimulaba el sifón con un suave chorro de agua. Éste era el único estímulo, fuera de los normales, que recibía el animal. Pero, si luego de cada chorro de agua se le aplica un estímulo doloroso en la cabeza o en la cola, deja de producirse la habituación. Por el contrario, se acentúa la respuesta motora. Aunque la situación no es exactamente la misma que en el condicionamiento clásico, podemos llamar al chorro de agua "estímulo condicionado" e "incondicionado" al doloroso. El estímulo doloroso activa un conjunto de interneuronas, también llamadas neuronas modulatorias, que facilitan el ingreso de los iones calcio en las células sensoriales del sifón, con lo cual se mantiene la liberación del neurotransmisor al espacio sináptico y, por lo tanto, se obtiene el mantenimiento del reflejo de retirada. Este proceso recibe el nombre de sensibilización, y también en este caso se dispone de una buena descripción de la cadena causal, a nivel molecular, que interviene en él.

Tanto la habituación como la sensibilización constituyen para Kandel tipos legítimos de aprendizaje. El resultado, al poder almacenarse en diferentes escalas temporales, es así

una forma de memoria. El regreso a los patrones de respuesta normal, es decir, tal como eran antes de los períodos de entrenamiento, equivale al olvido.

Resulta interesante el lenguaje que utiliza al describir el comportamiento de la *Aplysia*. Dice: "Mientras que la habituación requiere que un animal aprenda a hacer caso omiso de un estímulo porque sus consecuencias son triviales, la sensibilización requiere que el animal aprenda a prestar atención al estímulo porque éste va acompañado de consecuencias dolorosas o peligrosas en potencia" (1979, p. 45). ¿Por qué Kandel puede hablar así?. Por supuesto, nadie cree que la *Aplysia* haya pensado, utilizando algún lenguaje mental o de cualquier otro tipo: "las consecuencias de este estímulo son triviales, en cambio, las de este otro, son peligrosas y, por lo tanto, le prestaré especial atención". No hay razón para sostener que la *Aplysia* tenga un sistema nervioso tan elaborado capaz de esto. Pero no creo que haya nada erróneo al decir que ha prestado atención a un estímulo y no al otro. Es más, me parece un caso típico de lo que llamamos "prestar atención".

Tampoco parece demasiado extraño decir que la *Aplysia* sabe que se trata de un estímulo intrascendente o doloroso, ni decir que es capaz de reconocer, luego de algunas sesiones, el estímulo recibido como perteneciendo a la misma clase de los que recibió con anterioridad. Estos mecanismos permiten el almacenamiento de relaciones predictivas entre eventos. Ha aprendido que a un estímulo de cierta clase, seguirá otro de otra clase. Si en la situación experimental descrita para la sensibilización, presentamos solamente el estímulo condicionado (chorro de agua) pero no el incondicionado, la *Aplysia* retraerá igualmente su branquia. La predicción, desde la perspectiva de la *Aplysia*, falla y, entonces, diremos que se ha engañado. Su experiencia le indicaba que, probablemente, seguiría un estímulo doloroso. Creía que eso iba a ocurrir. Pero no fue así.

La *Aplysia* puede aprender a partir de su experiencia individual, creer, engañarse, predecir, recordar, olvidar, prestar atención. ¿Será éste un uso figurado del lenguaje?. Aparentemente estamos utilizando un lenguaje mentalista para describir el comportamiento de un caracol marino y este uso suena, en principio, ilegítimo. En un sentido filosófico corriente, efectuar una predicción consiste en correlacionar un enunciado general acerca de un tipo de sistemas con las condiciones actuales de un sistema concreto. Sobre esta base, y por medios deductivos, obtenemos conocimiento de lo que ocurrirá. Y, desde luego, no aceptaríamos que la *Aplysia* haya efectuado tal correlación. Un animal no efectúa generalizaciones. Pero, ¿no las efectúa, o no las formula lingüísticamente?.

En 1942, Lashley decía que "... existen razones para creer que generalizar es una de las funciones primitivas básicas del tejido nervioso organizado. Por ejemplo, se ha encontrado una trasposición de reacción a lo largo de una dimensión de estímulos en todos los organismos capaces de respuesta diferencial. Esto es: cuando se entrena un animal para elegir un objeto más grande o más brillante que otro, y se lo enfrenta luego con pares de objetos aún más grandes o brillantes, elige sobre la base de tamaño o brillo relativos. Tales generalizaciones, o respuestas trasposicionales, son universales, desde los insectos a los primates. Persisten en la rata después de la total destrucción de la corteza estriada (Hebb, 1938) y, así, parece ser tan primitiva como la discriminación."

La generalización requiere la discriminación de ejemplos y su ubicación en clases abiertas, de manera que cada nuevo estímulo pueda ubicarse correctamente en la clase a la que pertenece.

Cuando atribuimos estados intencionales, como creer o recordar, a un organismo, podemos estar hablando exclusivamente de su conducta manifiesta. Si esto fuera así, no

cabe duda de que nuestro caracol cree o recuerda. Pero cuando dudamos sobre atribuir o no esta clase de estados, no estamos pensando solamente en su conducta, sino también en alguna relación entre ésta y algún estado de cosas. Dicho de otra manera, pensamos en un contenido intencional susceptible de ser identificado mediante condiciones veritativas. Pensamos que la creencia del sujeto tiene un contenido, y que ese contenido puede especificarse por medio de sus condiciones de verdad. Podríamos preguntar, por ejemplo, si la creencia del caracol se refiere verdaderamente a un acontecimiento externo, o consiste solamente en una correlación que hace el caracol entre acontecimientos que tienen lugar desde el límite de su piel hacia adentro. En el primer caso, tendríamos un caracol realista, pues las condiciones veritativas de su creencia son pertinentes para describir su estado. En el segundo, un caracol solipsista (2) .

El caracol solipsista no sabe lo que ocurre a su alrededor. Sólo sabe lo que le ocurre a él. Sus neuronas motoras se activan porque su actividad está correlacionada legalmente con la actividad de sus neuronas sensitivas. Sin embargo, nuestra descripción de la situación experimental sería evidentemente incompleta si no hubiéramos especificado el origen, provocado por nosotros, de la actividad de las neuronas sensitivas. Muy otro hubiera sido el caso si éstas se activaran espontáneamente. Pero no es así. Se activan porque reciben un estímulo externo. El estímulo externo forma parte de la descripción de los procesos de aprendizaje.

Imaginemos por un momento que el investigador es sólo un observador pasivo. Imaginemos que ve a la *Aplysia* retrayendo espontáneamente la branquia y que los mecanismos neurales subyacentes son los mismos que los de la sensibilización. Seguramente no concluiría que la *Aplysia* ha aprendido algo. Es más, buscaría las causas por las cuales aumenta el ingreso de calcio en las neuronas sensoriales. Y hasta que no las encuentre, no podría decidir si la *Aplysia* sabe, o recuerda algo.

Parece más razonable pensar que cuando atribuimos a un organismo una actitud intencional, ésta se encuentra determinada, en parte, por las condiciones externas que le dieron origen. Si decimos que la *Aplysia* aprendió, por el mecanismo de la sensibilización, que el estímulo del chorro de agua anunciaba un estímulo doloroso subsecuente, el contenido del saber aprendido tiene efectivamente una relación, en este caso, causal, con un estado de cosas externo, a saber, los estímulos.

El circuito neuronal implicado en los mecanismos descritos, tiene un patrón de activación normal presente en ausencia de variaciones del ambiente. Al producirse el estímulo se modifica consecuentemente el equilibrio químico que sostiene a ese patrón normal. Éste es un proceso de cambio, un proceso dinámico, que culmina en la respuesta motora. Es la huella o impronta que deja el ambiente en el sistema nervioso. A este proceso de cambio en la actividad nerviosa, producto de un cambio en el entorno, le llamo "representación neural". No es una representación simbólica, pues la conexión existente entre la representación y aquello que representa no es arbitraria, sino sujeta a leyes causales.

La *Aplysia* heredó de sus antepasados una determinada estructura orgánica provista de mecanismos funcionales relativos a un tipo de entorno específico que hacen posible su supervivencia. En el individuo adulto, las conexiones neurales están predeterminadas genéticamente para producir una respuesta motora inmediata ante cualquier estimulación del sifón. Este tipo de estimulación constituye, para el animal, una señal a priori de peligro y constituye, probablemente, una condición de posibilidad de su supervivencia. Pero el fenómeno de la habituación nos muestra que ese a priori es modificable como consecuencia de la experiencia. Podemos ver, en la cascada de transformaciones fisiológicas, el proceso de síntesis inductiva, a partir de sucesos externos discretos, de una estimación de la situación externa como no peligrosa.

La representación neural no es un estado, es un proceso, aunque pueden tener patrones más o menos estables de activación durante distintos períodos temporales. Son procesos que varían según dos componentes principales: 1) un conjunto de procesos externos conectados causalmente con el sistema interno y 2) el estado del sistema interno al momento de producirse la conexión causal. El resultado de la interacción de estos dos factores produce una representación distinta de la inicial. El primer chorro de agua que recibe la Aplysia que va a ser habituada, produce en ella una representación de peligro. Nosotros, que sabemos que nada malo habrá de pasarle, podemos afirmar que su representación es falsa. Al insistir con el procedimiento, su actividad neural se va modificando. El animal está aprendiendo que nada dañino se sigue de aquel estímulo. Cuando se habitúa, podemos afirmar que ya aprendió. Que su representación se hizo verdadera, aunque, por cierto, no infalible. Siempre le puede pasar lo que le sucedió al célebre pavo inductivo de Russell.

Al fin y al cabo, parece que la Aplysia, por lo menos para nosotros, puede creer en algo. Su creencia consiste en una representación neural. Y esto no es incompatible con que el contenido de su creencia esté determinado por sus condiciones veritativas, las que, a su vez, pueden construirse por medio de un procedimiento que recuerda a una teoría causal de la referencia.

He abusado conscientemente del vocabulario filosófico sin las suficientes advertencias y previsiones especialmente por razones de espacio. Pero mi interés no consistió en confundir ni mezclar las cosas, sino en mostrar que es posible cierta convergencia entre los diferentes esfuerzos por comprender la cognición.

Referencias bibliográficas:

Devitt, Michael (1990), "A Narrow Representational Theory of the Mind", en Lycan, W., *Mind and Cognition*, Oxford & Cambridge, Blackwell, pp. 371-398.

Kandel, Eric (1979), "Microsistemas de neuronas", *Investigación y Ciencia*, 38, pp. 36-54.

Kandel, Eric and Hawkins, Robert (1992), "The Biological Basis of Learning and Individuality", *Scientific American*, vol 267, 3, pp. 52-60.

Lashley, K. S. (1942), "The problem of cerebral organization in Vision", in H. Kluever (ed.), *Biological Symposia, Vol VII: Visual Mechanisms*, Jaques Cattell Press, Lancaster, pp. 301-322 y reimpresso en K. H. Pribram (ed.) *Brain and Behaviour 2: Perception and Action*, Penguin Modern Psychology, Middlesex, 1969, pp. 235-251.

Postlethwait, John y Hopson, Janet (1989), *The Nature of Life*, NY, McGraw-Hill.

Notas

(1) Los datos generales sobre este animal los he tomado de Postlethwait, John y Hopson, Janet (1989)

(2) Se me ocurrió presentar las cosas de esta manera a partir de la lectura de Devitt (1990)