

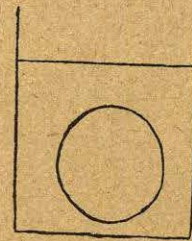
## CAPÍTULO X

## Continuidad de la sustancia plástica.

Considero una plástida A en el estado de vida elemental manifiesta. Todos los fenómenos que aprecio cuando la miro rápidamente, y que me dan á conocer la especie á que pertenece (movimiento, adición, etc.), son, según hemos visto, manifestaciones de las propiedades de su protoplasma. Encuentro, por consiguiente, esos mismos fenómenos en un trozo de protoplasma separado de A, y es lo que nos han enseñado los experimentos de merotomía. El protoplasma, colocado en la condición núm. 2 por la merotomía, obra con respecto al medio absolutamente igual que cuando se encontraba en la condición núm. 1, durante su adherencia á la masa de la plástida. Las reacciones que tienen lugar entre el protoplasma y el medio, en la plástida completa, son consiguientemente las mismas que si el núcleo no existiera. Ahora bien, solamente existiendo el núcleo tiene lugar la vida elemental manifiesta. La conclusión de todo esto es que los fenómenos de la vida elemental manifiesta *son sucesivos*. Hay primeramente reacciones entre el pro-

toplasma y el medio (y de esas reacciones únicamente dependen todos los fenómenos que pueden afirmarse mediante una observación de corto tiempo), luego reacciones entre el protoplasma y el núcleo (y de esas reacciones depende el fenómeno de asimilación).

Imaginad una gotita de aceite en suspensión en el centro de un líquido acuoso, y suponed en el aire que toca la superficie libre de ese líquido una sustancia capaz de modificarle á él y al aceite que contiene. Habrá, en primer lugar, reacción entre el aire y el líquido de la superficie libre, exactamente como si el aceite no existiera (fig. 6.<sup>a</sup>); luego, poco á poco, por difusión, el aceite será también atacado, y podrán los productos de esta

FIGURA 6.<sup>a</sup>

última reacción, si son solubles en el agua, influir á su vez en el líquido ambiente.

Habrà habido fenómeno rápido y parcial, que entra en la observación de corto tiempo, entre el aire y el líquido (fenómenos protoplásmicos), luego reacción del líquido, modificado al cabo de cierto tiempo, con el aceite que contiene en suspensión, y difusión en la masa total de los productos de esa reacción (fenómeno total, que entra en la observación de corto tiempo).

Pues bien, en el caso de una plástida, se impone la conclusión de los experimentos de merotomía; el proto-

plasma reacciona con el medio como si estuviera solo (condición 2, por consiguiente, destrucción), luego los productos de esa reacción destructora dan lugar, actuando sobre el núcleo, á la síntesis de una cantidad de sustancias plásticas mayor que la que ha sido destruida (1).

Y para que esto tenga lugar, es preciso que haya *continuidad* en la masa de la plástida. La *proximidad* de dos merozoitos, procedentes de una misma plástida, no basta para preservar de la destrucción á aquél de los dos que está desprovisto de núcleo. Es que las sustancias que reaccionan entre sí, en la síntesis asimiladora definitiva, no son solubles en el agua, y no pueden, consiguientemente, atacarse unas á otras sino á condición de estar en contacto inmediato.

Pero cuando esto ocurre, como en una plástida normal, una molécula exterior del término Q de la ecuación reacciona primero con el protoplasma; luego el resultado de esa reacción con el núcleo. Todavía debe, quizá, admitirse un número mayor de reacciones sucesivas con los diversos elementos del protoplasma y los del núcleo. En todo caso, la ecuación II representa el resultado de reacciones *sucesivas* que tienen lugar en las sustancias representadas por el término Q. La sucesión de estas reacciones parece muy rápida en general; pero es lo cierto que existe.

Supongamos ahora que tenemos delante una plástida muy alargada, con el núcleo en un extremo, é imagine-mos condiciones exteriores tales, que sólo se produzca una reacción determinada al otro extremo del cuerpo protoplásmico (fig. 15). Naturalmente, las condiciones ex-

(1) Hay también que tener en cuenta, como en el caso de la gota de aceite, la acción ulterior del núcleo sobre el protoplasma ambiente.

teriores son las de la vida elemental manifiesta en el caso que estudiamos.

Sabemos que la asimilación no puede resultar de esta reacción sola, que es necesario que el núcleo intervenga, lo cual ocurre, puesto que nos hallamos por hipótesis en las condiciones de la vida elemental manifiesta. Esta intervención puede tener lugar de dos maneras: ó bien habrá transporte directo, hacia el núcleo, de los productos de la reacción lejana considerada, como ocurre, por ejemplo, en el derrame centripeto de los seudopodos de gromia, ó bien, sin que haya transporte de esos mismos productos, podrá ocurrir que reaccionen sobre una parte inmediatamente próxima del protoplasma, la cual, modificada de esta suerte, reobrará á su vez sobre una nueva parte protoplásmica, y así sucesivamente hasta el núcleo, que debe forzosamente intervenir, según hemos visto, para que haya asimilación. Habrá, pues, en todos los casos, *transmisión* al núcleo de un resultado de la reacción local considerada.

En el caso de la gromia, no debemos concebir duda alguna sobre el modo como se verifica esta transmisión, puesto que la corriente protoplásmica centripeta es fácil de seguir al microscopio, y es también el caso de las plástidas en que se observa la circulación protoplásmica. Pero supongamos, lo cual no ocurre en la realidad, que una plástida que vive aislada posee una prolongación protoplásmica idéntica á la que tiene un elemento nervioso de vertebrado. Esa prolongación, como es sabido, está enteramente desprovista de corrientes ópticamente observables. Ahora bien, si estudiamos dicha plástida en las condiciones de su vida elemental manifiesta, toda causa, de cualquier orden, que modifique la extremidad distal de la prolongación irá seguida de un resultado determinado. Efectivamente, modificación tal no podría ser reparada si el núcleo no existiera ó no interviniera, según nos lo han enseñado los experimentos de merotomía, y el fila-

mento se destruiría así poco á poco, lo cual no tiene lugar, puesto que hemos supuesto que la plástida se haya en las condiciones de vida elemental manifiesta (1).

Hay, pues, trasmisión, y esa trasmisión se opera muy rápidamente á través de la prolongación hialina, en la que ningún transporte de sustancia puede observarse á la vista. Como un transporte de sustancia se verifica (2) con la rapidez de 30 metros próximamente por segundo, habría, por otra parte, motivo para extrañarse, y por esto han considerado ciertos autores el *influxo* nervioso como de naturaleza puramente física, algo análogo, por ejemplo, á la electricidad. No es fácil concebir cómo un simple fenómeno físico podría luchar constantemente contra la destrucción química que sin cesar se verifica en la extremidad del filamento considerado, cómo explicaría la regeneración del mismo que estudiaremos más adelante. Tropezaríamos con menos dificultades admitiendo una trasmisión química continuada, un transporte de la modificación química sin transporte efectivo de sustancia, trasladándose cada molécula muy poco por su propia cuenta, y siendo sucesivamente destruida y reconstituida por medio de átomos nuevos, como ocurre, según Grothus, en las moléculas líquidas polarizadas entre los electrodos de un voltámetro (3). Un fenómeno de este orden estaría en relación con la estructura atómica probable de las sustancias plásticas (véase nota de la pág. 122).

(1) Veremos más adelante que ese filamento se destruye precisamente en los vertebrados cuando se le separa del elemento nervioso de que depende.

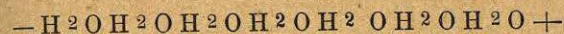
(2) Véase más adelante, Metazoarios. Sistema nervioso.

(3) En la electrolisis del agua el oxígeno se desprende en el electrodo positivo y el hidrógeno en el negativo. Grothus ha dado una explicación de este fenómeno.

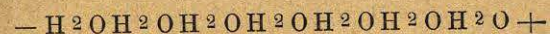
Puede admitirse que el paso de la corriente á través del agua produce una orientación igual de sus moléculas. Si se concibe

Respecto á las plástidas en que hay circulación protoplásmica evidente, es inútil introducir ese proceso para

una cadena de moléculas de agua entre los dos electrodos, el oxígeno de cada molécula se dirigirá del lado del electrodo positivo, el hidrógeno del lado del negativo:



La descomposición se opera en cada molécula. El oxígeno y el hidrógeno de las moléculas extremas quedan en libertad y la recomposición del agua se efectúa entre el oxígeno de una molécula y el hidrógeno de la molécula vecina:



El paso de las corrientes restablece la orientación de las moléculas de agua, se efectúa nueva descomposición y así sucesivamente (Moutier, *Cours de physique*, 1886).

Lo único que tomo de esta teoría de Grothus es el hecho de la descomposición y de la recomposición sucesivas que se producen entre dos moléculas vecinas, lo cual permite el desprendimiento de las partes constitutivas de una molécula de agua en dos puntos muy lejanos ( $-y+$ ), sin que cada átomo haya recorrido más camino que la distancia entre dos moléculas vecinas. Pueden suponerse las moléculas de sustancias plásticas unidas de suerte que hagan posible tal serie de descomposiciones y de recomposiciones sucesivas sin que haya transporte efectivo de sustancia. La recomposición de una molécula de sustancia plástica, á expensas de los restos de moléculas preexistentes, debe ser cosa muy fácil á causa de la estructura particular que manifiestan en el fenómeno de asimilación (véase nota de la pág. 122). Nada más sencillo entonces, si se destruye por una acción mecánica cualquiera una prolongación nerviosa, por ejemplo, que la trasmisión rápida de esta *excitación*, cuyo resultado será poner en libertad, en uno de los extremos de la cadena molecular considerada, una parte de molécula complementaria de la que ha sido destruida al otro extremo. Esa parte de molécula así *trasmítida*, sin transporte efectivo de materia, es la que determinará los resultados de influxo nervioso. Esta serie de descomposiciones y recomposiciones sucesivas va acompañada de fenómenos eléctricos (oscilación negativa).

explicar la asimilación, pero en aquéllas en que la circulación citada no parece existir, la trasmisión de un punto á otro, desde la periferie al núcleo, es de absoluta necesidad. Insistiré ulteriormente, hablando del influjo nervioso en los metazoarios, en esta cuestión de la *conductibilidad protoplásmica*.

## CAPITULO XI

### Excitabilidad.

He hablado ya de esta propiedad que Claudio Bernard atribuye á todos los protoplasmas vivos, y he tratado de demostrar que tal como la define el ilustre fisiólogo, no es en modo alguno atributo exclusivo de los protoplasmas ni puede servir para definirlos.

Antes había expuesto en otro lugar (1) la existencia de una contradicción formal entre dos definiciones de la excitabilidad dadas sucesivamente en las «Lecciones sobre los fenómenos de la vida comunes á los animales y á los vegetales». De estas dos definiciones una era general, otra particular á cada protoplasma. Si nos fijamos en cualquiera de ellas, vemos en la excitabilidad una simple consecuencia de los hechos de *trasmisión* expuestos en el capítulo anterior.

«La excitabilidad es— dice Claudio Bernard, — la propiedad que posee todo elemento anatómico, es decir, el protoplasma que entra en su constitución, de ser puesto en actividad y de reaccionar de cierta manera bajo el influjo de los excitantes exteriores».

En primer término ¿qué es un excitante? Basta refle-

(1) *La matière vivante*, pág. 31.