

Y como el caldo es muy diferente del protoplasma del fermento, habrá en seguida una asimilación, fenómeno al que llegaremos inmediatamente.

Se ve que esta serie de operaciones es absolutamente comparable á la que hemos observado en las amibas, puesto que en esos seres la vacuola debe ser considerada como exterior al protoplasma.

En todos los metazoarios superiores se repetirá lo mismo en último término, con una complicación más, la división del trabajo entre las células diferenciadas que componen el organismo.

Los alimentos serán colocados por el acto de la prehensión, seguido de varios otros, en cavidades especiales (estómago, intestino), *exteriores* al organismo. Ciertas células distribuídas en la pared de esas cavidades *segregarán activamente*, bajo el influjo de una excitación especial procedente de las células nerviosas, jugos digestivos; habrá *digestión* en el exterior del organismo. Luego, por el mecanismo de la absorción, los productos digeridos serán adicionados al medio líquido en que se bañan los diversos elementos histológicos; esas células se alimentarán, finalmente, por ósmosis y á expensas de ese líquido elaborado, como las opalinas lo hacen en el recto de una rana; *la adición* tendrá lugar al nivel de cada célula.

No insistimos más en esas cuestiones, que se exponen detalladamente en todos los tratados de fisiología. Solamente debemos conservar de ese estudio en la memoria que, salvo el número bastante limitado de casos en que la adición directa puede tener lugar como en los rizopodos reticulados, ésta no se produce más que por difusión, por ósmosis. Produzca esta difusión entre el protoplasma y una vacuola ingerida en su seno, ó entre el protoplasma y un medio elaborado exterior, es exactamente lo mismo, puesto que hemos visto que debe considerarse el contenido de la vacuola como exterior al protoplasma.

CAPÍTULO IV

Merotomía.

Con sus elementos constitutivos diferentes, protoplasma y núcleo, colocados el uno con respecto al otro de cierta manera, la plástida puede producir el efecto de una máquina montada que no funciona sino merced á la ordenación especial de sus partes.

En realidad, todos los fenómenos que acabamos de estudiar, movimiento y adición, eran fenómenos protoplásmicos, es decir, que tenían lugar en el protoplasma. ¿Pueden esos fenómenos considerarse como manifestaciones de propiedades del protoplasma de la especie de que se trate? Para poder afirmarlo, debemos demostrar que una parte cualquiera del protoplasma de la plástida posee esas propiedades, es decir, que puede manifestar esos fenómenos cuando está, en las condiciones normales en que la plástida vivía, separada del resto de ella. Si observamos esto, podemos afirmar que el movimiento y la adición no son los resultados del funcionamiento de una máquina montada, sino manifestaciones de propiedades químicas del protoplasma de la plástida. Ahora bien, es lo que precisamente nos enseñan los experimentos de merotomía *en el curso de una observación rápida*.

Estos experimentos consisten en lo siguiente: dividir

una plástida en dos partes, una de las cuales contiene el núcleo, y estudiar cada una de esas partes desde el punto de vista de todas las manifestaciones de la vida elemental.

Dirijámonos primero, como siempre, á las plástidas menos diferenciadas, á los rizópodos reticulados. Cortemos de un tajo con el escalpelo una parte todo lo importante que queramos de los pseudopodos de una gromia. Esta operación no perjudicará para nada al animal mismo que, después de haberse retraído en su cubierta, extenderá de nuevo al cabo de algún tiempo sus pseudopodos anastomosados; será solamente una gromia que tiene un poco menos de protoplasma; la pérdida se reparará poco á poco por adiciones seguidas de asimilación.

Pero consideremos la parte separada; se contraerá primero en una masa esferoidal ó más bien discoidal, porque está aplastada en el porta-objetos; esta contracción puede atribuirse á un rompimiento brusco del equilibrio; en efecto, el equilibrio inestable de la vida elemental manifiesta existía en la parte de la red que hemos separado, á consecuencia de cambios con el medio, de una parte, con el resto del protoplasma, de otra (corrientes protoplásmicas); hemos suprimido bruscamente estas últimas, hemos roto, por lo tanto, el equilibrio, y es necesario algún tiempo para que se restablezca de nuevo.

Las condiciones exteriores no han variado; el protoplasma elemental de la masa aislada se encuentra, pues, siempre en el estado normal de esta vida elemental manifiesta; se adhiere naturalmente al soporte en que está aplastado, y las diversas reacciones que se producen en su superficie, entre el medio y él, no pudiendo producir movimientos de conjunto, determinan deformaciones que, poco á poco, vuelven á dar á la masa la apariencia de una porción de red y de gromia, estado de equilibrio inestable obtenido de nuevo. En este momento, un observador no prevenido podría pensar que la red que mira

forma parte de una gromia entera. Siendo muy débil la tensión superficial al contacto del agua, los cuerpos extraños que en ella están en suspensión se adhieren á la superficie de la red cuando casualmente llegan á ella, y naturalmente penetran en una varice protoplásmica. Todos los fenómenos de adición directa se producen de manera natural como en una red de gromia entera.

Por tanto parece, finalmente, que *durante los primeros momentos que siguen á la merotomía* ninguna particularidad nos permite distinguir la masa aislada de lo que era antes de la separación.

Para asegurarnos de una manera general de este hecho interesantísimo, analicemos sucesivamente los diversos fenómenos de la vida elemental que conocemos ya, y veamos si son los mismos en las diversas especies de protozoarios, en las plástidas completas y en masas protoplásmicas separadas de ellas, durante una observación de corto tiempo.

RESPIRACIÓN.—Una de las condiciones importantes del equilibrio variable de la vida elemental es la presencia de oxígeno, ya lo hemos visto, y es, en general, imposible suprimir este agente sin determinar la destrucción brusca de la plástida. No obstante, Verworn ha podido paralizar los movimientos de rizópodos quitándoles el oxígeno, y reanudarlos devolviéndoselo. Un experimento del mismo autor prueba que el oxígeno desempeña idéntico papel en el equilibrio de los merozoitos desprovistos de núcleo que en el de las plástidas nucleadas. Pedazos de *Bursaria Truncatella* (infusorio ciliado), pueden generalmente seguir moviéndose gran número de horas, aun cuando no tengan núcleo; si se les suprime el oxígeno, el movimiento ciliar continúa seis ó siete minutos, luego disminuye y deviene bruscamente irregular; la desorganización de los fragmentos sobreviene casi inmediatamente.

Plástidas nucleadas de la misma especie, tratadas de idéntica manera, sufren exactamente igual suerte, lo cual prueba que el oxígeno interviene lo mismo en el equilibrio variable de las plástidas provistas ó desprovistas de núcleo.

Esta desorganización rápida de las plástidas, en ausencia del oxígeno, ha hecho decir que el protoplasma necesita de este elemento para su conservación. Más justo sería decir que no sabemos en todo momento hacer pasar artificialmente una plástida del estado de actividad al de reposo químico, y que, cuando suprimimos uno de los factores del equilibrio sin suprimir los demás, esa intervención brusca produce generalmente la destrucción del protoplasma (1). El experimento de Verworn con los rizópodos prueba que puede no ocurrir siempre así, y sabemos, por otra parte, que los esporos pueden conservarse bastante tiempo sin oxígeno.

MOVIMIENTOS.—Todos los autores que han hecho experimentos de merotomía con diversas especies de plástidas, están de acuerdo en afirmar que los movimientos de los merozoitos (2) desprovistos de núcleo, son, durante algún tiempo al menos, idénticos á los de las plástidas nucleadas. Todos están igualmente de acuerdo para señalar, en el momento de efectuada la operación de la merotomía, un estado de *excitación*. «Todos los fragmentos sin núcleo, hasta los más pequeños, después de haber pasado por momentos de excitación, consecuencia inmediata de la lesión sufrida, momentos que se

(1) El oxígeno es un factor absolutamente indispensable de la vida elemental *manifiesta* de todas las plástidas conocidas hasta aquí; pero ninguna consideración teórica puede hacer afirmar que esto sea verdadero para todas las plástidas posibles.

(2) Balbiani llama merozoito á toda parte separada por merotomía de un sér monoplástido cualquiera. Merozoito nucleado es el que contiene el núcleo de la plástida.

traducen en los rizópodos por una contracción, en los ciliados por una aceleración de los movimientos ciliares, *ejecutan exactamente los mismos movimientos* que ejecutaban cuando formaban parte todavía del animal intacto» (Verworn).

Fijémonos un momento en esa etapa de *excitación* que determinan los autores. Consideremos una burbuja de aceite en suspensión en un líquido de la misma densidad, y dividámosla en dos. Cada una de esas partes adquiere *rápidamente* una forma de equilibrio en relación con su nuevo volumen, y esa forma es igualmente esférica. Es que se trata, en este caso, de un equilibrio estático; no hay cambios entre la gota de aceite y el medio en que se encuentra, y las condiciones de equilibrio no son complejas.

Consideremos, por el contrario, un infusorio ciliado, por ejemplo; notemos, observándole, que hay cierto equilibrio variable entre los movimientos de las pestañas, el movimiento general del cuerpo, la forma general del mismo, los cambios químicos con el medio. Todos esos fenómenos se determinan y dependen unos de otros.

Dividamos la plástida en dos y la coordinación se interrumpe, pues hemos suprimido bruscamente la acción de una de las mitades sobre la otra; la relación del movimiento de las pestañas con el movimiento general de una parte de infusorio más pequeña y de forma diferente se interrumpe también. Es preciso que se establezca un nuevo equilibrio variable en relación con las nuevas condiciones; en tanto este hecho tiene lugar, se observa en los movimientos de los merozoitos nucleados ó no «algo desordenado que contrasta con el aspecto tranquilo y reposado de los individuos normales» (Balbiani). Pero, al cabo de un instante, una vez logrado el nuevo equilibrio, se nota que no hay ninguna diferencia entre los movimientos de los merozoitos desprovistos de núcleo y los de las plástidas nucleadas, y esto dura en tanto

no comienza la desorganización (véase el cap. VII, al principio). Es una demostración rigurosa de la ausencia de todo influjo del núcleo sobre los movimientos, resultado que debía preverse, si se admite que los movimientos no *pueden* mecánicamente tener otra causa que los cambios y las reacciones que ocurren al nivel de la *superficie* de la plástida, según hemos admitido anteriormente.

Una interesantísima serie de experimentos de Verworn ha demostrado que los merozoitos desprovistos de núcleo, pertenecientes á las especies quimiotrópicas, termotrópicas..., etc., manifiestan la misma atracción, la misma orientación por los agentes correspondientes que las plástidas nucleadas de que derivan, lo cual concuerda en absoluto con la manera como hemos comprendido esas diversas acciones (véase pág. 49), y prueba que son todas manifestaciones de propiedades *específicas* de los protoplasmas correspondientes. No se ha podido comprobar el mismo hecho respecto al fototropismo, porque las especies que tienen esta cualidad son demasiado pequeñas para sometidas á los experimentos de merotomía (1) (bacterias, flagelados, etc.)

ADICIÓN.—En los rizópodos reticulados más sencillos, lo mismo que en los más complicados (radiolarios), la posibilidad de la adición depende solamente del valor de la tensión superficial. Siendo este valor muy pequeño al principio, hay adición en los merozoitos desprovistos de núcleo, como igualmente en las plástidas nucleadas.

(1) No he hablado, á propósito del estudio de los movimientos, del de la vacuola contráctil, porque este órgano no existe en los rizópodos reticulados inferiores, ni en la mayor parte de los elementos histológicos de los metazoarios; básteme decir que el movimiento sigue siendo el mismo en los merozoitos desprovistos de núcleo.

Sabemos que los cuerpos extraños añadidos al protoplasma se bañan directamente en éste; en él se disuelven si son solubles, pero como la composición química del protoplasma desprovisto del núcleo varía con bastante rapidez (véase 2.^a aproximación), á causa de que la asimilación no existe, la disolución empezada puede no terminar, y así ocurre que algún cuerpo que sufrió en la plástida completa una disolución total, permanece á veces á medio disolver en el merozoito desprovisto de núcleo.

Insistiré en esta cuestión en el libro II; dejo también para entonces el estudio de la adición en los merozoitos sin núcleo de los rizópodos globulados y de los infusorios ciliados, porque es imposible hacerse comprender separando en estos cuerpos el estudio de la adición por medio de observaciones cortas y largas (1); pero se verá entonces lo que desde ahora afirmo sin demostrarlo, que los fenómenos de adición, como los de movimiento, son únicamente manifestaciones de propiedades específicas del protoplasma de las plástidas.

En resumen, en todos los fenómenos que la *observación de corto tiempo* nos permite notar en los seres monoplástidos, el núcleo parece inerte en el seno del protoplasma activo.

La plástida se mueve bajo el influjo de reacciones que tienen lugar *en su superficie*, entre su sustancia y el medio. Ningún cuerpo situado *en su interior* debe ejercer el menor influjo sobre este movimiento; los experimentos de merotomía nos han probado que en nada influye el núcleo sobre la naturaleza de los movimientos.

La adición depende de la naturaleza de la superficie

(1) En suma, el estudio completo de los fenómenos de adición no puede hacerse sino por medio de una observación de corto tiempo.

de separación de la plástida y del medio; el núcleo no influye para nada en los fenómenos de adición.

De la naturaleza de la vacuola ingerida en el protoplasma depende que se produzca un jugo digestivo. Para nada influye el núcleo en el *mecanismo* de esta producción, etc.

Generalmente, los fenómenos de la vida elemental, que permite notar una observación corta, son las manifestaciones de *propiedades del protoplasma de las plástidas*, y esa observación, efectivamente, no permite afirmar más que la existencia de los fenómenos intraprotoplásmicos.

CAPÍTULO V

Conclusiones del libro primero.

Para llegar á definir la vida elemental, buscábamos un carácter común á todas las plástidas vivas, y que las distinguiera, de una manera absoluta, de los cuerpos inertes.

¿Podemos deducir ese carácter de la composición química? No la conocemos.

¿De la estructura histológica? Es la misma después que las plástidas han sido muertas por un reactivo, y no es, por tanto, característica de las plástidas *vivas*.

¿Del movimiento? Es diferente en las distintas especies. No existe en algunas.

¿De la adición de sustancias nuevas á la masa de la plástida? Se realiza de maneras muy diversas, y cuerpos inertes pueden estar sujetos á ella.

¿De las reacciones químicas que tienen lugar entre la plástida y el medio durante una observación de corto tiempo? Varían con cada especie. Hay, sí, una reacción común á todas, la oxidación (respiración) á expensas del oxígeno libre ó combinado de manera más ó menos fija; pero muchos cuerpos inertes son oxidables en las mismas condiciones.

Claudio Bernard dice que el protoplasma de todas