

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.

xionar algunos instantes para darse cuenta de que esa palabra se refiere á todo agente físico ó químico que determina, *en un punto de la periferie de la plástida*, una modificación *química* del protoplasma. Todos los *tactismos* y *tropismos* estudiados en el capítulo II son las consecuencias de las *excitaciones* producidas por los agentes estudiados. Tal protoplasma es *sensible* á la luz violeta, tal otro no lo es. Es que la luz violeta produce en su punto de incidencia en la primera plástida una modificación química de una molécula protoplásmica, modificación que se trasmite al conjunto de la plástida, de manera que, según he expuesto anteriormente, á cada destrucción de una molécula protoplásmica corresponde la reconstitución de otra nueva, debido al fenómeno de asimilación.

La única diferencia que hay entre la *excitación* de la plástida por un agente exterior, y la *excitación* correspondiente de un compuesto químico inestable cualquiera, es que la destrucción química de una parte de la primera por el excitante está compensada por un fenómeno de asimilación que falta en el segundo. A éste la excitación le destruye como compuesto químico; á la plástida la deja intacta. Vemos aquí la propiedad fundamental que distingue á las plástidas vivas de los cuerpos inanimados, la *asimilación*.

Por lo que respecta al cambio de la excitación en movimiento ó en reacción de *naturaleza distinta*, no es especial de las plástidas vivas. Un rayo luminoso *hace detonar* una mezcla de cloro y de hidrógeno, como ese mismo rayo, ó una sustancia química, *pone en movimiento* á una plástida fototáctica ó quimiotáctica. La plástida de un lado, la mezcla de hidrógeno y cloro de otro, han reaccionado ante la excitación exterior trasformándola. La única diferencia está, lo repito, en la asimilación.

La excitabilidad se reduce, pues, á lo siguiente: Un choque, por ejemplo, produce en una plástida un fenómeno *químico* local, que se generaliza á la masa total del

sér y va acompañado de la manifestación física característica de la especie en estas condiciones. Esta manifestación no va acompañada, como en los cuerpos químicos comunes, de destrucción.

La idea de la excitabilidad de los protoplasmas parece, por consiguiente, provenir de la facilidad con que en ciertas especies una acción física exterior determina un fenómeno químico interior, que se traduce para nosotros en lo que llamamos un *funcionamiento*. La palabra excitabilidad se ha tomado, *equivocadamente*, de los animales superiores, en los que un choque produce un fenómeno reflejo que va acompañado á veces, en el hombre, de un proceso consciente de excitación. En resumen, la excitabilidad se refiere á la vez á la inestabilidad de las sustancias plástidas y á la asimilación que la encubre en las plástidas en estado de vida elemental manifiesta.

Acabo de pronunciar la palabra *funcionamiento*. Procede de una comparación con máquinas que realizan una tarea determinada. Es preciso, pues, que haya algo especial en la manera de ser de las plástidas.

En efecto, una de las cosas que nos sorprenden inmediatamente cuando observamos una gota de agua en que se agitan protozoarios, es la extraordinaria variedad de las manifestaciones de su vida elemental, y lo que particularmente observamos más, sus formas y sus movimientos. Es lo que nos hace decir que vemos varias *especies* de plástidas.

Pero todas esas manifestaciones *específicas* las vemos en muy poco tiempo. Una simple ojeada dirigida al campo del microscopio nos permite, si para ello estamos preparados, reconocer de qué especie son las plástidas que en él se encuentran. Pudiendo entrar todas esas manifestaciones específicas en la observación de corto tiempo, son, por tanto, manifestaciones de las propiedades del protoplasma de las plástidas consideradas. Hay,

pues, tantos protoplasmas como especies de plástidas. Las propiedades de los protoplasmas son las propiedades específicas de las plástidas.

La excitabilidad, en el primer sentido en que la entiende Claudio Bernard, es, por tanto, la manifestación de las propiedades del protoplasma de las plástidas, cuando este protoplasma, unido al núcleo, se encuentra en las condiciones de la vida elemental manifiesta. Si, según el gran fisiólogo, la excitabilidad sólo puede atribuirse al protoplasma, es que el núcleo, siempre contenido dentro de aquél, no reacciona jamás *directamente* al influjo de los excitantes exteriores, pero realmente es muy probable que los núcleos sean tan específicos como los protoplasmas. Sin embargo, no podemos afirmarlo, puesto que, en resumen, determinamos las especies por las propiedades de sus protoplasmas.

Constantemente, todas estas consideraciones nos llevan naturalmente á negar la unidad de la *vida elemental manifiesta*, á pesar de la unidad del término empleado. La vida elemental manifiesta de una amiba es muy diferente de la de una gromia; el protoplasma de la amiba es diferente del de la gromia. Por ello he propuesto que se dé al protoplasma de cada especie el nombre mismo de ésta, que se diga, por ejemplo, *aspergillus* en vez de protoplasma de *aspergillus*, etc. (1). En resumen, cuando se trata de especificación, *basta hablar de protoplasmas*. Pero todas las sustancias plásticas, tanto del protoplasma como del núcleo, tienen en común una particularidad especial que las distingue de todos los demás cuerpos químicos; lo hemos visto anteriormente y es inútil insistir (véase la nota de la pág. 122). Esta particularidad debe depender de alguna causa común de estructura atómica (2).

(1) *La matière vivante*, pág. 112.

(2) *Idem*, *Fonction P.*, págs. 31 y 148.

ANESTÉSICOS Y VENENOS.—Introducidas ciertas sustancias en el medio en que una plástida ve realizadas las condiciones de su vida elemental manifiesta, la paralizan. Es que dan lugar con algunas de las sustancias de la plástida á combinaciones que ya no son sustancias plásticas, ó por lo menos combinaciones tales que el conjunto de las sustancias concomitantes en lo que era la plástida ya no constituye una plástida. Se dice entonces que ésta está envenenada, que la sustancia introducida en la reacción es un veneno (1).

Hay venenos generales, es decir, sustancias susceptibles de detener la vida elemental manifiesta de todas las especies de plástidas sin excepción (el bicloruro de mercurio á dosis suficiente, por ejemplo). Hay venenos especiales de ciertas especies de plástidas y absolutamente inofensivos para otras, lo cual prueba una vez más las diferencias químicas de los diversos protoplasmas. La existencia de estos venenos especiales de ciertas especies nos explicará la sucesión de las faunas en un aquarium de dimensiones limitadas. La misma fundamenta la terapéutica de ciertas enfermedades microbianas (matar el parásito sin perjudicar al que lo tiene; la quinina, por ejemplo, mata los *Hemameba Laverani* á un grado de concentración en que es inofensiva para el organismo humano). Finalmente, hay especie animal que come corrientemente y en abundancia de determinada clase de vegetal que es un veneno violento para otra especie animal, y no experimenta ninguna molestia.

(1) Ciertos venenos forman con las sustancias plásticas combinaciones solubles y su acción se traduce por la desaparición total de la plástida. Otros producen combinaciones insolubles; la seudomorfosis de la plástida se conserva entonces más ó menos tiempo, según que las sustancias resultantes de la acción del veneno son atacadas más ó menos pronto por el medio.

Ciertos venenos no son definitivos en su acción. El alcohol, por ejemplo, reunido en un mosto que fermenta bajo la acción de la levadura de cerveza, suspende, cuando ha alcanzado cierto grado de concentración, la vida elemental manifiesta de esa levadura. La envenena, pues, dado que, aparte la presencia del alcohol, el mosto contiene precisamente todo lo que es necesario á la condición número 1 de la levadura. Efectivamente, ésta pasa á la condición número 2 y está condenada á una destrucción fatal, á menos que se la transporte á un mosto nuevo desprovisto de alcohol. Si de esta manera se renueva el medio antes de que haya permanecido demasiado tiempo en la condición número 2, se la ve comenzar de nuevo á vivir y hacer fermentar el mosto. Es que la combinación formada por el alcohol con una ó varias de sus sustancias plásticas era inestable, era susceptible de disociación en un medio pobre en alcohol, lo que efectivamente ha tenido lugar. Las sustancias plásticas modificadas vuelven á ser sustancias plásticas por esa disociación, la condición número 1 se realiza de nuevo y la vida manifiesta se reanuda.

Esos venenos que forman con las plástidas combinaciones inestables, que se destruyen en cuanto es escasa la cantidad de veneno que el medio contiene, son los anestésicos, que Claudio Bernard llama *reactivos naturales* de toda sustancia viva: «Esas sustancias gozan de la propiedad de suspender la actividad del protoplasma de cualquier naturaleza que sea y en cualquier forma que se manifieste. Todos los fenómenos que se hallan verdaderamente bajo la dependencia de la excitabilidad vital quedan en suspenso ó son definitivamente suprimidos. Los otros fenómenos, de naturaleza puramente química (?) que se realizan en el sér sin el auxilio de la excitabilidad (véase párrafo anterior) son, por el contrario, respetados. De ahí un medio en extremo precioso para distinguir en las manifestaciones del sér vivo lo que es vital

*de lo que no lo es»* (1). Todo esto se traduce fácilmente diciendo que los anestésicos hacen pasar á las plástidas de la condición número 1 á la número 2, con posibilidad de volver á la número 1 si se renueva el medio.

Dicho de otro modo, hay dos maneras posibles de actividad química de una plástida: en el estado de vida elemental manifiesta, que va acompañada de asimilación; en otra condición cualquiera, que va acompañada de destrucción. A éstos dos modos de actividad química alude Claudio Bernard cuando dice que los anestésicos distinguen «lo que es vital de lo que no lo es». Es también lo que hay que entender siempre en el siguiente pasaje que determina las propiedades generales de los anestésicos:

«Los anestésicos obran sobre todos los elementos orgánicos; en cierta dosis, al cabo de un tiempo determinado, todos son atacados. Esta verdad, de extremada importancia desde el punto de vista de la fisiología general, resulta de los experimentos de Claudio Bernard expuestos en 1887 al Congreso de la Asociación francesa... Al hecho bien conocido de la influencia de los vapores de éter y de cloroformo sobre la sensitiva, Claudio Bernard añade otros en gran número. El corazón que se saca del cuerpo de la rana y de la tortuga cesa de latir en una atmósfera eterizada y reanuda sus movimientos en cuanto se le saca de ella. Los vapores anestésicos suspenden la agitación de las pestañas del epitelio vibrátil y las hacen caer en un reposo pasajero. Ensayos realizados con semillas de col, de nabo, de lino, de cebada y de barro, demuestran que la germinación se detiene aplicando los anestésicos (éter, cloroformo, bromuro de etilo, etcétera) y se reanuda luego activamente cuando dejan de estar en contacto con esas sustancias. En tanto la germinación se suspende, los fenómenos químicos siguen

(1) Cl. Bernard. *Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 253.

su curso, prosigue la respiración y se presentan como de ordinario las digestiones del almidón y del azúcar. En este orden de ideas, Müntz ha observado que los organismos de la levadura de cerveza, *Saccharomyces cerevisiae*, dejan de producir la fermentación alcohólica, fenómeno íntimamente unido, como es sabido, á su actividad vital, pero siguen produciendo el fenómeno químico de digestión, en virtud del cual el azúcar común se transforma en glucosa (1). Lo que es verdad respecto al fermento figurado levadura de cerveza, lo es igual respecto á todos los demás fermentos figurados. En una palabra, los fenómenos verdaderamente característicos de la vitalidad desaparecen (2), los otros siguen su curso ordinario. Las hojas del trigo atizonado en que se suspenden las manifestaciones vitales por desecación, reanudan su vida activa, pasado un tiempo cualquiera, cuando se las humedece (3); pero si se hace con agua eterizada, la reviviscencia no tiene lugar (4). Se retrasa hasta el momento en que se sustituye ese agua eterizada por agua común.

«Finalmente, si se exponen á los mismos agentes plantas acuáticas, *Polamogeton*, *Spirogyra*, siguen respirando en el sentido ordinario de la palabra, es decir, ejecutando el fenómeno universal, de esencia química, que se traduce por la absorción de oxígeno y la exhalación de ácido carbónico, pero el fenómeno tan esencialmente vital de la respiración clorofílica, atributo del protoplasma verde de las plantas, se suspende durante todo el tiempo de la prueba» (5).

(1) Reacciones de la plástida en la condición núm. 2.

(2) Es decir, que ya no hay vida elemental manifiesta, pero que, no obstante, hay actividad química (condición núm. 2).

(3) Condición núm. 3. Vida latente. Anhidrobiosis de A. Giard.

(4) Paso de la condición núm. 3 á la núm. 2.

(5) A. Dastre. *Étude critique des travaux récents sur les anesthésiques*.

Claudio Bernard llama á esas sustancias *anestésicos de la excitabilidad*, porque impide que se manifieste, es decir, que lo hagan como de ordinario, en la condición número 1, las propiedades químicas de las plástidas. Quiere decirse, en realidad, que se combinan con las sustancias plásticas y modifican de esta suerte sus propiedades. Algunas de las sustancias R de la ecuación II son generalmente anestésicas de la especie correspondiente (véase *Fatiga*).