

ra electricidad de nombre contrario producida por una máquina, y las gotitas, precipitándose por cohesión unas sobre otras, formarán algunas gruesas gotas de lluvia que dejarán así limpida la atmósfera. La operación ha tenido un gran éxito en volúmenes de aire muy considerables y puede tener un interés práctico. Atengámonos aquí al lado teórico, único que nos interesa en relación con los fenómenos vitales.

Daremos un paso más en el conocimiento del estado protoplásmico, diciendo, cuando esto se halle completamente demostrado, que todos los cuerpos vivos están en estado coloidal. Esto nos hará comprender ciertas particularidades de las substancias vivas, pero no las definirá completamente, puesto que hay substancias no vivas que son coloides; será, sin embargo, más fácil encontrar en los cuerpos coloides elementos de comparación para la explicación de los fenómenos vitales. Vamos á servirnos inmediatamente de estas nociones, tomadas de la historia general de los seres vivos, para hacer un estudio profundo de un caso particular que se mostrará lleno de enseñanzas fecundas: el de una vacuola abierta en el protoplasma de un ser unicelular.

## CAPÍTULO II

### Historia de una vacuola digestiva.

#### § 7.—DEFINICIÓN DE LA VACUOLA.

En un gran número de animales inferiores formados de una masa continua de protoplasma, en las amibas, los infusorios ciliados, por ejemplo, se observa un fenómeno curioso que desempeña ciertamente un papel considerable en la alimentación de esos seres. Bajo la influencia de movimientos particulares á cada especie y que no hay para qué estudiar aquí, se encuentran ingeridos cuerpos extraños, englobados en el protoplasma de estos animales, al mismo tiempo que una gota de agua tomada al medio en el cual viven estos protozoarios, charcos, infusión vegetal, etc.

A consecuencia de este fenómeno de ingestión, existe, pues, en el seno de un protoplasma vivo una gruta, una caverna llena del agua exterior y conteniendo en suspensión uno ó varios cuerpos extraños; esta gruta, abierta en un protoplasma homogéneo, es generalmente casi esférica; se le llama *vacuola* y es comparable á una gota de agua en el seno de un

aceite pesado, con la sola diferencia de que en el caso de la vacuola la substancia en la cual se encuentra situada es *viva*.

En todos los casos en que una gota de líquido se encuentra así colocada en un líquido diferente, se debe prever que el líquido ambiente influirá sobre el líquido englobado. Sucede, en efecto, generalmente, que ciertos cambios se verifican entre los dos líquidos, cambios que se resumen bajo la apelación general de fenómenos de difusión. Estos fenómenos de difusión son más ó menos importantes, según los casos.

Si se trata, por ejemplo, de una gota de tinta que se deposita suavemente en el seno de una masa de agua, la difusión no termina hasta que ha desaparecido toda traza de heterogeneidad y la tinta se ha repartido de un modo regular en toda la masa de agua. A causa del color de la tinta se puede seguir con la vista lo que ocurre. Se ve una nube creciente que invade poco á poco el conjunto del líquido; lo que podríamos llamar *la vacuola* es efímera, es un volumen creciente que contiene á cada instante una mezcla de tinta y agua, en proporciones sin cesar variables hasta que la mezcla homogénea llena el vaso en donde se hace la experiencia; el agua y la tinta llenan, por último, una y otra, todo el espacio disponible; se dice en este caso que los dos líquidos considerados son miscibles.

Cuando, por el contrario, la vacuola estudiada está constituida por una gota de aceite colocada en el seno de un líquido acuoso, conserva su forma esférica y permanece visible, limitada por un contorno que no parece casi variar como forma y como

dimensiones. No hay por ello que deducir que entre el agua y el aceite yuxtapuestos no pasa nada; si, por ejemplo, el aceite contenía en disolución ciertas substancias con sabor ú olor característicos, sucederá que el agua se impregnará rápidamente de este gusto ó de este olor. Aquí aún habrá habido, pues, ganancia de espacio, al menos para ciertos elementos, aunque el aceite y el agua continúen ocupando en el volumen total regiones separadas por un contorno fácil de ver. Se dirá entonces que los dos líquidos, agua y aceite, no son miscibles, pero que había en el seno de estas dos substancias elementos miscibles.

Entre la vacuola de ingestión de una amiba y el protoplasma ambiente ocurrirán de igual modo fenómenos importantes, que pueden ser contados en el lenguaje de la lucha por el espacio sin entrar en el detalle de los hechos. Esta gruta, abierta en el protoplasma y llena al principio de substancias diferentes de aquél, es, en nuestro lenguaje figurado, un espacio á conquistar por la substancia viva, que triunfará más ó menos, según los casos. Se da el nombre de *digestión* á la primera etapa del fenómeno, y por eso la vacuola es llamada "vacuola digestiva".

#### § 8.—LA DIGESTIÓN Ó ASIMILACIÓN FÍSICA PRIMERA ETAPA DE LA CONQUISTA.

Conquistar un espacio es, para un protoplasma definido, imponerle un *estado* personal. Si la conquista fuese completa ó inmediata no habría dificultad alguna en el lenguaje; la conquista se redu-

ciría á esto: que el espacio ocupado primitivamente por la vacuola se llenase de protoplasma *idéntico* al que le rodeaba en el momento de la ingestión; habría *asimilación*, en el sentido literal de la palabra, es decir, que la vacuola no dejaría otro recuerdo, en la historia del ser vivo considerado, que un aumento en la cantidad de su protoplasma sin modificación alguna en sus propiedades. El resultado sería el que produce una gota de agua añadida á un agua idéntica; pero el punto de partida sería diferente en el sentido de que, en el caso del ser vivo, el contenido de la vacuola era diverso de la sustancia viva ambiente, mientras que, en el caso del agua, los dos elementos adicionados eran idénticos: esta es, además, la característica de los seres vivos.

En realidad, es asimilación la que resulta, al cabo de cierto tiempo, de la formación de la vacuola en el seno de un protoplasma vivo; pero esta asimilación no es siempre completa, porque generalmente quedan lo que se llama partes no asimilables. Si en la vacuola había, por ejemplo, trozos de vidrio molido, estos pedazos de vidrio no sufrirán transformación alguna y acabarán, sencillamente, por ser expulsados del protoplasma en el curso de movimientos que yo no estudio aquí, así como tampoco los que determinan la ingestión.

No nos ocupemos, por el momento, de esos residuos condenados á la expulsión, y refrámonos á los casos en que la asimilación puede ser considerada como completa. Una vez terminado el fenómeno podemos decir se ha efectuado la conquista, que el protoplasma ambiente ha impuesto su *estado* al espacio

primitivamente ocupado por la vacuola. Pero si estudiamos el proceso en sus detalles nos encontraremos con grandes sorpresas.

Las transformaciones que sufre la vacuola tienen por resultado definitivo la asimilación; pero si las etapas sucesivas nos conducen al resultado preciso de la *identidad* de las sustancias transformadas y de la sustancia transformante, nos encontramos en el curso de esas etapas en presencia de estados que pueden, desde ciertos puntos de vista, parecer *más lejanos* del estado de identidad final que lo era el estado inicial del contenido de la vacuola. Si, como se verifica generalmente cuando se observa la ingestión en los laboratorios, el líquido ambiente es ligeramente alcalino, el primer fenómeno fácil de apreciar es la aparición de una reacción *ácida* en un líquido primitivamente alcalino, y que la ingestión ha introducido en el seno de un medio protoplásmico igualmente alcalino. He puesto de relieve esta particularidad curiosa de las vacuolas de ingestión de un gran número de protozoarios. Así, la primera etapa de la asimilación de un líquido alcalino ingerido por otro líquido alcalino ingerente, es ¡convertir en *ácido* al primero! He aquí un resultado que no se esperaba y que nos da que pensar respecto de lo que llamamos "estados vecinos" de dos cuerpos diferentes.

Esta noción de "vecindad" es muy imprecisa y engañosa. El óxido rojo de mercurio es vecino del minio desde el punto de vista del color, y vecino, con arreglo á la composición química, del óxido amarillo de mercurio, que es de un color diferente. Si estoy á un paso del punto á que me dirijo y me ale-

jo dando un segundo y luego un tercer paso, ¿diré que al pasar del paso segundo al tercero me aproximo al punto de llegada, porque el número 3 es impar como el número 1, mientras el número 2 es par?

En la imposibilidad en que nos encontramos de describir una cosa en su conjunto, empleamos forzosamente un lenguaje analítico, descomponemos la descripción del cuerpo á estudiar en elementos susceptibles de una medida ó al menos de una apreciación fácil por los medios humanos, y es cierto que esta descomposición es facticia y convencional, pero no podemos comparar entre sí, cuando se trata de dos cuerpos diferentes, más que los elementos de estos dos cuerpos de que hacemos apreciación en el mismo lenguaje. Los dos ejemplos que he establecido algunas líneas más arriba, demuestran cuán ilusorio sería juzgar de la vecindad de los cuerpos con arreglo á la de las propiedades mensurables en las que descomponemos artificialmente sus descripciones. ¿Pero cómo juzgar entonces?

No podemos dejar nuestra naturaleza de hombres ni utilizar otros medios de apreciación que los humanos. Es preferible renunciar á servirse de esta noción de vecindad ó, al menos, limitarse á decir que cuando un cuerpo está en camino de transformarse de modo que llegue á ser idéntico á otro, se encuentra tanto más próximo cuanto más cerca esté del momento en que será idéntico. Con esta convención, puesto que sabemos que, en el caso estudiado, el contenido de la vacuola está en camino de identificarse al protoplasma ambiente, diremos que su estado se aproxima sin cesar al del protoplasma, aunque, en ciertos detalles, desde el punto de vista de

la reacción alcalina ó ácida, por ejemplo, parezca en camino de alejarse.

Esto sentado, cuando se trate de cuerpos que no se transformen uno en otro, las cuestiones de vecindad no tendrán significación alguna (á menos que uno de ellos sufra una transformación *análoga* á otra que sea conocida de antemano, como aproximando al segundo un tercer cuerpo susceptible de hacerse idéntico: aun con eso quedará mucha obscuridad é imprecisión en este lenguaje: hará falta saber apreciar el valor de las analogías; esto no será científico).

Volvamos á nuestra vacuola. En el caso simple que acabamos de estudiar hace un momento, se identifica poco á poco al protoplasma ambiente; al cabo de un tiempo más ó menos largo, según los casos, uno de sus más importantes caracteres físicos, desde el punto de vista de la descripción que de él puede dar un observador con el microscopio, se transforma de una manera notable; su contorno se hace cada vez más difícil de ver; su contenido es, por lo que se refiere á las propiedades ópticas, cada vez menos diferente del protoplasma que le rodea. Hay allí, evidentemente, una modificación que desconocemos y de la cual sólo sabemos que se manifiesta por variaciones de propiedades físicas. Y, sin embargo, esta simple observación nos da una idea que podrá ser el punto de partida de un lenguaje cómodo.

Una vez, en efecto, que la asimilación definitiva se haya obtenido, esto querrá decir que existe identidad entre el contenido del espacio primitivamente ocupado por la vacuola y el protoplasma ambiente, tanto bajo el aspecto físico como bajo el químico.

Sin tratar de precisar, por el momento, lo que es del campo de la química (y en este caso sería muy difícil puesto que no conocemos la química del protoplasma), podemos separar provisionalmente los fenómenos que conducen á la identidad física de aquellos que llevan á la identidad química. Hemos visto, por ejemplo, que la reacción ácida de la vacuola (particularidad que hasta nueva orden se considera como química) acompaña á la desaparición óptica del contorno de la misma vacuola (particularidad que debemos considerar como física). La dificultad es tanto mayor cuanto que los fenómenos vitales ocurren precisamente en esa zona indecisa, que está á caballo sobre la física y sobre la química, y que se llama química-física.

Hagamos, pues, esta distinción en el lenguaje, sin precisar, por de pronto; más de lo necesario, y en previsión de la necesidad en que habremos de encontrarnos muy pronto de separar unas de otras, algunas de las etapas de la asimilación.

Para conformarnos al lenguaje corriente, daremos el nombre de *digestión* al conjunto de los fenómenos físicos que ocurren en la vacuola y que imponen al contenido de ésta el estado físico del protoplasma ambiente. Dicho de otro modo: la digestión será la *asimilación física* del contenido vacuolar por la substancia activa que le rodea. Es evidente, que esta descomposición del fenómeno total de la asimilación, tiene algo de artificioso, tanto más cuanto que la asimilación física tiene como forzosa consecuencia, en ciertos casos, algunas reacciones químicas; pero la descomposición que se hace del mismo fenómeno en el lenguaje corriente por compa-

ración con lo que ocurre en el hombre, es igualmente convencional. Se dice que hay secreción de jugos digestivos en la vacuola, digestión del contenido vacuolar, absorción de las substancias digeridas, y, por último, asimilación definitiva. Todo esto parece muy claro porque está tomado de la historia del hombre; pero, en realidad, costaría mucho trabajo dar en el lenguaje de la química el detalle de cada una de estas operaciones parciales.

#### § 9°—ESPECIFICIDAD DEL ACTO DIGESTIVO.

El mayor inconveniente de este lenguaje es, en mi concepto, que separa totalmente la digestión de la asimilación; quita á la digestión su carácter específico y conduce á la idea peligrosa de que el mismo cuerpo es digerido de la misma manera en las vacuolas protoplásmicas de las diferentes especies unicelulares. Todos los que emplean este lenguaje (y yo me reprocho el haberlo empleado con frecuencia) llegan fatalmente á considerar la digestión como una simple disolución. Pero mirando de cerca, se ve bien pronto que esta palabra disolución, precisa cuando se trata de un cristal que se liquida, no tiene sentido alguno cuando se trata de cuerpos coloides, como lo son ordinariamente los alimentos de los animales.

Un cuerpo coloide, cuando es digerido por un ser vivo, se muestra transformado en otro cuerpo igualmente coloide; no hay paso de un estado sólido á un estado líquido como en una disolución, sino modificación de un estado coloide, y se concibe fácilmente que como cada protoplasma específico tiene sus particularidades de estado físico y de compo-

ción química propias, la digestión, por este protoplasma, de un coloide ingerido, sea simplemente una *asimilación física*. El protoplasma activo y vivo impone su estado físico personal á los diferentes coloides introducidos en sus vacuolas, y esta es la única significación conveniente que puede darse á la palabra *digestión*.

Si poseyéramos aparatos que nos permitieran apreciar, medir, lo que llamamos el estado físico del protoplasma de una especie dada, podríamos definir detalladamente lo que significa la frase *asimilación física*. En realidad, no sabemos lo que es un mismo estado físico en dos cuerpos diferentes; nos enteramos sólo de que las variaciones que se producen en la vacuola se dirigen en el sentido de la realización de un estado de equilibrio entre el contenido y el continente.

El equilibrio definitivo no se obtiene sino cuando la asimilación total, tanto física como química, ha sido realizada. La separación de la digestión en el conjunto de los fenómenos que conducen á la asimilación, no tendría, por tanto, sino el valor de un término analítico convencional, si no se supiera determinar experimentalmente los fenómenos parciales que están á mitad de camino de la asimilación, ó sea *las digestiones in vitro*. Esta es una cosa muy importante, y si hemos llegado á ella mediante consideraciones teóricas, hoy día insostenibles, no es menos cierto que es, tal vez, la más penosa conquista de la biología.

Mientras la vacuola tiene un contorno definido en el protoplasma vivo, se puede hablar de su contenido como de algo extraño á este protoplasma y con-

siderar las variaciones que en ella se producen como resultado de sustancias segregadas por el protoplasma y que se introducen en ella por difusión, emanando de la sustancia viva. Entonces se considera los fenómenos que ocurren en la vacuola como resultantes, no ya de la acción directa de la *influencia* del cuerpo vivo sobre el contenido de la vacuola, sino de las reacciones físicas ó químicas que se producen en el seno del líquido vacuolar merced á la presencia en este líquido de los elementos segregados por el protoplasma. Esta manera de ver, evidentemente tomada de la historia del hombre, ha llevado á hacer experiencias que han sido parcialmente satisfactorias y que voy á resumir en unas cuantas líneas.

Si hay en el protoplasma vivo de una amiba, por ejemplo, principios difusibles en el agua, pero que son más ó menos retenidos (1) en este protoplasma mientras la amiba vive, se podría mecánicamente, triturando los cuerpos de las amibas en un líquido, hacer difundir en él estos principios activos; luego, en este líquido, colocado lo mejor posible en las condiciones de la vacuola observada (reacción ácida, por ejemplo), se introducirán cuerpos susceptibles de ser digeridos por una vacuola de amiba, y se verá si sufre *in vitro*, en el líquido así preparado, las mismas transformaciones.

La cuestión es saber, dicho de otra forma, si la actividad digestiva de la amiba es transportable fuera de la amiba viviente. La experiencia ha demostra-

(1) Veremos más adelante lo que hay que pensar de esta hipótesis de la retención de las diastasas en las células vivas.

do que esta actividad es parcialmente transportable (1).

Este resultado, aunque grosero, es muy digno de tenerse en cuenta, por demostrar que un líquido no vivo puede ser dotado artificialmente de algunas de las propiedades más curiosas de la vida; ciertos autores han inferido de ello que este líquido está dotado de una vida parcial; esta es una manera de hablar por lo menos inútil.

Desde el punto de vista donde nos colocamos, el resultado de esta experiencia tiene otro interés,

(1) He aquí, según M. Metchnikoff, los detalles de la experiencia realizada á este propósito por M. Mouton: "Tomaba una cantidad de amibas, y después de haberlas centrifugado con agua, travaba el depósito por la glicerina. Por medio del alcohol obtenía un precipitado fácilmente soluble en el agua. El líquido obtenido ejercía una influencia digestiva indiscutible sobre las substancias albuminoideas. Liquidaba fácilmente la gelatina y atacaba, aunque débilmente, la albúmina coagulada por el calor... Había, pues, en el líquido preparado con las amibas una diastasa proteolítica, pero de actividad débil.

Por el contrario, el mismo extracto no encerraba ni sucrasa capaz de invertir el azúcar de caña, ni lipasa para la digestión de las materias grasas... Las experiencias de M. Mouton, encaminadas al estudio de la acción de la amibo-diastasa sobre las bacterias y realizadas con colibacilos vivos han dado resultado negativo. Pero estos microbios, previamente muertos por el calor ó por el cloroforno, han sido perfectamente atacados por el fermento soluble de las amibas.

La amibo-diastasa digiere, pues, perfectamente *in vitro* las bacterias muertas, mientras en el cuerpo de las amibas ataca á las bacterias en estado vivo. Hay que deducir de esto, añade M. Metchnikoff, que sólo una pequeña parte de esta diastasa va en los extractos de M. Mouton."

O más bien, diría yo que la diastasa ó parte transformable de la actividad vital, en este caso, no representa sino uno de los elementos de esta actividad vital.

porque nos permite detener en una de sus etapas el fenómeno de la asimilación, que en la amiba va siempre hasta la indentificación total.

Yo he propuesto llamar *asimilación física* á esta etapa vital que es realizable fuera de la vida; esperando que lo que sigue justificará esta apelación más ventajosa que la palabra "digestión"; veremos qué fecunda es esta noción de la *transportabilidad parcial* de actividades vitales específicas en los líquidos muertos. Toda la seroterapia ha salido de ahí.

Antes de ir más lejos, no creo inútil demostrar, con un ejemplo de toda evidencia, cuán preferible es esta expresión de "asimilación física" á la palabra digestión que aparta toda idea de especificidad.

En el pensamiento de los que emplean la palabra digestión es evidente que el fenómeno de la transformación de un coloide, determinada por el agente digestivo, es comparable á una simple disolución; las carnes, por ejemplo, son digeridas, es decir, reducidas á una papilla en el jugo gástrico del hombre y en el jugo gástrico del cerdo, y toda idea de especificidad, de precisión, en una tal digestión, está de tal modo descartada, que se admiran de ver resistir á la acción del jugo gástrico las mismas células que lo han producido; he aquí unas líneas tomadas de un reciente tratadito de fisiología, por lo demás excelente: "¿Por qué las diastasas, tales como la pepsina y la tripsina, que digieren las materias azoadas, no digieren el estómago y el intestino vivos? No se sabe.

Los tejidos vivos poseen para estas diastasas una inmunidad notable. Decir que hay inmunidad no es, por otra parte, explicar el hecho, sino expresarlo

simplemente indicando su analogía con otros que más tarde veremos" (1).

Esta cuestión se plantea naturalmente, en efecto, si se considera simplemente la digestión como una disolución; pero no puede ocurrirse si se la considera como una asimilación física, porque las células vivas, que obran sobre los coloides y los asimilan, no tienen necesidad de transformarse para llegar á ser semejantes á sí mismas, sino que están al contrario, y rigurosamente, en equilibrio específico con el líquido digestivo que impone su estado físico á los alimentos de origen diferente.

Yo me conformo con señalar este hecho; encontramos más adelante otros más importantes y de la misma clase, en los casos de fabricación de suero específico á consecuencia, por ejemplo, de la inyección de leche de vaca en el peritoneo de un conejo de Indias. Esta fabricación, en absoluto incomprensible con la antigua noción de digestión, aparece con toda claridad con la noción de asimilación física. Se comprende del mismo modo inmediatamente que el veneno de las serpientes sea inofensivo para las serpientes.

§ 10 — PRIMERA NOCIÓN DE LA TRANSPORTABILIDAD PARCIAL DE LOS FACTORES FÍSICOS DE LA LUCHA VITAL.

H. Mouton, que ha hecho sobre las amibas las experiencias precedentes señaladas (2) del transporte

(1) BRÜCKER. *Sciences naturelles*, pág. 165. París. Delagrave, 1905.

(2) Véase la nota de la página 56.

de actividad digestiva á los líquidos muertos, dice, siguiendo en esto la costumbre extendida ahora, que este líquido extraído mecánicamente de los cadáveres triturados de amibas, contiene un cuerpo especial, capaz de digerir los albuminosos en ciertas condiciones, y al cual llama "amibodiastasa".

Se da, de una manera general, el nombre de diastatas á los cuerpos *conocidos solamente por sus efectos*, y que transportan á los líquidos en donde se encuentran las propiedades de asimilación física de las sustancias vivas.

En tanto que no se trate sino de fenómenos de digestión del orden de aquellos que se verifican en un estómago de ternera ó de cerdo, el resultado de la acción de las diastatas es bastante difícil de analizar con precisión para aquel que no haya pensado que puedan ser distintos para los animales diferentes; se dice, por ejemplo, corrientemente, la pepsina, la tripsina, en lugar de decir "la pepsina de ternera, la tripsina de cerdo", como si se estuviese seguro de que los resultados de su acción sobre una misma carne fuesen idénticos. Por el contrario, para estas digestiones, ó mejor dicho, para otras asimilaciones físicas, que producen enfermedades y para las cuales se tiene reactivos muy precisos, se definen las diastatas activas ó toxinas, no por sus efectos, sino por su origen, y así se dice la toxina tetánica, y no la toxina convulsivante, expresando que esta toxina representa una parte transportable de la actividad del microbio del tétanos, sin indicar cómo se manifiesta esta actividad.

Para que la definición sea completa, hace falta definir una diastasa á la vez por su origen y por sus



efectos, porque de un lado, las diastasas de orígenes diversos pueden producir efectos bastante análogos para que la observación deficiente del hombre no pueda distinguir unas de otras; de otra parte, una misma substancia viva puede dar nacimiento, en condiciones diversas, á diastasas que posean actividades diferentes.

En general, se descuida una de las partes de la definición contentándose con clasificar las diastasas digestivas por su resultado (amilasas, pepsina, tripsina, maltosa, sucrasa, etc.), y las diastasas tóxicas, por su origen (toxina tetánica, toxina diftérica, etc.). La sucrasa, por ejemplo, tiene por propiedad característica invertir el azúcar de caña ó sacarosa.

Esta transformación es un fenómeno químico fácil de seguir y aun de dosificar por medio del licor de Fehling.

Jernbach ha estudiado la sucrasa procedente del *aspergillus niger* y la que suministran diversas levaduras de cerveza, caracterizándolas por la cantidad de azúcar que invierten en un tiempo dado y en condiciones especiales. Se puede decir, dada la identidad de resultados de la inversión del azúcar, que todas las especies vivas estudiadas por este sabio producen *una misma diastasa*, en proporciones variables, según la especie y según las condiciones donde se las cultive.

Por de pronto, se conocen otros agentes además de la sucrasa, los ácidos, por ejemplo, que pueden invertir la sacarosa en ciertas condiciones; pudiendo desde luego pensar, y otros hechos habrán de confirmarlo, que la sucrasa no es un compuesto químico definido que obre en el caso considerado en virtud de sus pro-

piedades químicas, sino que representa más bien un cierto *estado*, una cierta reunión de condiciones en las cuales la sacarosa no puede subsistir sin invertirse; en otros términos, las especies vivas que producen la sucrasa son simplemente especies con las cuales la sacarosa no puede quedar en equilibrio al estado de sacarosa, sino solamente al estado de azúcar intervertida.

Entonces, el hecho de la interversión del azúcar <sup>10</sup> indica una *identidad* entre los estados de los líquidos donde viven las especies productoras de sucrasa, sino solamente una analogía; dos corrientes de agua diferentes pueden hacer girar el mismo molino, si <sup>11</sup> que por esto se tenga el derecho de decir que estas corrientes de agua son idénticas; sería preferible hablar del *poder inversivo* de los líquidos considerados, mejor que dejar suponer, por el empleo de la palabra sucrasa, la existencia en estos líquidos de substancias idénticas de procedencia diferente. El estudio de las diastasas microbianas ó toxinas cuando se hace por medio de reactivos vivos más precisos que la inversión del azúcar de caña, parece probar que estas diastasas son verdaderamente específicas, peculiares á las especies que las producen; y, por consecuencia, si lo grosero del medio de investigación empleado en el caso del azúcar de caña nos hace pensar en la existencia de una *misma* diastasa en los líquidos procedentes de especies diferentes, debemos pensar, por analogía con las toxinas, que esta identidad no es cierta y proviene de la imperfección de nuestros procedimientos de investigación.

Las manifestaciones de la vida de una especie celular cualquiera son extremadamente complejas; colocándose solamente en el punto de vista de las trans-

formaciones que hace sufrir á las sustancias del medio que la baña, y dejando aparte los hechos vitales esenciales, la asimilación propiamente dicha ó el aumento de la cantidad de sustancia viva, se puede proponer analizar la actividad total de la célula descomponiéndola en actividades transportables á medios muertos; este sería el análisis verdaderamente biológico de una vida celular. Desgraciadamente, á estas actividades transportables no se las conoce más que por sus resultados; puede ser que dos resultados muy diferentes para nuestros observadores (la inversión del azúcar de caña y una acción tóxica sobre una especie viva) sean la consecuencia de una misma particularidad; tal vez, por el contrario, un mismo resultado sea debido en dos partes desiguales á dos agentes que no sabemos diferenciar. Nada más grosero que los medios, aun los más perfeccionados, por los cuales se *separan* hoy las diastasas diversas en los laboratorios; pero reina en este camino una tal actividad, que se pueden esperar, y no á largo plazo, notables descubrimientos.

Las observaciones que acabamos de hacer á propósito de los fenómenos de la vacuola digestiva, nos permiten solamente anunciar este hecho muy importante: que una pequeña parte de la actividad específica de los seres vivos puede ser transportada á líquidos muertos; esta actividad transportada conserva en estos líquidos muertos uno de los caracteres de la vida, el del triunfo posible en ciertas condiciones de lucha; la diastasa es susceptible de imponer su estado físico á ciertas sustancias que ella modifica, siendo capaz de *asimilar físicamente, sin destruirse*, ciertas sustancias bien elegidas.

Esta es una de las particularidades más antiguamente conocidas de las diastasas; hace más de cuarenta años, Wurtz y Bouchut, habiendo impregnado de papaína una cierta cantidad de fibrina, vieron que esta fibrina "se digería en el agua acidulada abandonando papaína en el agua"; en otros términos, la papaína, sin destruirse, había asimilado físicamente fibrina en el agua acidulada.

#### § 11.—EL TRIUNFO NO ES JAMÁS CIERTO, DEPENDE DE LAS CIRCUNSTANCIAS

Pero lo mismo que los seres vivientes si son capaces de triunfar en ciertas condiciones, son también susceptibles de morir, es decir, de ser vencidos en otras circunstancias, hay igualmente casos en que las diastasas son destruidas; hace falta estudiar la lucha de las diastasas contra los demás cuerpos de la naturaleza, para poder predecir con certidumbre que, en tal circunstancia, tal diastasa, de tal procedencia, predominará sobre tal enemigo ó será vencida.

Esta lucha, en la que uno de los combatientes es una diastasa que transporta parcialmente la actividad de un ser vivo, será tanto más interesante cuanto que el enemigo con quien ha de luchar sea también un ser vivo.

Si la diastasa vence, el ser vivo morirá, diciéndose entonces que la diastasa ha desempeñado respecto de este ser un papel tóxico; si la diastasa es vencida, será digerida, asimilada por el ser vivo, frecuentemente por medio de una actividad transportable, específica, con relación á la primera, y

que se llamará antitoxina. Una gran parte de la patología se basa en la historia de estas luchas.

Un caso todavía más interesante tal vez, será aquel en que dos seres vivos luchan el uno contra el otro, sea cuerpo á cuerpo, sea por el intermedio de diastasas específicas transportables; nuestra noción de asimilación física nos ayudará poderosamente á comprender en este caso la especificidad de las acciones recíprocas.

En fin, armados por estos dos estudios, llegaremos á crear un carácter más simétrico á la noción de lucha entre cuerpos desprovistos de vida, y á considerar, generalmente, una digestión como una *lucha de diastasas*, y no como la acción de un factor activo sobre un factor pasivo.

Antes de comenzar la exposición general de la lucha, terminaremos la historia de nuestra vacuola recordando sucintamente los diversos casos que puede presentar su historia.

Hemos supuesto al principio que el cuerpo ingerido en la vacuola era susceptible de una asimilación total; hemos hecho alusión, además, al caso en que este cuerpo ingerido contenga partes inertes inatacables por el ser vivo y que son inmediatamente expulsadas sin haber sido modificadas.

Mas se puede presentar también tal circunstancia en que el cuerpo ingerido, en lugar de ser destruído y asimilado por el protoplasma ambiente, sea, al contrario, nocivo á este protoplasma; si este caso no se nos presenta durante las precedentes deducciones, es porque habíamos supuesto al principio que el cuerpo vivo, habiendo ingerido al cuerpo extraño, *continuaba viviendo*; esta hipótesis quitaba á la

historia de lo que pasa en la vacuola su carácter simétrico de lucha, porque el triunfo del protoplasma ambiente estaba asegurado.

La cuestión sería otra si el cuerpo ingerido en la vacuola fuera un cuerpo vivo ó una diastasa; el hecho de ser incluído no implica una inferioridad cierta en la lucha; el parásito de la malaria entra en un glóbulo rojo de la sangre y lo asimila en lugar de ser asimilado por él; debemos hacer la historia de la vacuola como la de una verdadera lucha entre el cuerpo ingerido y el cuerpo ingerente.

Si el cuerpo ingerente triunfa, como hemos supuesto en las páginas precedentes, hay digestión intracelular y asimilación; si el cuerpo ingerido se defiende, hay enfermedad del cuerpo ingerente; por último, si el cuerpo ingerido predomina, hay muerte del cuerpo ingerente, el cual es asimilado por el cuerpo ingerido (asimilación física solamente, si el cuerpo ingerido es una diastasa ó toxina; asimilación total, propiamente dicha, si el cuerpo ingerido es un ser vivo que se nutre á costa de su huésped).

En fin, puede producirse todavía otro caso más raro en verdad; es aquel en que los dos enemigos, ambos vivos, pueden ponerse de acuerdo sin digerirse ni asimilarse el uno al otro; hace falta para esto que los dos adversarios estén en equilibrio, y que las diastasas del uno no modifiquen al otro en nada; indicaré un ejemplo de esta *simbiosis* en el capítulo de las afecciones crónicas, y estudiaré con algún detenimiento las condiciones en las cuales se produce.

Se puede ver que la historia de la vacuola de ingestión presenta justamente todos los casos que

nosotros estamos dispuestos á estudiar en este libro; pero como las investigaciones experimentales han sido hechas sobre las especies animales superiores pluricelulares, nos dirigiremos principalmente á estos animales para nuestros estudios de lucha biológica, aunque presentan una complejidad más grande á causa de sus numerosos tejidos.

Por último, señalo al terminar estas consideraciones que el caso en que el cuerpo ingerido por el protoplasma vivo está situado en una vacuola llena de agua no es general; he elegido este caso porque nos hace ver palpablemente el hecho de la transportabilidad de ciertas actividades vitales en los líquidos muertos; pero, entre ciertos protozoarios inferiores, los cuerpos ingeridos se bañan directamente en el protoplasma sin gota de agua interpuesta, y hay verdadero cuerpo á cuerpo y no lucha por medio de las diastasas diluídas; pero al fin y al cabo resulta lo mismo si se dice que la acción de un huésped sobre su parásito ó de un parásito sobre su huésped no es una simple acción de contacto sino una lucha generalizada en el espesor de la substancia de cada uno por la penetración en esta substancia de la influencia de su antagonista.

## CAPÍTULO III

### Lucha de un cuerpo vivo con otro cuerpo vivo.

«Quitate de ahí para que yo me ponga.»

#### § 12.—LUCHA INDIRECTA Y CUERPO Á CUERPO

Darwin ha sacado un gran partido de la "lucha por la existencia" en su explicación de la formación de las especies; pero empleó la palabra lucha en un sentido más general, más amplio que nosotros. Habla casi siempre de la lucha en sentido figurado, sin querer dejar comprender que en todos los casos de que habla existe realmente cuerpo á cuerpo entre los individuos cuyos intereses son opuestos; generalmente se origina un conflicto de intereses y no un conflicto directo de personas.

Si, por ejemplo, se ha sembrado diversas semillas en un macizo y se deja á las plantas multiplicarse por sí mismas, sucederá que ciertas especies prosperarán mientras otras desaparecerán, sin que se tenga necesidad de invocar para explicar la desaparición de las últimas una acción directa de las primas-