

BIBLIOTECA CIENTÍFICO-FILOSÓFICA

---

FÉLIX LE DANTEC

# Teoría nueva de la vida

Traducido de la tercera edición francesa

POR

DOMINGO VACA



MADRID  
DANIEL JORRO, EDITOR  
23, CALLE DE LA PAZ, 23  
1911

BIBLIOTECA INTERNACIONAL  
DE  
PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL  
NORMAL Y PATOLÓGICA

PRECIO DE CADA TOMO: 4 PESETAS

Tomos publicados:

- Claparède.**—LA ASOCIACIÓN DE LAS IDEAS. Traducción de Domingo Barnés. Con figuras. Madrid, 1907.
- Cuyer.**—LA MÍMICA. Traducción de *Alejandro Miquis*. Con 75 figuras. Madrid, 1906.
- Dugas.**—LA IMAGINACIÓN. Traducción del Dr. César Juarros. Madrid, 1905.
- Duprat.**—LA MORAL. Fundamentos psico-sociológicos de una conducta racional. Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1905.
- Grasset.**—EL HIPNOTISMO Y LA SUGESTIÓN. Traducido por Eduardo García del Real. Con figuras. Madrid, 1906.
- Malapert.**—EL CARÁCTER. Traducido por José María González. Madrid, 1905.
- Marchand.**—EL GUSTO. Traducción de Alejo García Góngora. Con 33 figuras. Madrid, 1906.
- Marie (Dr. A.)**—LA DEMENCIA. Traducción de Anselmo González. Con figuras. Madrid, 1908.
- Nuel.**—LA VISIÓN. Traducida por el Dr. Víctor Martín. Con 22 figuras. Madrid, 1905.
- Paulhan.**—LA VOLUNTAD. Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1905.
- Pillsbury.**—LA ATENCIÓN. Traducción de Domingo Barnés. Madrid, 1910.
- Pitres y Régis.**—LAS OBSESIONES Y LOS IMPULSOS. Traducido por José María González. Madrid, 1910.
- Sergi.**—LAS EMOCIONES. Traducido por Julián Besteiro. Con figuras. Madrid, 1906.
- Toulouse, Vaschide y Pieron.**—TÉCNICA DE PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL. (*Examen de sujetos*). Traducción de Ricardo Rubio, con figuras. Madrid, 1906.
- Van Biervliet.**—LA MEMORIA. Traducido por Martín Navarro. Madrid, 1905.
- Vigouroux y Juquelier.**—EL CONTAGIO MENTAL. Traducción del Dr. César Juarros. Madrid, 1906.
- Woodworth.**—EL MOVIMIENTO. Traducción de Domingo Vaca. Con figuras. Madrid, 1907.

Se publican estos volúmenes en tomos de 350 á 500 páginas, tamaño 19 × 12 centímetros, con ó sin figuras en el texto.

EN PREPARACIÓN

- Baldwin.**—EL JUICIO Y EL CONOCIMIENTO.  
**Bonnier.**—LA AUDICIÓN.

# TEORIA NUEVA DE LA VIDA

PRECIO 1

**PRECIO**  
**12 Pesetas**

1179967

DR

6894

## Publicadas en la misma Biblioteca

---

- Bourdeau.** — *El problema de la muerte, sus soluciones imaginarias y la ciencia positiva.*—Traducción de Benito Menacho Ulibarri. Madrid, 1902. (tamaño 23 × 15). Precio, 5 pesetas.
- *El problema de la vida.*—Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1902. (Tamaño 23 × 15). 5 pesetas.
- Ferrière.** — *Errores científicos de la Biblia.*—Traducción española de Vicente Colorado. Madrid, 1904. (Tamaño 19 × 12), Precio, 4 pesetas.
- *Los mitos de la Biblia.*—Traducción de Benito Menacho Ulibarri. Madrid, 1904. (Tamaño 19 × 12). Precio, 4 pesetas.
- *La materia y la energía.*—Traducido por Anselmo González. Madrid, 1910. (Tamaño 19 × 12). Precio, 3'50 pesetas.
- *La causa primera, según los datos experimentales.*—Traducción de Anselmo González. Madrid, 1910. (Tamaño 19 × 12). Precio, 3'50 pesetas.
- *La vida y el alma.*—Traducción de Anselmo González. Madrid, 1911. (Tamaño 19 × 12). Precio, 4 pesetas.
- Guyau.** — *Génesis de la idea de tiempo.*—Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1901. (Tamaño 19 × 12). Precio, 2'50 pesetas.
- *El arte desde el punto de vista sociológico.*—Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1902. (Tamaño 23 × 15). Precio, 7 pesetas.
- *Los problemas de la estética contemporánea.*—Traducción de José M. Navarro de Palencia. Madrid, 1902. (Tamaño 19 × 12). Precio, 4 pesetas.
- *La irreligión del porvenir.*—Traducción y prólogo de Antonio M. de Carvajal. Madrid, 1904. (Tamaño 23 × 15). Precio, 7 pesetas.
- *La moral de Epicuro y sus relaciones con las doctrinas contemporáneas.* (Obra premiada por la Academia Francesa de Ciencias Morales y Políticas). Versión española por A. Hernández Almansa. Madrid, 1907. (Tamaño 23 × 15). Precio, 5 pesetas.
- Le Dantec.** — *Elementos de Filosofía biológica.*—Versión española de Mariano Potó. Madrid, 1908. (Tamaño 19 × 12). Precio, 3'50 pesetas.
- Reinach.** — *Orfeo.* Historia general de las religiones.—Traducido por Domingo Vaca de la 12.<sup>a</sup> edición francesa, corregida y adicionada por el autor. Madrid, 1910. (Tamaño 23 × 15). Precio, 7 pesetas.

BIBLIOTECA CIENTÍFICO-FILOSÓFICA

---

FÉLIX LE DANTEC

# Teoría nueva de la vida

Traducido de la tercera edición francesa

POR

DOMINGO VACA



Fondo bibliográfico  
Dionisio Ridruejo  
Biblioteca Pública de Seria

6844

MADRID  
DANIEL JORRO, EDITOR  
23, CALLE DE LA PAZ, 23

1911

ES PROPIEDAD

## PREFACIO

### DE LA TERCERA EDICIÓN FRANCESA

---

He publicado este año un *Tratado de Biología*, en el que he procurado establecer un enlace entre las cuestiones más diversas de la historia de los seres vivientes; la Biología no podría, en efecto, ser considerada como una ciencia aparte si no se la definiese diciendo que es *la mecánica de las ciencias naturales*. La «Teoría de la vida», á cuya tercera edición hemos llegado ya, era un primer ensayo de dicha mecánica, y la reproduzco en su forma primitiva porque no repite el «Tratado de Biología»; contiene, mucho más desarrolladas y consideradas desde un punto de vista más elemental, un pequeño número de las cuestiones fundamentales en dicho Tratado expuestas con una concisión algo escueta; es, pues, de más fácil lectura y más accesible á los principiantes. Además, no se eleva á cuestiones técnicas demasiado árduas, como las relativas á los fenómenos figurados de la célula, que, por otra parte, no se hacen indispensables en la comprensión de la naturaleza misma de los fenómenos vitales. Casi diría que el estudio de la carioquinesis no

es más útil, en la investigación de la esencia de la vida, que el de la forma de las llamas en la explicación de las combustiones. Esta simple comparación de la vida con un fenómeno, la llama, cuya naturaleza química produce y dirige la morfología, induce á subordinar todas las manifestaciones morfológicas á las reacciones de que dependen. En la introducción de este mismo libro he conciliado ya el error vitalista y la teoría flogística; aún puede acentuarse más esta conciliación y clasificar los fenómenos vitales en las reacciones químicas que, como la llama, *hacen morfología*. Y esto basta para demostrar que el estudio de los elementos figurados no se hace indispensable á los que se preocupan solamente de la esencia de los fenómenos vitales.

*Ty plad, Agosto de 1903.*

---

## PREFACIO

### DE LA SEGUNDA EDICIÓN

---

Durante los cuatro años trascurridos desde la publicación del presente volumen, he podido aplicar á las cuestiones más diversas de la biología general los principios deducidos en 1896 del estudio de los solos seres unicelulares. Y esto no era inútil. Los fenómenos biológicos son tan numerosos que se hace imposible, cuando se quiere establecer una ley general, tener en cuenta á la vez todos los hechos determinados por la ciencia; es necesario contentarse, como punto de partida, con un corto número de observaciones, las más sencillas y seguras que existen. Pero, entonces, no es cierto *à priori* que las reducidas leyes de ese limitado número de observaciones sean *generales*; nos aseguramos de ello por comprobaciones ulteriores, y se hace imposible afirmar rigurosamente la generalidad de una ley biológica sin observar antes su aplicación á *todos* los seres vivientes en *todos* los casos. En la práctica, basta comprobar que la ley está de acuerdo con un gran número de hechos,

sobre todo de hechos de distinto orden que los que hayan servido de punto de partida.

Por un gran número de medios diferentes, he llegado á convencerme, pues, de la generalidad absoluta de los principios establecidos en esta obra; y, aún más, por simples deducciones lógicas, he podido llegar á *prever* hechos conocidos, muy diferentes de los que me habían servido desde un principio para establecer esas leyes generales. Hoy créome, pues, en condiciones para afirmar, con más autoridad, lo que afirmé ya hace cuatro años.

Otra ventaja he obtenido de ese trabajo de comprobación; he podido ligar más íntimamente los hechos y precisar, por una serie de aproximaciones sucesivas, ciertos puntos que había dejado primitivamente indeterminados. Así, me he convencido de que todas las grandes leyes biológicas, todas las que se aplican al conjunto de los seres vivientes, pueden ser descubiertas por el método deductivo, tomando únicamente como punto de partida la asimilación de las plástidas á la *condición n.º 1* y su destrucción á la *condición n.º 2*. Todos los fenómenos vitales, sean cuales fueren, se reducen á una sucesión ó á una superposición de dichas dos condiciones, n.º 1 y n.º 2.

La ley más aventurada de esta obra, la de la *asimilación funcional*, me ha valido numerosas censuras, ninguna de ellas capaz de resistir á un examen serio; por otra parte, esta ley que, en el presente volumen, la había enunciado *de golpe*, por decirlo así, demostrando que la *destrucción funcional*, admitida por todo el mundo, no está basada en nada, he hallado medio de *descubrirla* por el método deductivo, aplicando simplemente á los

elementos celulares del organismo la selección natural de Darwin (1); no creo que se pueda pensar en criticar de nuevo una ley establecida de esta forma, sobre todo si se quiere darse cuenta de que la ley opuesta á la *destrucción funcional* proviene *únicamente* de una ficticia comparación entre el organismo animal y las máquinas industriales que se desgastan funcionando.

En una serie de libros publicados desde 1896, he desarrollado cierto número de cuestiones de biología general que había apuntado apenas en la *Nueva teoría de la vida*. He consagrado al estudio de los epifenómenos de conciencia un pequeño volumen de la Biblioteca de filosofía contemporánea. (*El determinismo biológico y la personalidad consciente*, Alcan, 1897). La cuestión tan importante de la *herencia* la he tratado detalladamente en un volumen de la Biblioteca científica internacional (*Evolución individual y Herencia*, Alcan, 1898) que he completado después con un estudio más especial sobre la *Sexualidad* (2).

En la *Individualidad* (Biblioteca de filosofía contemporánea) he desarrollado la teoría de la vejez expuesta ya en el presente libro, y en ella atribuyo la fatalidad del envejecimiento á una acumulación progresiva de sustancias excrementicias sólidas en los tejidos. Después de la publicación de dicho libro, M. Metchnikoff ha emitido la hipótesis de que los fagocitos intervienen en la destrucción de los elementos celulares senescentes, pero, cualquiera que sea el valor que se dé á esta hipótesis, no

---

(1) Véase *Évolution individuelle et Hérité*, París, 1898.

(2) *La sexualité*, París,

hay en ella ninguna contradicción con mi teoría de la vejez, pues, según M. Metchnikoff, sólo los elementos senescentes son devorados por los fagocitos, y mi teoría explica cómo los elementos van siendo poco á poco senescentes.

En otro pequeño volumen de la Biblioteca de filosofía contemporánea (*Lamarckianos y Darwinianos*), he estudiado la formación de las especies vivientes y he tratado de hacer concordar las dos escuelas biológicas antagónicas, demostrando que los principios de Lamarck son una consecuencia de la *asimilación funcional*, que resulta de la aplicación á los elementos de los tejidos del principio de Darwin.

Todas esas obras más recientes han sido escritas conforme al método de la *Nueva teoría de la vida*, y sigo estando convencido de que ese método deductivo es á la vez extremadamente científico y eminentemente fecundo.

FÉLIX LE DANTEC.

París, Julio de 1900.

---

# NUEVA TEORIA DE LA VIDA

---

## INTRODUCCIÓN

---

Nadie hay absolutamente indiferente á las cuestiones que provoca el estudio de la vida; cada cual tiene sobre este punto ideas más ó menos firmes, cada cual ha tratado con más ó menos perseverancia de conformarse al precepto del filósofo: Conócete á ti mismo. Existe una imperiosa necesidad de comprender á la que nadie puede sustraerse, y, para satisfacer esa necesidad, los que no tienen tiempo de dedicarse á largas meditaciones, han debido adoptar una doctrina enteramente formada que les parece suficiente. Tal doctrina, naturalmente la más sencilla en apariencia, ha prevalecido tan universalmente que se encuentra hoy en el lenguaje, y no podemos hablar ya sin conformarnos con ella: *«Un perro es un cuerpo dotado de vida; un cadáver de perro es un cuerpo privado de vida; un perro que muere pierde la vida. La vida es algo que obra en virtud de la materia y que, no obstante, no depende de ésta»*.

Esto admitido, es muy fácil expresarse; hay lo suficiente para comprenderse, ó, á lo menos, así se cree; el espíritu queda satisfecho.

Antes, las combustiones, la llama, extrañaban mucho. Casi un siglo antes del descubrimiento del oxígeno, Stahl imaginó un principio impalpable, el *flogístico*, del

cual supuso más ó menos cargados los cuerpos combustibles. Siempre que el flogístico se desprendía de un cuerpo tenía lugar la *combustión*, y el cuerpo cesaba de ser combustible; absorbido, al contrario, por un cuerpo desprovisto antes de él, el flogístico le hacía capaz de arder.

Stahl, ignorando la naturaleza del fenómeno de la combustión (de ese mismo fenómeno había derivado el nombre «flogístico»), no podía definir la combustión más que por el flogístico, y éste solamente por la combustión; era un círculo vicioso. La imposibilidad de una definición lo probaba, la cuestión no había avanzado un paso con la doctrina de Stahl, que, no obstante, imperó en el campo de la ciencia hasta Lavoisier. La palabra flogístico había entrado en el lenguaje científico, y hoy día quizá formaría aún parte del lenguaje vulgar, á pesar del descubrimiento del oxígeno, si hubiese habido tiempo para que se divulgase antes de que la química fuese establecida sobre bases inquebrantables por una experiencia sencilla y precisa.

«Flogístico» era una palabra técnica, y las palabras inventadas por los hombres de ciencia difícilmente se hacen de dominio público; pero la doctrina de Stahl hubiera podido nacer veinte ó treinta siglos antes; nuestros antepasados hubieran podido, sin grande esfuerzo de imaginación, dividir los cuerpos en combustibles é incombustibles, como los dividieron en vivos é inanimados; ahora bien, los cuerpos combustibles pierden, ardiendo, *la propiedad de poder arder*, ó el flogístico, si se quiere; hay, por consiguiente, en ellos algo más que en los cuerpos incombustibles, precisamente esa propiedad de arder, ese flogístico.

He aquí, pues, una idea de la combustión, sencilla en apariencia, que hubiera podido surgir muy pronto en el espíritu de los hombres; y entonces hubieran aparecido términos para expresarla, y en cada lengua humana habría hoy una palabra equivalente á «flogístico». Y es

más, quizá los demás términos que servían para describir el fenómeno de la combustión habrían desaparecido, y otras palabras derivadas de la correspondiente á «flogístico» hubieran reemplazado á las primitivas que tenían el inconveniente (?) de referir el fenómeno sin interpretarlo (1). No habría medio de expresarse en lo tocante á la combustión sin admitir el principio imponderable de Stahl, y Lavoisier, destruyendo por medio de su inmortal descubrimiento una doctrina errónea, hubiera debido, necesariamente, exponer así el resultado de sus experiencias: La desflogisticación de un cuerpo flogisticado da lugar á un aumento de peso.

Hoy día que la química existe, la hipótesis de Stahl nos parece absurda; antes de Lavoisier hubiéramos discutido quizá seriamente la naturaleza del principio de la llama; nos hubiéramos preguntado si reside en la superficie ó en el interior de los cuerpos; habríamos tratado de definirla y un sabio se hubiera encontrado que nos dijese: «No hay definición de las cosas naturales». (Claudio Bernard).

Pues bien, todo lo que acabo de suponer á propósito del flogístico es exactamente lo que ha pasado en lo relativo á la vida y á la muerte.

Observemos, por ejemplo, un pez en el agua de una pecera; vemos que se mueve y come; saquémosle del agua y dejémosle algún tiempo al aire libre; pronto dejará de moverse y de comer, aunque volvamos á echarle al agua. No obstante, el pez no habrá cambiado *en apariencia*; hábrase modificado exteriormente, tan poco que muchas

---

(1) Más adelante veremos que, al contrario, es absolutamente necesario guardar en las ciencias naturales un lenguaje que permita expresarse claramente, describir sin *interpretar* nada, á causa del valor manifestamente provisional de todas las tentativas de explicación.

veces nos preguntamos viendo un pez inmóvil si su inmovilidad es momentánea ó definitiva. Y, sin embargo, apesar de esta semejanza que *parece* absoluta, hay una diferencia capital entre el pez antes de sacarle del agua y después. Primero era capaz de moverse y comer; después ya no lo era; primero tenía, *pues*, algo que después no tiene, y era la propiedad de moverse y comer. Es esta una concepción tan sencilla como la del flogístico, más natural aún á causa de la semejanza, *en apariencia* absoluta, de los dos cuerpos comparados; así la han concebido desde muy antiguo los hombres.

¿Hay nada que se parezca más á un pez que el cadáver de un pez? ¿Un sapo, por el contrario, no se diferencia mucho? ¿Y un perro y un hombre? Así, pues, *la vida*, que anima igualmente al pez, al sapo, al perro y al hombre, falta en el cadáver del pez. Lo que se manifiesta en cuerpos tan diferentes y falta en la imagen fiel de uno cualquiera de ellos es, pues (?), sí, algo que obra por medio de la materia y que, no obstante, no depende de ella.

Por esto nuestros antepasados imaginaron naturalmente un principio especial *común, la vida*, que existe en todos los seres dotados de ella, principio que les es arrebatado cuando la *pierden* y que falta á todos los cuerpos *inanimados*.

Hoy día, la expresión equivalente existe en todas las lenguas; la empleamos corrientemente desde nuestros primeros años, y, sea cual fuere la idea que nos formemos de la vida, considerándola como un principio imponderable, como un estado vibratorio, etc., y hasta como resultado de una coordinación de partes, no admitimos menos *à priori* la existencia de algo *común* á todos los cuerpos vivos, de que los cuerpos inanimados están desprovistos, de igual modo que, en la doctrina de Stahl, el flogístico era común á todos los cuerpos combustibles.

La *vida* entra en el lenguaje de todos, como el flogístico he supuesto ha poco habría podido entrar; así, discutimos sobre su naturaleza, su residencia..., etc.; buscamos definiciones de ella y sólo las encontramos insuficientes; Claudio Bernard nos prohíbe buscarlas.

Al mismo tiempo que la palabra «vida», todas las lenguas poseen la palabra «muerte» que es su opuesta: «Imposible, dice Claudio Bernard, separar estas dos ideas; lo que vive morirá, lo que está muerto ha vivido».

Ciertamente, nos entendemos lo suficiente cuando decimos que un animal está muerto; esta expresión nos revela el fin de un conjunto de fenómenos de que hemos podido ser testigos. Del mismo modo, decimos indiferentemente: este animal ha perdido la vida, la vida se ha separado de él..., etc.

Peró, ¿es que nuestros antepasados no se entendían igualmente, al decir que un cuerpo había perdido su flogístico? Ellos sabían muy bien qué fenómenos designaba esa expresión, como también que el cuerpo en cuestión no podía de nuevo dar lugar á dicho fenómeno; el lenguaje no ofrecía, pues, ninguna oscuridad, y, no obstante, como sabemos hoy, esa expresión misma implicaba una interpretación absurda del hecho que designaba, la idea errónea de la presencia de un principio común en todos los cuerpos combustibles. Y, desde el punto de vista científico, ¿cuán preferible es un lenguaje que permite referir los hechos sin interpretarlos inevitablemente, por lo mismo que se les refiere! «Las explicaciones tienen un valor manifiestamente provisional, porque ninguna de ellas puede legítimamente exceder de los conocimientos científicos de la época en que han sido hechas (Giard). — Es, pues, muy peligroso introducir una explicación en el lenguaje corriente que nos impida poder expresarnos sin recurrir á ella. Y, sin embargo, esto es lo que se ha hecho en todo tiempo; las lenguas de una época son producto de todas las épocas

precedentes; contienen la herencia de todas las hipótesis, de todas las doctrinas de las edades anteriores. La manera como describen muchos hechos naturales se resiente de esas hipótesis y de esas doctrinas, gran parte de las cuales aceptamos no más que aprendiendo a hablar. Hay, pues, que desconfiar del lenguaje, y, sobre todo, de las expresiones declaradas indefinibles.

«Pascal, en sus reflexiones sobre la geometría, hablando del método científico por excelencia, dice que exigiría no emplear ningún término cuyo sentido no hubiese sido explicado antes: dicho método consistiría en definirlo todo y probarlo todo.

»Pero á continuación hace notar que esto es imposible. Las verdaderas definiciones no son en realidad, dice, más que *definiciones de nombres*, es decir, la aplicación de un nombre á objetos creados por el espíritu con el fin de abreviar el discurso.

»No existen definiciones de las cosas que el espíritu no ha creado y que no comprende por completo; en una palabra, no hay definiciones de las cosas naturales» (1).

Ciertamente, para hablar con claridad de un caballo no tenemos más que designarle con la palabra «caballo», y todos los que hayan visto un caballo nos comprenderán; pero podemos también describir el caballo de una manera bastante precisa para que, mediante esa descripción, un hombre reconozca el caballo sin haberlo visto; podemos hacer esta descripción por medio de ciertas palabras de la lengua que nos sirven igualmente para describir una rata, un sapo, una lombriz. Del mismo modo, para describir un fenómeno complejo, podemos emplear expresiones que se relacionen con fenómenos simples, y las mismas expresiones nos permitirán describir gran número de fenómenos complejos.

---

(1) Claudio Bernard. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, pág. 22.

Al que padece de daltonismo nos es imposible darle una idea de la sensación que nos proporciona la luz roja del espectro; pero podemos definirle esa luz roja por medio de ciertas propiedades físicas, longitud de la onda, refrangibilidad, etc., de modo que, con determinados instrumentos de medir, sepa reconocerla siempre y en todas partes. Y, sin emplear una palabra de más, le definiremos igualmente todos los demás colores del espectro, sin que haya error posible.

Hay nociones *primitivas* imposibles de definir: «se las emplea sin confusión en el discurso, porque los hombres tienen inteligencia suficiente é idea bastante clara de ellas para no engañarse en la cosa designada, por oscura que sea la idea de esa cosa, considerada en su esencia. Esto es debido, dice Pascal, á que la naturaleza ha dado á todos los hombres idénticas ideas primitivas sobre estas cosas primitivas... «Por esto, concluye Claudio Bernard, no puede definirse la vida fisiológicamente».

Este razonamiento sería perfectamente justo si no admitiera *à priori* que la vida es precisamente una noción de este orden, como el espacio, el tiempo, etc. No hay que renunciar á definir una expresión sino después de haber reconocido estos dos hechos: 1.º, que esa expresión es perfectamente precisa, que no se aplica jamás sino en una acepción perfectamente determinada y que no implica en modo alguno una interpretación de lo que designa, pues habiendo interpretación hay siempre motivo para desconfiar y 2.º, que es imposible reemplazarla por una descripción *completa*, sin recurrir para nada á la idea misma que representa la expresión que se trata de definir (1).

---

(1) Es el mismo defecto de que se burla Pascal: «La luz es un movimiento lumínico de los cuerpos luminosos», é igualmente de las definiciones de la vida que, como la de Bichat: «La vida es el conjunto de las funciones que resisten á la muerte», emplean la palabra *muerte* derivada de la idea de vida.

Veamos, pues, si la palabra «vida» llena estas dos condiciones.

En todas las lenguas actuales la *muerte* es el término de la *vida*, tanto en un perro como en una lombriz, por lo que se sobreentiende que existe la misma diferencia entre un perro y un cadáver de perro, de una parte, y entre una lombriz y un cadáver de lombriz, de otra; ó dicho de otro modo, la vida, principio único, reviste formas diversas en cuerpos diversos. Richat, Claudio Bernard, etc., hablan de la vida de una manera general; que yo sepa, jamás se ha hecho mención, para tratar de definir la vida, del animal especial que se tenía á la vista. Hombres de genio, como esos cuyos nombres acabo de citar, han, pues, admitido implícitamente, *à priori*, la identidad de fenómenos que ninguna razón científica nos permite afirmar que son idénticos, y ello es resultado del empleo puro y simple del lenguaje corriente.

La unidad de las palabras vida y muerte, en el lenguaje, es expresión de una doctrina; y no hay derecho para prohibirnos tratar de definir las porque, de una parte, dichas palabras se aplican en gran número de acepciones, quizá diferentes (hombre, perro, lombriz, osezno, hidra, bacteria, hongo, etc.), y, de otra, suponen fenómenos que designan una interpretación implícita, la interpretación vitalista.

Claudio Bernard juzga que las palabras vida y muerte son bastante claras. ¿No sería más procedente decir que es imposible definir las porque son demasiado vagas? La prueba de que en su empleo existe oscuridad es que muchas gentes se sirven de ellas para describir fenómenos completamente diferentes de aquéllos á que son generalmente aplicadas. ¡Recientemente he oído á un distinguido geólogo dividir, seriamente, los minerales en rocas vivas—las que son susceptibles de cambiar de estructura, de evolucionar bajo la influencia de

las causas atmosféricas,—y rocas muertas—las que, como la arcilla, han llegado al fin de todos esos cambios, al reposo definitivo!

Y ¡en cuántas otras expresiones del lenguaje corriente se presentan á cada instante los conceptos vida y muerte! El fuego que se extingue *muere*; una obra teatral cuya acción está falta de *vida*, de *animación*; etc., etcétera. Verdad es que, en la mayoría de los casos, estas expresiones provienen únicamente de comparaciones permitidas, pero no por eso dejan de contribuir á mantener y hasta á aumentar la confusión.

En biología es, pues, de ineludible necesidad definir la vida y la muerte de un animal, lo que trataré de demostrar que es posible en el estado actual de la ciencia; pero, como ya he hecho notar precedentemente, será necesario, al principio al menos, ocuparse de la vida y de la muerte de un sér *determinado*; no se tendrá derecho á hablar de la vida y de la muerte *en general* sino después de haberse dado cuenta de la posibilidad de su definición *general*, es decir, de una definición de la vida y de la muerte común á todos los animales y á todos los vegetales. Un simple razonamiento nos probará que es lógico, desde este punto de vista, dividir en conjunto los seres todos en dos grandes categorías.

Sabemos, desde hace muchísimo tiempo, que un hombre, un perro, una encina, están constituidos por un número infinitamente grande de pequeñas masas de sustancia gelatinosa, provistas de un núcleo y á veces de una membrana envolvente (1).

Estas pequeñas masas son todavía hoy denominadas *células*, porque al principio se observó su pared solamente en los tejidos vegetales sin notar su contenido; sería mejor llamarlas *plástidas*, porque la palabra célula

---

(1) Véase más adelante, capítulo primero, *Estructura*.

se aplica mal á los elementos anatómicos de los animales.

Sabemos también que existen pequeñas masas de sustancia gelatinosa provistas de un núcleo, plástidas nucleadas, que pueden vivir aisladamente y manifestar de igual manera fenómenos que llamamos vitales, pero que no son comparables en complejidad á los que manifiesta el hombre. Se les llama seres *unicelulares* ó *monoplástidos*; tal son los *Protozoarios* y los *Protofitos*.

La vida de un hombre es la resultante de las actividades sinérgicas de millares de plástidas, como la actividad de una plástida es la resultante de las reacciones de millares de átomos. El error antropomórfico consiste en no establecer esta distinción entre dos fenómenos de tan diferente complejidad; proviene, naturalmente, del abuso que hay en llamar igualmente «vida» á la actividad del hombre y á la de la plástida. El hombre es, por lo menos, un sér tan complejo respecto á la plástida como la plástida misma lo es respecto á los átomos que la componen. Únicamente, sabemos mucho mejor, al presente, cómo el hombre está constituido de plástidas que cómo la plástida lo está de átomos.

He aquí una comparación que, aunque un poco tosca, puede demostrar, no obstante, el peligro del mal uso de las palabras, de que acabo de hablar (1).

Consideremos el funcionamiento de una máquina de tejer. La máquina se compone de gran número de piezas, aunque infinitamente pequeño si se le compara al número fabuloso de las plástidas del cuerpo humano.

---

(1) El inconveniente de esta comparación estriba, sobre todo, en la falta, en una máquina de tejer, de lo que Huxley llama «la unidad de estructura»; pero en realidad, las diversas plástidas del cuerpo humano son tan diferentes como las piezas de dicha máquina; solamente tienen de común las manifestaciones de la vida elemental, como las piezas de la máquina de tejer tienen de común el movimiento procedente de un motor único.

Hay en ella coordinación perfecta de los movimientos de todas las piezas y la resultante de todas las actividades elementales es la *operación de tejer*. El movimiento de todas las piezas tiene el mismo origen, procede de un solo motor; la máquina entera es naturalmente movida por el motor que pone en movimiento todas sus piezas. Igualmente, la actividad del hombre es mantenida por las reacciones físico-químicas que determinan la actividad de sus diversas plástidas.

Cuando decimos que el hombre vive y que sus plástidas viven, no decimos mal si consideramos únicamente como «vida» el total de las reacciones de una plástida. Es como si dijésemos que una máquina de tejer se mueve y que todas sus piezas constituyas se mueven también. Pero, por desgracia, la expresión «vida» representa instintivamente para nosotros el conjunto de las operaciones ejecutadas por el *hombre*, y, sin darnos cuenta, cuando decimos que el hombre *vive* y que sus diversas plástidas consideradas aisladamente *viven*, equivale exactamente á decir que la máquina ejecuta *la operación de tejer*, y que cada una de sus piezas, considerada aisladamente, ejecuta también la operación de tejer. Lo absurdo de la proposición es evidente refiriéndose á la máquina de tejer, y, no obstante, no deja de serlo menos en lo tocante al hombre. Conocemos plástidas aisladas que manifiestan separadamente el total de sus reacciones, y decimos que *viven*; y así muchas gentes se han preguntado si esas plástidas piensan y sienten, como piensa y siente el hombre, mientras que nadie ha soñado nunca en preguntarse si un trozo de madera aislado, ejecutando exactamente el movimiento de una de las piezas de la máquina de tejer, ejecuta la operación. La máquina teje, y cada una de sus piezas, considerada aisladamente, no teje; ninguna razón hay, pues, para preguntarse si las plástidas aisladas piensan, porque un sér formado de millares de plástidas piense. Y, sin embar-

go, ¡cuántas gentes han discutido y discuten aún sobre la conciencia y las manifestaciones psíquicas de los protozoarios! Y esto es debido evidentemente al abuso del empleo de un término común, «vida», para designar á la vez un fenómeno elemental y la resultante de millares de fenómenos elementales diferentes.

Nuestra burda comparación de la máquina de tejer demuestra que no hay razón alguna, *à priori*, aunque el cuerpo humano esté compuesto de plástidas y su funcionamiento general sea únicamente la resultante del funcionamiento sinérgico de ellas, para atribuir á cada una, considerada aisladamente, las propiedades mismas del hombre, y para considerar de antemano como misteriosos é inexplicables (1), sin la intervención de un principio vital, los fenómenos manifestados por la plástida en estado de actividad.

Lo que importa sobre todo observar, es que la actividad del hombre resulta, no sólo de todas las actividades elementales de sus plástidas, sino también de la *coordinación de estas actividades elementales*. Si la actividad de una plástida puede considerarse como el resultado directo de las diversas reacciones de una pequeña masa de ciertas sustancias químicas en presencia de otras sustancias apropiadas, la actividad del hombre debe considerarse como el resultado del funcionamiento de una máquina en extremo complicada, en que las reacciones de las sustancias químicas en cuestión intervienen como motores.

¿No sería ridiculo dar un mismo nombre á la combustión del alcohol y al funcionamiento de cualquier máquina, tan complicada como se quiera, movida por la combustión del alcohol? Que el rodaje se descomponga

---

(1) Porque los fenómenos de la vida, considerados *desde un principio* en el hombre, parecen misteriosos y fuera de las leyes naturales.

y el alcohol continuará ardiendo sin determinar en adelante la actividad de la máquina. Del mismo modo, en un sér superior puede cesar la coordinación sin impedir á la actividad de cada plástida continuar por más ó menos tiempo (1); nos encontramos entonces en presencia de un «cuerpo muerto constituido de partes vivientes», lo que tanto ha extrañado á los observadores que no han sabido darse cuenta de que eran víctimas de un abuso de palabras.

Es, pues, absolutamente necesario emplear expresiones diferentes para designar la actividad de una plástida y la actividad de un sér compuesto de gran número de plástidas coordinadas y diferenciadas, es decir, de un protozario y de un metazario. Estamos demasiado acostumbrados á aplicar la palabra *vida* al hombre y á los animales superiores para pensar en reemplazarla por otra; es, pues, necesario, para las plástidas, emplear una nueva expresión; yo he propuesto (2) llamar «*vida elemental*» á lo que se acostumbra llamar «*vida*» de una plástida, aunque esta expresión tenga el inconveniente de recordar demasiado la que se emplea para los seres superiores (3).

Así, diremos que la «*vida de un hombre*», la «*vida de un perro*», la «*vida de un pulpo*» son los resultados de la

---

(1) En los vertebrados de sangre fría, y en los invertebrados, las plástidas pueden continuar viviendo aisladamente mucho tiempo después de la muerte del sér al cual pertenecían; aunque su muerte sea más rápida en los vertebrados de sangre caliente, las experiencias de inertos óseos y epidérmicos prueban, sin embargo, que está lejos de ser instantánea.

(2) La materia viva. *Encyclopédie des aide-mémoire Léauté*. París, 1895.

(3) Otro inconveniente de esta expresión es que habría siempre necesidad de emplear el verbo adicionado «*vivir elementalmente*», para designar el conjunto de los actos que constituyen la vida elemental; emplearé, pues, el verbo *vivir* y sus derivados; basta entenderse una vez por todas.

coordinación de millares de «*vidas elementales*» y no nos sorprenderemos de saber que un perro puede estar privado de «*vida*», mientras la «*vida elemental*» de sus plástidas ha continuado, y menos se nos ocurrirá buscar en una plástida animada de «*vida elemental*» las manifestaciones complejas que observamos en los seres superiores animados de «*vida*», etc.

Será, pues, lógico proponernos desde luego el estudio de la «*vida elemental*» y buscar una definición precisa de ella antes de abordar la vida de los seres superiores; tal es la marcha que seguiré en esta obra, pero es necesario antes que insista sobre una consecuencia particularmente perjudicial del error antropomórfico, á la cual más arriba he hecho ya una ligera alusión.

El hombre está dotado de conciencia; cada uno de nosotros tiene la prueba en sí mismo y la admite por analogía en sus semejantes. Una analogía un poco más remota nos hace creer también que los perros, las ratas, los pájaros no están desprovistos de conciencia, pero nada nos permite afirmarlo, pues que sabemos que operaciones comparables desde cualquier punto de vista á las que ellos ejecutan, pueden tener lugar en nosotros con ó sin conciencia. Con mayor razón carecemos de derecho para decir que la conciencia existe en seres cada vez más diferentes, insectos, gusanos, hidras, protozoarios sobre todo y plantas. Max Verworn considera absolutamente cierto que todos los procesos son inconscientes en los protozoarios; Luigi Luciani cree exactamente lo contrario. Estos dos sabios podrán discutir eternamente sin ponerse nunca de acuerdo; nosotros no tenemos ninguna razón para adoptar la convicción del uno con preferencia á la del otro; ninguna experiencia puede decidir entre ambos.

Observo por medio del microscopio las evoluciones de un protozoario. Le veo cambiar de lugar, sin modi-

ficarse, en un agua diáfana y tranquila. Y, naturalmente, creo que su movimiento es espontáneo, é instintivamente le comparo á los movimientos que acostumbro á considerar como tales, el de un pez, el de una rana, el de un perro, el de un hombre, en fin. De esta simple comparación voy, por una irrazonada inducción, creyendo en la existencia, en ese protozooario, de todo lo que sé que existe en el hombre; la espontaneidad del movimiento sólo pertenece al hombre mientras vive; la vida está íntimamente ligada á la conciencia; y de esto deduzco la vida y la conciencia de mi protozooario.

Un estudio más profundo, en el que la experiencia viene en ayuda de la observación, me demuestra que me he engañado; la espontaneidad del movimiento no es más que aparente; el líquido no es homogéneo, como me parece; el protozooario no subsiste indemne, como había creído de momento; su sustancia es lugar de modificaciones químicas incesantes y reacciona constantemente contra el medio en que se baña. Puedo impedir su movimiento suprimiendo uno de los elementos del medio, puedo modificar su dirección introduciendo en cierto punto de la preparación una pequeña cantidad de otra sustancia nueva; ese movimiento no es, pues, espontáneo. Sólo que he tenido la ilusión de su espontaneidad porque todas las reacciones, que producían los cambios de sitio de que era testigo (1), tenían lugar entre líquidos y gases incoloros; no podía ver más que uno de los fenómenos, el movimiento, y creía naturalmente que se producía solo. Pero ahora, que sé que era víctima de una ilusión, es ya demasiado tarde; el protozooario está ya dotado de conciencia en mi espíritu, y cuando veo que es atraído por ciertas sustancias experimentalmente introducidas en la preparación, me digo que estas sustancias le agradan; y, al contrario, que le desagradan,

---

(1) Véase capítulo II: *Movimiento, Quimiotaxia*.

si le repelen. Así, las manifestaciones de las propiedades químicas de la sustancia de ese protozooario lo son para mí de sus gustos y de sus sentimientos.

No basta, en verdad, que un cuerpo se mueva con aparente espontaneidad para que le creamos dotado de vida; no consideramos vivas las partículas sólidas animadas del movimiento browniano. Otros caracteres más importantes y constantes nos hacen distinguir los seres vivientes de los cuerpos inanimados; pero, ciertamente, dicha espontaneidad aparente del movimiento de los seres es la que hace nacer en nosotros la idea de su conciencia.

En efecto, sólo por el movimiento el hombre puede manifestar su conciencia (en tanto ésta puede manifestarse) (1), y por esto la ausencia del movimiento aparente en los vegetales nos induce generalmente á creer que no experimentan sensación alguna; Linneo lo afirmaba: «*Vegetalia sunt et crescunt: animalia sunt, crescunt et sentiunt*».

En suma, es muy difícil hoy hacer creer á la mayor parte de las gentes que no se deben considerar inseparables las ideas de «vida» y de «conciencia», y Claudio Bernard, considerando imposible la definición de la vida, no debería al menos considerarla inútil: «Cuando hablamos de la vida, nos comprendemos sin dificultad y esto basta para justificar el empleo del término sin dar lugar á equívocos». Hay equívoco desde el momento en que no todo el mundo considera las mismas propiedades como atributos de la vida. Para Haeckel, la vida *en el sentido lato* (?) no es otra cosa que la conciencia, la sensibilidad,

---

(1) Creemos generalmente que un hombre siente lo que nos dice que experimenta; pero podría decirnos lo mismo, por los mismos actos reflejos, sin estar dotado de conciencia. (Véase capítulo XXIX: *La individualidad psíquica*).

y de aquí deduce que todo vive, que los átomos viven, por lo que admite que son conscientes. He aquí, pues, una palabra que debería ser precisa, la palabra «vivo», y que deja de tener sentido desde el momento en que se aplica á todo.

En realidad, todo lo que sabemos es que el hombre es consciente; si, con este solo pretexto, consideramos la conciencia como un atributo de la vida, ¿tenemos realmente derecho á considerar vivos los pájaros, los peces, las lombrices? Nada lo prueba, y nos satisfacemos con palabras. El hombre vive y es consciente; los pájaros, los peces, etc., tienen algunos caracteres comunes con él, y así decimos que viven y *deducimos* (!) que son conscientes. Y, sin embargo, no podemos saber si esos animales son conscientes, resulta desde cualquier punto de vista imposible. ¡Y Haeckel admite que los mismos átomos lo son! opinión suya, que nadie tiene derecho á contradecir, pero cuando parte de ese postulado para decir que viven, en sentido lato, tenemos derecho á reprocharle el abuso que hace de las palabras.

Sé distinguir un perro muerto de un perro vivo. Desde este punto de vista al menos, la palabra vivo tiene una significación precisa. Pues bien, para que la palabra vida tenga razón de ser, es preciso que represente algo común á todos los seres vivos y que falta en los cuerpos muertos, inanimados. Si se me habla de la vida de las piedras pido que se suprima la palabra vida, ó al menos que no se use más para distinguir el animal del cadáver del animal. ¿Habría que inventar otra? Preferible es atenerse á la que existe y no aplicarla fuera de los casos á que se aplica.

Admitido esto, usamos el mismo término «ser vivo» para designar un número grandísimo de cuerpos que de esta suerte distinguimos de los demás de la naturaleza; hay, pues, algo común á todos esos «seres vivos» y que no existe fuera de ellos. Ese algo común es bastante pre-

ciso para que, inmediatamente en ocasiones, á veces sólo después de bastante prolongada observación, podamos *afirmar* que tal objeto es un sér vivo, que tal otro no lo es. ¿Interviene la cuestión de conciencia en esta distinción? No, evidentemente. Podríamos estar mirando un objeto años enteros sin llegar á saber si está dotado ó no de conciencia. Es preciso, pues, que haya un carácter positivo, tangible, común á todos los seres vivos; tratemos de saber cuál es ese carácter sin preocuparnos de saber si los cuerpos que determina son ó no conscientes; luego, cuando podamos decir de manera precisa lo que son los seres vivos, será ocasión de admitir, si queremos, que están dotados de conciencia; dependerá únicamente de los gustos de cada cual, y no puede afirmarse sino respecto al hombre. Haeckel concede la conciencia á todos los cuerpos naturales y creo que nadie piense censurarle por ello (1).

Hay que determinar bien todavía si la palabra conciencia se entiende en este caso en el sentido restringido que es el suyo verdadero. Como con frecuencia se usa en el lenguaje corriente para designar otra cosa enteramente distinta, habría preferido la palabra sensibilidad, pero los fisiólogos no han temido servirse de esta última en acepciones relativas á simples mecanismos, por medio de los cuales se realizan fenómenos á que acompaña á veces en el hombre la percepción psíquica: hay en fisiología una sensibilidad inconsciente y una sensibilidad insensible (!). ¿Qué neologismo no hubiera sido preferible á esas expresiones paradójicas?

Atengámonos, pues, á la palabra conciencia, á condición de que no se comprenda en ella el conjunto de los fenómenos que se verifican en nosotros y de que tenemos conciencia, sino solamente el hecho de que tenemos con-

---

(1) No ocurre lo mismo cuando les concede la voluntad. (Véase libro VI.)

ciencia. Puede parecer pueril que se insista tanto en la palabra; voy á presentar un ejemplo que prueba que no es inútil.

Tenemos conciencia de nuestra memoria, pero la memoria es una particularidad histológica muy compleja, que existe como tal independientemente de toda conciencia, y hasta puede manifestarse en fenómenos fisiológicos absolutamente inconscientes, como los movimientos habituales, la música que se tararea pensando en cualquiera otra cosa, etc.

He aquí un niño que está aprendiendo á hablar. La operación mediante la cual imita un sonido que oye pone en actividad cierto número de elementos nerviosos y musculares. Ahora bien, estudiaremos la ley según la cual ningún elemento anatómico funciona sin modificarse, sin adicionarse partes nuevas (1). Las prolongaciones de las células nerviosas puestas en actividad por la operación precedente, prolongaciones todavía poco numerosas y poco desarrolladas en el niño, se complicarán cada vez más, y esto, lo afirmamos, de manera tal que el reflejo ejecutado una vez será más fácil de ejecutar la segunda. Durante varios años, seguirán siendo posibles modificaciones muy diversas en las células todavía jóvenes del cerebro: el niño podrá aprender varias lenguas, lo que al cabo de algún tiempo le será más difícil. Si no deja de hablar una lengua no la olvida, sino que, por el contrario, la sabe mejor cada día, siempre en razón de esa misma ley que ha hecho que pudiera aprenderla; si permanece largo tiempo sin hablarla la olvida, porque de igual modo que el funcionamiento crea partes nuevas en los elementos anatómicos, la inactividad produce su atrofia.

Sabemos en qué parte de cerebro se hallan las células cuyas modificaciones han determinado la memoria

---

(1) Véase más adelante la ley de la asimilación funcional.

del lenguaje. La histología de esa parte es la de la memoria del lenguaje; su ablación produce la afasia. Ahora bien, ¿de cuántos millones de células se compone esa parte de nuestro cerebro? ¿Qué inaudita complejidad la del mecanismo histológico de nuestra memoria!

Y, no obstante, ¡cuán simple y natural nos parece la memoria consciente á que estamos tan habituados! Tendemos instintivamente á considerar como *elementales* los fenómenos familiares, y por esto Haeckel considera la memoria como una propiedad característica de la materia viva. Si el sabio alemán atribuye á la palabra memoria significación distinta á la que tiene en realidad, no podemos saber qué quiere decir; pero si la atribuye su significación propia, tenemos por qué admirarnos de que conceda á simples reuniones de moléculas algo que depende únicamente del funcionamiento del sistema nervioso en los animales que de éste están provistos (1).

He aquí el motivo de que haya creído deber insistir en el sentido limitado de la palabra conciencia. Cuando Haeckel atribuye conciencia á los átomos, no tenemos derecho á contradecirle, pero podemos preguntarnos qué entiende por conciencia cuando le vemos conceder memoria á las plastídulas constitutivas de protoplasma.

En una palabra, debemos restringir la significación de la palabra conciencia al hecho de que tenemos conocimiento de ciertos procesos fisiológicos y no al conjunto de los procesos psíquicos, es decir, de los procesos fisiológicos de que tenemos conocimiento. La conciencia así definida y sólo ella tenemos derecho á conceder ó á rehusar, según queramos, á éste ó al otro cuerpo vivo ó inanimado; de ella debemos preocuparnos al investigar los caracteres comunes á los seres vivos. Estamos segu-

---

(1) Ó al menos de un mecanismo muy complejo que haga *discontinua* la vida elemental manifiesta de cada elemento. (*Teoría de las plástidas incompletas*).

ros por anticipado de que existen tales caracteres comunes independientes de la idea de conciencia, puesto que sabemos, sin engañarnos nunca, *reconocer* que un cuerpo está vivo (1).

Cuando conozcamos un carácter distintivo de los seres vivos sabremos de manera precisa lo que decimos cuando usamos la palabra; pero, si tal carácter común existe de un lado en la levadura de cerveza, de otro, en el hombre que está dotado de conciencia, no tendremos en modo alguno derecho á deducir que la levadura de cerveza es consciente, por que la existencia de la conciencia en el hombre puede estar relacionada con un carácter *específico* distinto al que caracteriza los seres vivos.

En verdad que una teoría completa de la vida debe llegar hasta los fenómenos de conciencia que observamos en nosotros mismos, *pero bajo ningún pretexto debe partir de ellos*. Debemos, por tanto, estudiar completamente la vida y la muerte en todos los animales, sin preocuparnos jamás en el curso de este estudio de saber si esos seres están ó no provistos de conciencia; luego, una vez terminado este estudio, cuando sepamos bien lo que es la vida, será interesante notar que ésta ó la otra particularidad psíquica es concomitante de tal ó cual particularidad histológica ó fisiológica. Así, después de todo lo que acabo de decir, nuestro plan está claramente trazado y la obra debe dividirse en tres partes:

*Primera.*—Estudio de la vida de los seres monoplásticos ó vida elemental.

*Segunda.*—Estudio de la vida de los seres polioplásticos ó vida propiamente dicha.

*Tercera.*—Relaciones entre la psicología del hombre, su histología y su fisiología.

Trataré de emplear en el curso de esta serie de estu-

---

(1) Siempre que lo observemos durante bastante tiempo.

dios un lenguaje todo lo preciso posible, pero que naturalmente lo será menos al principio del libro que al fin. Por ejemplo, estando dedicada una parte de la obra á investigar una definición de la vida elemental, siempre que se use esta expresión antes de haberla definido de manera precisa, será más vaga que después de la definición rigurosa. Las expresiones, por lo tanto, irán siendo más claras á medida que adelantemos, pero ese ligero inconveniente de la oscuridad relativa del principio será ampliamente compensado por lo ventajoso que resulta no dar por anticipado definiciones de cosas que sólo más tarde se conocerán completamente (1). «Todas las consideraciones *à priori* acerca de la vida no han dado más que definiciones insuficientes» (Claudio Bernard).

También quería, en mi exposición, no recurrir más que á explicaciones elementales que puedan ser comprendidas aún por los que sólo poseen un ligero tinte científico, pero quizá no será posible siempre. Sin apoyarse en todas las leyes físicas y todas las reacciones químicas, el estudio de la vida exige un conocimiento *profundo* de algunas por lo menos de esas leyes y de esas reacciones, conocimiento que quizá no tienen muchas personas deseadas de comprender los fenómenos vitales ó hasta habituadas ya á discutir la naturaleza de esos fenómenos. En fin, me veré obligado á apoyarme en gran número de hechos tomados aquí y allá de la fisiología, la zoología y la botánica, hechos que deberé suponer conocidos porque su descripción me elevaría á pormenores muy prolijos. Desgraciadamente, muchas personas quieren saber lo que es la vida y hablar de ella, basándose sólo en lo que dicen los poetas y los filósofos y sin tomarse el trabajo de estudiarla en sus diferentes formas. Cada cual

---

(1) Para que se comprendan mejor, repetiré en diversos lugares y formas las cosas más importantes.

acostumbra á emitir opinión acerca de todo lo que concierne á la vida, y habrá quien acepte respetuoso las enseñanzas de un químico acerca de las propiedades del alcohol y se crea con derecho á discutir con un biólogo respecto á tal ó cual manifestación de la vida, *mucho más complicada*, que jamás ha estudiado. Los filósofos de la nueva generación han empezado á darse cuenta de que no basta una erudición literaria sólida y de que conviene estudiar las ciencias antes de hablar de ellas; pero se necesitará mucho tiempo antes de que esa reforma sea completa y siempre los que no realicen estudios científicos no abdicarán por eso del derecho de hablar de la vida y de *estudiarla descendiendo á si mismos*. No es necesario tener un bagaje científico muy considerable para comprender los fenómenos vitales, pero hay, sin embargo, conocimientos absolutamente *indispensables* en este estudio y los que no los tienen no pueden emprenderle. Tan ilusorio sería querer explicar los fenómenos vitales á personas completamente ayunas de instrucción científica, como imposible me ha sido, aun esforzándome mucho, hacer comprender el fenómeno tan sencillo de las piedras oscilantes á una persona muy erudita que no sabía nada de mecánica.

He publicado el año último, en la *Encyclopédie scientifique des aide-memoire*, un librito, *La matière vivante*, que en rigor hubiera podido servir de introducción á éste; he creído, no obstante, deber repetir varias partes de él en el primero de los seis libros que forman este volumen, para dar mayor exactitud á ciertos particulares de definición, en especial en lo que atañe á las *sustancias vivas* y á los diferentes casos de la vida elemental.

El presente volumen constituye, por tanto, una obra completa.

Una parte del libro cuarto y del segundo ha aparecido, en forma condensada, en la *Revue philosophique (La vida y la muerte, 1896)*.

Me es imposible hacer al principio de esta obra ni una historia, ni siquiera un índice bibliográfico; tan numerosos son los libros que tratan de la teoría de la vida. Tampoco puedo remitir al lector á los que particularmente he utilizado, porque he tomado hechos de todas partes en las ciencias naturales.

Se encontrará un ensayo histórico de las teorías de la vida en Claudio Bernard (*Lecciones sobre los fenómenos de la vida*), y una bibliografía muy extensa en Delage (*La estructura del protoplasma y las teorías sobre la herencia y los grandes problemas de la Biología general*).

F. LE DANTEC.

París, 29 de Febrero de 1896.

---

## PRIMERA PARTE

---

### Vida de los seres monoplásticos ó vida elemental.

Cuando un químico descubre un compuesto nuevo, ya lo haya formado por síntesis con elementos tomados de aquí y de allá, ya lo haya extraído de un cuerpo pre-existente en que se encontrara mezclado con otros, lo estudia y describe *sus propiedades*, es decir, las cualidades que le son exclusivas. Algunas de ellas pueden no ser absolutamente características del cuerpo en cuestión y pertenecer al mismo tiempo á otros cuerpos distintos, pero otras le son exclusivas y permiten reconocerle siempre y en todas partes, aun cuando se ignorase su composición atómica (1).

Supongo que un cuerpo A esté definido así por tal reacción característica á que da lugar en presencia del cuerpo B y en determinadas condiciones; cualquier sustancia que en esas condiciones no produzca la reacción esperada, no será el cuerpo A. La que la produzca, por el contrario, podrá ser el cuerpo A, y si tememos equi-

---

(1) Los ejemplos de este hecho escasean cada vez más con los progresos de la química, pero todavía hay ciertos cuerpos que podemos reconocer sin engañarnos nunca y cuya constitución ignoramos.

vocarnos atribuyendo esa reacción característica solamente al cuerpo A, nos aseguraremos de que es él mediante otra reacción que le sea igualmente propia, si sabemos alguna. Es el método de los análisis químicos y puede resumirse así: las mismas causas producen los mismos efectos; si un efecto varía es que ha variado una de las causas.

El método anterior, que es verdaderamente científico, no se aplica en general en biología á causa de la noción peligrosa de la individualidad. Sea un ser A considerado en un momento dado; se compone de cierto número de sustancias que tienen propiedades definidas. Añado alcohol al líquido en que estaba, *y sigo llamándole A*, aun cuando ya no contenga quizá ninguna de las sustancias que le caracterizaban hace un momento. Este ejemplo ofrece un inconveniente, y es que, después de obrar el alcohol, decimos que A ha muerto y que por consiguiente no es tan peligroso seguir llamándole así.

Pero supongo que el sér A tiene la propiedad de ser atraído por la sustancia B, como veremos más adelante á propósito del movimiento de las plástidas; pues bien, el ser A, después de haber sido sometido durante algún tiempo al influjo de una disolución diluida de la sustancia B, *no es ya atraído por ésta*. Seguimos, sin embargo, llamándole A, aun cuando haya perdido una de las cualidades que hace un momento nos permitían reconocerle. Renunciamos, pues, preconcebidamente á la precisión del método químico, puesto que damos el mismo nombre A á dos conjuntos de cuerpos diferentes que quizá tienen todavía ciertas propiedades comunes, pero uno de los cuales carece por lo menos de una cualidad que al otro pertenece. Decimos que el sér A se ha adaptado, se ha habituado á nuevas condiciones (1).

---

(1). Véase el capítulo *Evolución de la especie de las plástidas*, I, III.

Tengo sal marina en un frasco. La trato en caliente por el ácido sulfúrico y desprende ácido clorhídrico; es una de sus propiedades. Al cabo de algún tiempo deja de desprenderlo, aun cuando yo siga añadiendo ácido sulfúrico. ¿Diré que la sal marina se ha acostumbrado al ácido sulfúrico? ¿Sería absurdo, no es así? Sin embargo, *es exactamente lo mismo*. Lo que queda en el frasco conserva propiedades comunes con la sal marina del principio, la de teñir de amarillo, por ejemplo, la llama incolora de una lámpara de alcohol, pero ya no es sal marina, sino sulfato de sosa.

Tratando de aplicar al estudio de los seres monoplásticos el método preciso de la química, tropezamos con grandes dificultades, á causa de la noción preconcebida de individualidad, pero una vez vencidas, los resultados son fecundos. Es esencial, en primer término, cuidar mucho del lenguaje y no usar más que palabras exactas.

En suma, desde el punto de vista químico, no se debería dar el mismo nombre á A, que á dos plástidas que exactamente gozan las mismas propiedades; entonces solamente habría derecho para razonar acerca de la una de la misma manera que acerca de la otra, mientras que se acostumbra á dar el mismo nombre á plástidas que no tienen sino algunas propiedades comunes y que difieren por otras cualidades esenciales. En otros términos, tal como hoy se habla, la noción de *ser* es enteramente distinta de la de *sustancias químicas* que le constituyen, y éste es un resto de las teorías vitalistas.

Trataré de aplicar todo lo posible el método químico al estudio de las propiedades de las plástidas, y el solo examen de los hechos conocidos en la actualidad me conducirá de esta suerte á definiciones precisas de todo lo que concierne á la vida elemental, sin que para lograr este resultado me vea obligado á recurrir á ninguna hipótesis.

Procederé en este estudio por aproximaciones sucesivas.

En una primera aproximación, investigaré si es posible descubrir la existencia de caracteres comunes á las plástidas vivas, y sólo á ellas, por medio de una *observación poco prolongada* de dichas plástidas. Entiendo por observación poco prolongada la de la manera de ser de una plástida durante un tiempo bastante corto para que en él no se modifique sensiblemente, y en especial no se divida (1). Esta primera aproximación no nos conducirá á la definición de la vida elemental (2), que hallaremos solamente cuando en una segunda hayamos estudiado las plástidas mediante una *observación más prolongada*, superior á la duración de una ó de varias generaciones de plástidas. Finalmente, en tercera aproximación, una *observación muy prolongada* nos informará acerca de la evolución de las especies monoplástidas.

Espero llegar así á nociones muy precisas desde la segunda aproximación, aplicando sin cesar aquella gran ley de las ciencias llamadas exactas, á que las plástidas vivas están sometidas lo mismo que todos los demás cuerpos: las mismas causas producen los mismos efectos. Será también necesario, y es más difícil según hemos dicho, á causa de las ideas introducidas en el lenguaje, no olvidar este precepto de Descartes: «No busquéis lo que se ha escrito ó pensado antes de nosotros, sino sabed ateneros á lo que vosotros mismos reconozcáis como evidente».

---

(1) Me he atenido aproximadamente á esta primera aproximación en mi libro *La matière vivante*, de que ya he hablado, y en el que he tratado principalmente de demostrar que todos los fenómenos *vitales* de las plástidas se explican por las leyes generales de la física y de la química.

(2) Aun cuando no se pueda aplicar, en esta primera aproximación, un lenguaje tan preciso como después de las definiciones de la segunda, me esforzaré, para describir los fenómenos que permite hacer constar, en servirme únicamente, si es posible, de expresiones físicas y químicas y no de palabras tomadas de la fisiología de los animales superiores.

# LIBRO PRIMERO

PRIMERA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN POCO PROLONGADA

---

## CAPÍTULO PRIMERO

---

### Estructura.

Fijémonos en la observación de las plástidas, en su estructura misma. Mirando con bastante atención, ó con auxilio de procedimientos especiales, descubrimos siempre algo común á todas, notando en primer término que tienen dimensiones limitadas. La longitud de una décima de milímetro es ya muy considerable, y el mayor número de especies no la alcanza; la plástida se nos presenta, pues, inmediatamente en general como una pequeña masa muy exigua, claramente limitada en el medio ambiente.

En esa masa siempre (1) es posible distinguir dos partes que se diferencian al ser tratadas por los reactivos colorantes, el *núcleo* en el interior, claramente limitado en el protoplasma que le rodea por todos lados. Además, la aplicación de determinados procedimientos histológicos permite las más de las veces distinguir par-

---

(1) Prescindo intencionadamente de las mórneras de Haeckel, que estudiaré más adelante.

tes diferentes en el protoplasma de un lado (hialoplasma, paraplasma, etc.), en el núcleo de otro (nucleolo, jugo nuclear, etc.), pero las disposiciones así observadas no son tan universales.

De una manera general la plástida viva es, por tanto, una pequeña masa compuesta de dos partes, incluida la una en la otra y que dan diferente reacción tratadas por los reactivos colorantes.

¿Es necesariamente la propiedad de ser dotado de vida elemental una consecuencia de esa especial estructura? Evidentemente no, puesto que nuestros procedimientos histológicos *matan* casi siempre las plástidas observadas, y por consiguiente no distinguimos bien en general sus partes constitutivas sino cuando están *muer-tas* (1). Luego, aun admitiendo, lo que discutiré más adelante, que esa estructura sea condición *necesaria* de la vida elemental, podemos afirmar por el pronto que no es condición *suficiente*; dicho de otro modo, admitiendo que ese carácter de estructura sea común á todas las plástidas vivas, tenemos la seguridad de que no lo es más que á ellas, y no podemos, por consiguiente, considerarle como distintivo absoluto de la vida elemental.

Lo mismo ocurre con los datos que nos proporciona, *en el estado actual de la ciencia*, el análisis químico de las plástidas; conseguimos saber lo que sucede á una plástida sumergida en carbono, en hidrógeno, ázoe, etc., pero no sabemos todavía qué diferencia hay en la ordenación molecular de esos elementos en una plástida viva y en otra muerta. Si lo supiéramos, podríamos dar inmediatamente una definición precisa de la vida elemental, porque, según espero ha de probar superabundantemente la continuación de este libro, todas las propiedades vitales de las plástidas no son más que propiedades químicas

---

(1). Véanse más adelante los párrafos *Anestésicos y peces* y *Seudomorfosis de las plástidas*.

de las sustancias que las constituyen; mientras llega ese progreso de la química, podemos decir de la composición molecular lo que es verdad respecto á la estructura histológica; todo lo que hoy sabemos respecto á la constitución química de las plástidas vivas es igualmente verdadero respecto á las plástidas muertas; no podemos por tanto deducir de aquí un carácter común á las plástidas vivas *y á ellas solas*; podemos ver en esto una condición necesaria, pero no suficiente, de la vida elemental.

Si hay que esperar nuevos progresos de la química para conocer la estructura atómica de los cuerpos vivos, podemos al menos, en el estado actual de la ciencia, conocer cierto número de *propiedades* de esos cuerpos; examinando esas diversas propiedades llegaremos á descubrir los caracteres comunes á las plástidas vivas y á ellas solas, es decir, la cualidad distintiva de la vida elemental. Voy á estudiar primeramente, según he anunciado, las de entre esas propiedades que puede poner en evidencia una observación muy corta.

Todos los fenómenos á que aludiré son muy conocidos y están determinados de manera indiscutible. Están dispersos en gran número de Memorias en que su descripción no va acompañada casi nunca de ensayo de interpretación; no obstante, hay en la ciencia varias teorías del movimiento de las plástidas.

---

## CAPÍTULO II

---

### MOVIMIENTO (1)

El fenómeno que más inmediatamente percibimos en la observación de corto tiempo es el movimiento de las plástidas. Su aparente espontaneidad ha hecho pensar primeramente en la existencia de un principio vital interior. El movimiento no es espontáneo en realidad; resulta, como las demás manifestaciones de la vida elemental, de las reacciones físicas y químicas que se producen entre la sustancia de la plástida y el medio. No nos damos cuenta de él en primer término, porque, instintivamente pensamos en la natación de los animales superiores, de los peces por ejemplo, y, luego, consideramos casi como inerte ese medio acuoso en el que no observamos ninguna reacción química enérgica. No notamos tampoco, por la observación pura y simple, la formación de los nuevos compuestos que resultan de la vida elemental de la plástida, como el ácido carbónico por ejemplo, que se desprende constantemente.

Por el contrario, cuando dejamos caer en el agua un trozo de potasio, la reacción violentísima que se produce se nota inmediatamente. El calor que produce la oxidación del metal basta para inflamar el hidrógeno, y las vueltas que da el sólido en la superficie del líquido no

---

(1) Los capítulos II y III son casi reproducción literal de partes del manual «*La matière vivante*».

nos sorprenden porque las acompaña producción de calor y de luz. A nadie se le ha ocurrido jamás invocar principios inmateriales para explicar ese movimiento; se ha atribuido simplemente á las modificaciones que la misma reacción produce en el estado de equilibrio de los cuerpos que en ella intervienen.

Pues bien, por ser ese fenómeno más brusco y simple que el del movimiento de la plástida, no deja de ser de igual naturaleza; asistimos en ambos casos á la producción de fuerzas mecánicas que provienen únicamente de reacciones entre el móvil y el medio. En apariencia hay, no obstante, una distinción capital entre ambos hechos. Cuando hacemos un experimento químico ponemos en contacto dos cuerpos que no lo estaban; esos dos cuerpos reaccionan durante cierto tiempo, luego llega un estado de equilibrio. Por el contrario, cuando observamos una plástida que se mueve en el agua, nosotros no la hemos colocado en ese medio; allí estaba cuando hemos empezado la observación, y, no obstante, se movía y sigue moviéndose *sin dejar de estar en el agua*, de donde el carácter de espontaneidad aparente. Pero por otras experiencias sabemos que hay disuelto en el agua un cuerpo, el oxígeno, en cuya presencia la sustancia de la plástida reacciona *constantemente*; hay *constantemente* oxidación de la sustancia, y he aquí una primera acción química. Produciéndose esta oxidación sin parar, debería tener un fin, porque la cantidad de sustancia oxidable de la plástida es limitada. Sin duda, pero hay en el agua, en disolución ó en suspensión, cuerpos que pueden añadirse á la plástida y renovar á cada momento su provisión de sustancia oxidable. ¿Cómo?, lo veremos más adelante. En todo caso, no tiene lugar solamente un fenómeno químico, la oxidación al nivel de la plástida y del medio, sino gran cantidad de fenómenos químicos concomitantes, y en nada puede admirar que este conjunto de fenómenos engendre un movimiento. Ese movimiento depende na-

turalmente de la *forma* de la plástida y de la naturaleza de las reacciones que su composición hace posibles; así hay aproximadamente tantas formas de movimientos como especies, y no podemos pensar en describirlas aquí (1).

Para darnos cuenta de las causas del movimiento en cada caso, podíamos pensar en proceder por eliminación, suprimiendo uno por uno todos los factores que pueden entrar en juego en las reacciones químicas complejas de que acabamos de hablar, pero tropezamos aquí con una grave dificultad: la plástida, en el estado de vida elemental manifiesta (2), se halla en estado de equilibrio inestable, originado porque el conjunto de reacciones de que es asiento no altera en definitiva su composición general, dicho de otro modo, la deja semejante á sí misma. Pues bien, sabemos suprimir artificialmente en la mayor parte de los casos uno de los factores de ese equilibrio, sin romperle bruscamente y destruir el cuerpo mismo. No obstante, Werworn ha conseguido, según más adelante veremos, *paralizar los movimientos* de ciertos rizópodos, por espacio de veinticuatro horas, eliminando el oxígeno. Los movimientos se han reanudado al oxigenar otra vez el medio.

En cambio conocemos agentes físicos ó químicos que, usados con ciertas precauciones, no destruyen las sustancias vivas. Podemos pensar en hacerles intervenir en las condiciones generales del fenómeno y observar lo que sucede. Si realmente, como debemos creer en tanto no haya nada que nos demuestre lo contrario, el movimiento de una plástida es consecuencia de reacciones químicas, un agente físico que tenga la propiedad de ac-

---

(1) Bütschli (*Bronn's klassen und Ordnungen des Thierreichs*). Protozoa.

(2) Uso esta expresión, que definiré más adelante rigurosamente, pero la uso con más vaguedad que lo haré en lo sucesivo.

tuar en gran número de dichas reacciones podrá modificar el movimiento, si se encuentran precisamente entre las que le producen una ó varias de las que el agente citado es capaz de hacer variar.

Hemos, pues, de estudiar la acción de la luz, del calor, de la electricidad, etc., sobre el movimiento de las plástidas. Estudiaremos también el influjo de diversas sustancias químicas.

INFLUJO DE LA LUZ.—Consideremos un haz de rayos luminosos paralelos y de *escasa intensidad* cayendo sobre una plástida en el agua (fig. 1.<sup>a</sup>).

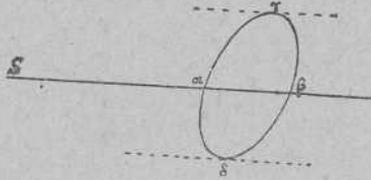


FIGURA 1.<sup>a</sup>

El rayo incidente  $S\alpha$  atravesaría la sustancia transparente de la plástida en una dirección  $\alpha\beta$  poco diferente de  $S\alpha$ , porque la refrangibilidad de esa sustancia es poco distinta á la del agua. Podemos, pues, para no complicar la exposición del asunto, considerar  $\alpha\beta$  como prolongación de  $S\alpha$ . Ahora bien, veamos lo que pasa á lo largo de  $\alpha\beta$  suponiendo que la luz empleada influye en reacciones posibles entre la plástida y el medio ambiente. En  $\alpha$  esas reacciones serán influidas y la intensidad del rayo luminoso disminuirá proporcionalmente. En el trayecto  $\alpha\beta$  podrán modificarse otras reacciones internas entre los elementos constitutivos de la plástida, pero esas reacciones *internas* no tenemos razón alguna para hacerlas intervenir en un movimiento que sólo puede proceder de

una modificación de equilibrio *al contacto* del cuerpo y del medio. Suceda lo que quiera, el rayo luminoso al llegar á  $\beta$  tendrá menos intensidad que en  $\alpha$ ; ahora bien, hemos supuesto de poca intensidad el rayo incidente; la energía que tiene en  $\beta$  podrá así ser mucho menos considerable que la que tiene en  $\alpha$ , y una reacción que la luz favorezca será mucho más activa en  $\alpha$  que en  $\beta$ . Podrá dividirse la superficie de la plástida en dos partes, de suerte que á todo punto  $\alpha$  de la primera corresponda un punto  $\beta$  de la segunda, y se sabrá que ciertas reacciones químicas serán más activas en  $\alpha$  que en  $\beta$ . Estas dos partes de la superficie de la plástida estarán precisamente separadas por la línea de contacto de un cilindro circunscrito *de dirección*  $S\alpha$ , y se concibe sin entrar más en un análisis matemático, complicado en un cuerpo de cualquier forma, que el resultado de esta diferencia establecida entre las dos superficies  $\gamma\alpha\beta$ ,  $\gamma\beta\beta$ , sea una acción directora relacionada con la dirección del rayo incidente, puesto que las dos zonas de desigual actividad sobre la plástida están precisamente separadas por una línea relacionada con esa dirección (1).

Es lo que afirma la experiencia.

No me extenderé en las interesantísimas observaciones de Strasbürger, Engelmann, Stahl, Brandt, Ver-vorn .., etc. Voy solamente á exponer los resultados más generales de las mismas.

Sobre todo en plástidas vegetales, bacterias, diatomeas, desmidicas, esporos movibles de algas..., etc., y sobre los infusorios flagelados es intensa la acción de la luz. Y siempre modifica la dirección de las radiacio-

---

(1) En un cuerpo de forma determinada, diatomea, desmidica, etc., el análisis matemático permite prever los fenómenos de *orientación*, de *dirección*, etc. Presento más adelante, á propósito de la quimiotaxia, un ejemplo de este cálculo relativo á un cuerpo esférico.

nes (1), pero en sentido que puede variar con las especies estudiadas.

Se concibe muy bien, en efecto, que según la naturaleza de las reacciones influenciadas por la luz, la diferencia establecida entre las dos fácies  $\gamma_{\alpha\delta}$  y  $\gamma_{\beta\delta}$  se traduzca por un movimiento en un sentido ó en otro. Así se observa que una especie es atraída por una radiación de poca intensidad, que, en cambio, rechaza á otra.

Estas diferencias específicas dependen de la naturaleza propia de cada plástida, de las reacciones que pueden presentar aparte las que son comunes á todas ellas; nos dan un nuevo motivo para no admitir la unidad de la sustancia viva.

Los movimientos de ciertas plástidas (muchos rizópodos y ciliados) no se dejan influir para nada por la luz. Se dice que esas plástidas no son *fototácticas*, como se dice de las que son atraídas ó rechazadas por ella que son *positiva ó negativamente fototácticas*.

En la mayor parte de los casos, los rayos más refrangibles del espectro ejercen acción directora más manifiesta; ahora bien, sabido es que esos rayos se llaman precisamente químicos porque á su influjo hay que atribuir exclusivamente las reacciones químicas determinadas por la luz blanca (fotografía), con exclusión de los rayos menos refrangibles ó térmicos (2).

Se concibe perfectamente, á consecuencia de la acción directora de la luz, que ciertas plástidas especialmente fototácticas estén siempre reunidas en una infusión en la

---

(1) Esta relación con la dirección de las radiaciones es generalmente una relación de paralelismo, pero no siempre.

(2) Los pormenores acerca de las diferencias de acción fototáctica según la naturaleza y la acción de la radiación se hallarán en las Memorias citadas en el Índice bibliográfico; podemos contentarnos con leer en este punto el *Tratado de Botánica* de Van Tieghem, págs. 123 y siguientes.

parte que recibe más directamente la luz del día. Engelmann pescaba bacterias en un punto iluminado de un líquido oscuro. Los antropomorfistas explican generalmente este hecho diciendo que, por ejemplo, las plástidas verdes *buscan* la luz porque su acción clorofílica se ejerce en ella con más intensidad.

De igual modo, en los vegetales superiores, ciertos órganos son positiva, ú otros negativamente heliotrópicos (Sachs). La explicación mecánica de estos fenómenos se ha hecho con mucha claridad; son de la misma naturaleza que las manifestaciones fototácticas de las plástidas (fotauxismo) (1).

Muy distintamente complejos son, por el contrario, los fenómenos *heliotrópicos* que J. Lœb ha descrito en insectos y otros animales superiores y es incurrir en grave error compararlos *directamente* con los movimientos fototácticos de las plástidas.

En un sér provisto de un sistema nervioso completo, la luz impresionará ciertas células superficiales. En cada una de esas células podrán ocurrir fenómenos fototácticos comparables á los que hemos estudiado en plástidas aisladas, y cada uno de esos fenómenos intracelulares, considerado aisladamente, estará en relación *inmediata* con la dirección de la radiación luminosa. Pero *la dirección del movimiento general del cuerpo no tendrá ninguna relación directa con la del movimiento individual de cada una de sus plástidas*. El movimiento producido en las células superficiales por la acción de la luz transmitirá una excitación especial á las células nerviosas centrales, de donde, á consecuencia de fenómenos sumamente complejos, partirá una nueva excitación determinante de la activi-

---

(1) Todo el mundo ha observado cómo ciertas plantas se estiran extraordinariamente huyendo de la oscuridad, buscando casi siempre una fuente de luz, por débil que sea, lo que hace decir comúnmente que las plantas *buscan* la luz.

dad de ciertos músculos (1), y no sabemos todavía en el estado actual de la ciencia analizar esta operación múltiple. La dirección del movimiento general del cuerpo, procedente de la actividad de esos músculos, no estará sino en relación *infinitamente remota* con la de la radiación que primitivamente ha impresionado células superficiales especiales. Si por casualidad observamos que en algunos casos el movimiento tiene lugar en la dirección de la luz, será absurdo ver en este fenómeno una reacción inmediata *de igual orden* que la de las plástidas y aplicar para designarla el mismo término *heliotropismo* que sirve para las plantas. Por este camino se llegaría muy pronto á decir que el grillo que sale de su agujero cuando en él echa agua un muchacho (cosa muy común), es negativamente hidrotrópico; que la trucha que remonta la corriente es negativamente reotrópica; que el hombre, en fin, que busca la sombra cuando el sol le abrasa es negativamente heliotrópico..., etc.

Utilizando así para la denominación de los fenómenos de la vida de los animales superiores las mismas expresiones que para los fenómenos de la vida, se da absolutamente razón á los antropoformistas. No cometen, en efecto, más que un abuso del mismo orden al decir que las plástidas prefieren la luz azul á la roja..., etc. Engelmann habla de un movimiento de terror de las bacterias. El que quiere probar demasiado no prueba nada; tratando de hacer creer que un insecto reacciona á la luz *de la misma manera* que un protozooario, se expone á una crítica fácil y se abre ancho campo á los vitalistas. Estos triunfarian fácilmente si los que no aceptan sus teorías olvidaran alguna vez que los fenómenos microscópicos de los seres superiores no pueden explicarse mecánicamente sino como *resultante extremadamente compleja* del

---

(1) Véase en el capítulo *Sistema nervioso* la teoría elemental de los reflejos.

conjunto de las manifestaciones microscópicas de la actividad de sus plástidas; para evitar este peligro, hay que abstenerse de usar los mismos términos para designar fenómenos ligeramente similares, pero realmente de muy distinta complejidad.

Muchas veces se ha discutido la utilidad que para las diversas especies de plástidas ofrecen los fenómenos fototácticos. El error teleológico se desliza fácilmente en discusiones de este género; de ello me ocuparé una vez por todas al tratar de la quimiataxia.

INFLUJO DEL CALOR.—El estudio del influjo del calor sobre la dirección de los movimientos de las plástidas no nos enseña más, desde el punto de vista en que nos colocamos, que el del influjo de la luz.

Respecto á la temperatura, es preciso que permanezca entre límites á veces poco alejados uno de otro, y determinables en cada especie, para que la vida elemental pueda manifestarse y asimismo para que la plástida no sea destruída. En suma, la temperatura es una de las condiciones importantes de la vida elemental y todas las reacciones de las plástidas dependen de ella (1).

EXCITACIONES MECÁNICAS, ELÉCTRICAS, ETC.—Las excitaciones mecánicas originan reacciones de las que es difícil obtener conclusiones importantes, porque son poco claras en las plástidas menos diferenciadas y su análisis es muy complejo en los más elevados de los protozoarios.

Se ha experimentado también la acción de las corrien-

---

(1) Todas las plástidas quedan destruídas á una temperatura bastante inferior á 200° centígrados; puede, pues, considerarse dicha temperatura como un máximo grande en la determinación de las condiciones en que la vida elemental es posible; nos serviremos más adelante de esta afirmación (Véase cap. XVIII).

tes eléctricas, de las corrientes de agua, etc., sobre los movimientos de las plástidas (1), pero no hay espacio para detenerse aquí en estos estudios que no nos dan ninguna nueva noción general.

INFLUJO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS.—Por el contrario, el estudio del influjo de las sustancias químicas sobre los movimientos es en extremo importante; en suma, sólo nos es dado hacer en el estado actual de la ciencia la *química de las plástidas*, puesto que no conocemos su constitución atómica.

Preparativos especiales de experimentación nos permitirán estudiar sucesivamente la acción de las sustancias químicas sobre la dirección de los movimientos y aún sobre la naturaleza y la intensidad de los mismos.

QUIMIOTAXIA.—Naturalmente, para que haya *dirección* del movimiento por una sustancia química, es necesario que no esté distribuída por igual en el líquido en que viven las plástidas. Se concibe que en un medio que contenga en disolución homogénea una materia A, susceptible de reaccionar químicamente sobre las plástidas, la naturaleza y la intensidad del movimiento sean modificadas por el hecho de que esta reacción entre ellas y A se sume á las demás reacciones vitales; pero no se comprendería una acción *directora* en estas condiciones.

En las experiencias de Pfeffer, que son un modelo de rigor científico, no ocurre lo mismo.

Para estudiar el influjo de una sustancia A, introduce una disolución, cuyo grado de concentración conoce, en un tubo capilar que cierra por un extremo; luego in-

---

(1) Se han inventado, para definir la intervención de esos diversos agentes en el movimiento de las plástidas, los siguientes neologismos: *electrotropismo*, *reotropismo*, *termotropismo*, etc. Todos esos fenómenos se explican exactamente como el fototropismo y el quimiotropismo.

troduce el tubo así preparado en el líquido que contiene las plástidas. Naturalmente, á causa de las dimensiones capilares del tubo, no podrá entrar de lleno el líquido en su interior; sólo en el orificio se producen fenómenos de difusión, y así puede observarse el efecto de dosis de sustancia enteramente infinitesimales. En suma, he aquí cuál será la distribución de la sustancia en la totalidad del recipiente y del tubo.

A consecuencia de la difusión lenta, todos los puntos situados á la misma distancia de la abertura del tubo ca-

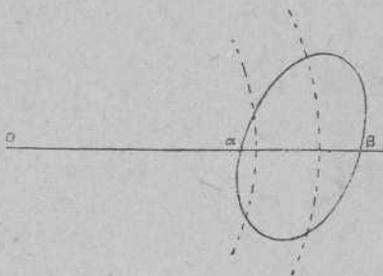
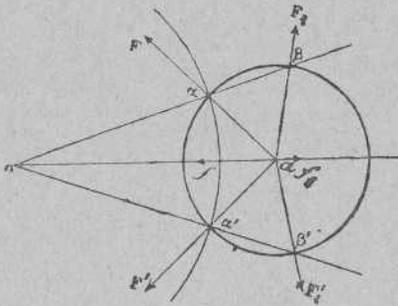


FIGURA 2.<sup>a</sup>

pilar tendrán la misma dosis de sustancia A, en otros términos, las zonas de igual proporción de sustancia A serán círculos concéntricos cuyo centro común será dicho orificio, disminuyendo esa proporción á medida que aumente el radio de los círculos. En cuanto al contenido del tubo capilar, como el diámetro del mismo es muy pequeño, podremos simplemente representarle por una línea á lo largo de la cual la sustancia aumenta conforme vayamos penetrando en el interior más lejos del orificio.

Admitido esto, consideremos una plástida en el líquido cuya proporción de sustancia A está distribuída de esta suerte, según círculos concéntricos que parten de O (figura 2.<sup>a</sup>). Tracemos desde el punto O un radio cual-

quiera,  $O\alpha\beta$ , que encuentre á la superficie de la plástida en los dos puntos  $\alpha$  y  $\beta$ . *Cualquiera que sea ese radio*, la proporción de sustancia A será mayor en el punto  $\alpha$  que en el punto  $\beta$ , y, por consiguiente, las reacciones que se produzcan en estos puntos entre la plástida y el medio habrán de ofrecer una diferencia de intensidad relacionada con la de concentración. Podrá, pues, afirmarse de una manera general que, si se supone trazado el cono cuyo vértice es O, circunscrito á la superficie de la plástida, la línea de contacto dividirá esta superficie en dos

FIGURA 3.<sup>a</sup>

zonas tales que á cualquier punto de la primera corresponda un punto de la segunda en que el líquido tenga *menor proporción* de sustancia A. Las diferencias de reacción entre todos los puntos  $\alpha$  y todos los puntos  $\beta$  serán, pues, de igual sentido. En el caso de un cuerpo de cualquier forma, el cálculo es complicado, aun cuando se concibe bien que la resultante de todas esas diferencias agrupadas en  $o$  pueda pasar por  $o$ .

Pero supongamos que tenemos que habérnoslas con una plástida esférica (fig. 3).

A cada radio  $O\alpha\beta$  corresponderá otro  $O\alpha'\beta'$  simétrico con relación al eje  $Oa$ , y tal que  $oa = o'a'$ ,  $O\beta = O\beta'$ . La

proporción en  $\alpha$  es, por tanto, igual á la proporción en  $\alpha'$ ; y lo mismo respecto á  $\beta$  y  $\beta'$ .

Ahora bien, consideremos el punto  $\alpha$ ; las acciones que tienen lugar en la proximidad inmediata de este punto están dispuestas simétricamente con relación á la normal  $a$   $\alpha$ . La fuerza que de ellas resultará seguirá, pues, la dirección de la normal: supongamos, por ejemplo, que esa fuerza,  $F$ , sea centrífuga con relación á la esfera; es decir, que en cada punto de la superficie la fuerza vaya de la esfera al medio ambiente.

Tenemos entonces que considerar cuatro fuerzas:  $F$ ,  $F_1$ ,  $F'$  y  $F'_1$ , normales á los puntos  $\alpha$ ,  $\alpha'$ ,  $\beta$  y  $\beta'$  y tales que  $F = F'$ ,  $F_1 = F'_1$  y  $F > F_1$ . La resultante de  $F$  y de  $F'$  es una fuerza  $f$  que sigue la dirección  $\alpha$   $o$ ; la resultante de  $F$  y de  $F'_1$  es una fuerza  $f_1$ , que sigue también la dirección  $\alpha$   $o$ , pero en sentido contrario, y  $f$  es  $> f_1$ . La resultante total de las cuatro acciones es así una fuerza  $f - f_1$ , dirigida de  $\alpha$  á  $o$ . Lo mismo ocurrirá con todos los radios  $o$   $\alpha$   $\beta$ , reunidos simétricamente dos á dos, y el movimiento de la plástida será de atracción hacia  $o$  (1). Si hubiéramos supuesto que en cada punto  $\alpha$  las acciones fueran tales que la fuerza  $F$  se dirigiera desde el centro á la circunferencia, habríamos también observado una repulsión de la plástida, con respecto á  $O$ .

Coloquémonos en el primer caso de una atracción hacia  $o$ . La plástida manifiesta una tendencia á pasar del medio de menor proporción al de proporción mayor. Una vez llegada á  $o$  deberá, por tanto, entrar en el tubo capilar en que las proporciones van decreciendo á partir del orificio; pero aquí interviene el influjo de las propiedades

(1) Para tener el derecho de hacer esta composición de fuerzas, hay que suponer estrictamente unidos sus puntos de aplicación. En el caso que la plástida sea susceptible de transformación el fenómeno del movimiento es diferente. (Véase más adelante *Movimiento amiboide*).

capilares del tubo, y esto permite que el fenómeno se modifique.

Sea lo que quiera, esta atracción que podía preverse la han puesto en evidencia las experiencias de Pfeffer con bacterias, flagelados, anterozoides de criptógamas, etcétera. Ha observado que las diversas especies de plástidas son diferentemente impresionadas por las distintas sustancias. «Hay todos los grados, desde la sensibilidad más exaltada hasta la más completa insensibilidad». Hay sustancias que atraen á ciertas especies (quimiotaxia positiva); hay otras que las rechazan (quimiotaxia negativa). Si una especie manifiesta por una sustancia determinada quimiotaxia positiva, las plástidas de ella podrán, en condiciones de concentración determinada (1), venir á llenar el tubo capilar.

Gran número de fenómenos muy importantes de la vida elemental hallan su explicación en la quimiotaxia. En primer lugar, el estado de movimiento casi constante en ciertas especies puede referirse á diferencias de constitución, á faltas de homogeneidad del medio en que están repartidas, en cantidades infinitesimales en verdad, tantas sustancias por las que esas especies manifiestan una sensibilidad quimiotáctica extremada. Efectivamente, esa sensibilidad es tal en ciertos casos, que varios autores proponen el empleo de las plástidas para descubrir en disoluciones la presencia de cantidades casi imponderables de algunas sustancias.

A una acción quimiotáctica hay que atribuir la atracción del espermatozoide hacia el huevo que ha de fecundar (2); á otra acción del mismo orden hay que atribuir las propiedades fagocitarias de los glóbulos blancos, pro-

---

(1) Remito á las Memorias de Pfeffer para los pormenores relativos á las variaciones del quimiotactismo con la concentración de las disoluciones; el estudio completo de estas variantes exigiría explicaciones demasiado largas.

(2) Véase capítulo XXVII.

propiedades cuya enorme importancia ha demostrado Metchnikoff en la resistencia de los seres á ser invadidos por las bacterias patógenas. Massart y Bordet han demostrado efectivamente el influjo quimiotáctico de los cultivos de bacterias, y también de los mismos cultivos filtrados (reducidos á los productos solubles elaborados por esos seres) sobre los leucocitos de los animales superiores. Los fenómenos de nutrición de gran número de protozoarios dependen igualmente de propiedades quimiotácticas.

Precisamente á causa de su utilidad, manifiesta en la mayor parte de los casos, los influjos quimiotácticos han sido explicados en un principio por consideraciones teleológicas y antropomórficas. Stahl había supuesto ya que todas las sustancias nutritivas para una especie debían atraerla, ser positivamente quimiotrópicas; es lo que efectivamente ocurre en la mayor parte de los casos, pero hay excepciones, sin embargo; por ejemplo, la glicerina no atrae á bacterias que pueden alimentarse con ella. De igual modo las sustancias nocivas son, en general, negativamente quimiotrópicas, pero hay excepciones, y ciertas plástidas sufren una atracción fuerte y muy evidente por parte de sustancias que les son absolutamente funestas.

Esas excepciones bastarían en rigor para no admitir las explicaciones antropomorfistas, que las plástidas *buscán* las sustancias que les son útiles y huyen de las que les son perjudiciales; pero, aún sin eso, no habría razón alguna para aceptar esa manera de ver cuando es tan fácil concebir la explicación mecánica.

Volvamos, por ejemplo, al caso sencillísimo de la plástida esférica estudiado anteriormente. Si la fuerza elemental  $F$ , resultante de las reacciones en un punto  $\alpha$  cualquiera es centrífuga, hay atracción hacia  $o$ ; hay repulsión si esa fuerza elemental es centripeta. Es muy fácil admitir que, en la mayor parte de los casos, las reacciones que determinan la producción de una fuerza centrífuga  $F$  no tienden á destruir el equilibrio de la

plástida, y que lo contrario tiene lugar con las reacciones que determinan la producción de una fuerza centrípeta. Esto no es siquiera una hipótesis; es la conclusión de hechos de observación común.

Cualquiera que sea el valor más ó menos grande de esta explicación, no faltarán ciertamente teleologistas que en ella encuentren una nueva prueba de la preexistencia de un admirable plan de la naturaleza. Ahora bien, supongamos en un líquido no homogéneo, en el que existen varios centros de difusión de sustancias diferentes, diversas especies de plástidas; al cabo de algún tiempo todas las que son positivamente quimiotrópicas con respecto á sustancias nocivas habrán desaparecido; un poco más tarde, las que no son positivamente quimiotrópicas para las sustancias útiles habrán desaparecido igualmente, y no quedarán ya en el líquido más que las que sean á la vez positivamente quimiotrópicas para las sustancias útiles y negativamente para las perjudiciales. No ha de sorprendernos, pues, que todas las especies de plástidas que observamos hoy en las aguas dulces y las saladas sean negativamente quimiotrópicas para las sustancias que les son perjudiciales y que han podido hallarse normalmente un día ú otro en un punto del medio en que han vivido.

Pero si hacemos la prueba de una sustancia nueva, compleja, que esos seres jamás hayan tenido ocasión de encontrar en el curso de la vida de su especie, no debe sorprendernos que sean positivamente quimiotrópicos para una sustancia que les perjudica; podemos solamente afirmar que si dicha sustancia se hubiera encontrado con frecuencia en el medio en que la especie en cuestión ha vivido, no habría llegado hasta nosotros (1).

---

(1) Debería hablar aquí del movimiento amiboide. Dejo su estudio para el capítulo siguiente, *La adición*, porque á propósito de ésta expondré los fenómenos de tensión superficial que es necesario conocer para interpretar este género de movimiento.

Otra particularidad que hay que señalar á propósito de las propiedades quimiotácticas de las plástidas es la adaptación de estos organismos á la concentración de las disoluciones salinas. J. Massart ha demostrado que se puede, por ejemplo, hacer poco á poco insensibles á disoluciones más concentradas bacterias que, en un principio, eran sensibles á disoluciones menos concentradas aún. Las antropomorfistas no dejan de ver en este fenómeno la formación de hábitos. Ahora bien, recordemos el estudio hecho anteriormente; bajo el influjo de las reacciones químicas, diferentes en los puntos  $\alpha$  y en los puntos  $\beta$ , se obtiene la dirección hacia  $\sigma$ . Pero estas reacciones pueden tener un fin; puede ocurrir que al cabo de cierto tiempo la plástida se haya saturado poco á poco de la sustancia nueva que se le acaba de proporcionar y que ya no haya entre ambos elementos reacción alguna. Pero entonces esa plástida, *adaptada* á la disolución salina, ha venido á ser *diferente* de lo que era en un principio; su composición química no es ya la misma y hay un nuevo factor en su equilibrio. Puede ocurrir, por tanto, que si se le quita bruscamente ese factor nuevo, la destrucción del equilibrio traiga consigo la de la plástida, y Haffkine ha demostrado, en efecto, que ciertas especies adaptadas á una concentración salina determinada, morían cuando se las trasportaba bruscamente á un medio de concentración diferente (1).

Esto me lleva á estudiar el influjo de las sustancias químicas sobre la naturaleza y la intensidad de los movimientos. Naturalmente las sustancias que, según el experimento de Pfeffer, producían una acción directora, obrarán igualmente sobre la intensidad de los movimientos de las plástidas. Por ejemplo, Engelmann ha demos-

---

(1) Me contento con citar de pasada estos hechos de adaptación, sobre los que insistiré más largamente en el libro III (3.ª aproximación.)

trado que el oxígeno ejerce un influjo director muy eficaz sobre las bacterias; ahora bien, sabemos que el oxígeno reobra sobre todas las plástidas; esta acción es constante en todo medio oxigenado, y muy probablemente se deben la mayor parte de los movimientos normales de esos seres á la distribución sin cesar variable del oxígeno en las infusiones. Y bien, Verwon ha demostrado precisamente que si se sustrae el oxígeno de una infusión, los movimientos de los rizópodos no tardan en disminuir y en paralizarse. Si se les devuelve el oxígeno al cabo de varias horas de reposo, el movimiento se reanuda.

Preyer, que ha estudiado esta suspensión del movimiento por la privación del oxígeno, ha aplicado al fenómeno la denominación nueva, y, por lo menos inútil, de anabiosis.

Es conveniente dejar para más adelante un estudio que parecería hallarse aquí en su puesto, el de los anestésicos y los venenos; sus efectos serán más fáciles de explicar cuando hayamos definido claramente la vida elemental (1).

Pero nos queda por estudiar una serie de fenómenos también complejos que, en parte al menos, se relacionan con el movimiento. Sabemos que la sustancia de los cuerpos vivos está en continuos cambios con el medio que la baña, y hasta hemos hallado en esos cambios la causa de los movimientos de las plástidas.

Absorbe, por ejemplo, oxígeno y desprende ácido carbónico, fenómeno por el cual pierde parte del carbono que la forma; ese carbono ha de recuperarse para que el cuerpo no desaparezca, destruyéndose poco á poco. Hay constantemente sustracción, luego es necesario que haya *adición* de partes nuevas, y, para que la sustancia conserve sus propiedades, que el resultado de ambas operaciones no modifique la composición general. Es precisa-

---

(1) Véase el capítulo *Irritabilidad*.

mente lo que sucede, y por esto puede decirse que la sustancia de una plástida *en situación de vida manifiesta*, está, desde el punto de vista de su composición, *en situación de equilibrio inestable perpetuo; la adición va seguida de asimilación.*

Uso de intento la palabra *adición* en lugar de otra cualquiera; soy en esto fiel á mi sistema de no aplicar á las manifestaciones de la vida elemental las denominaciones usadas para las de la vida de los seres superiores. La palabra nutrición tiene en fisiología significado especial, tomado del estudio de los actos vitales del hombre y de los animales superiores; representa una serie determinada de procesos, prehensión, masticación, deglución, digestión, etc., y con demasiada frecuencia se ha intentado, al emplear esa expresión, atribuirle su sentido más completo, el que tiene en el hombre. El uso de la palabra *adición*, común á las sustancias muertas, tiene la ventaja de evitar el peligro antropomórfico.

## CAPÍTULO III

---

### Adición.

RIZÓPODOS RETICULADOS.—Para seguir la complejidad creciente del fenómeno de adición en las plástidas nucleadas, empiezo por estudiarle en las menos diferenciadas de todas, los rizópodos reticulados. Hay aún entre ellos tipos de complicación diversa, pero nos ocuparemos particularmente de los más simples, en los que, fuera del núcleo, el protoplasma es absolutamente homogéneo desde la profundidad á la superficie, y no manifiesta ninguna diferenciación orgánica.

En tanto se ha tratado de movimientos, y especialmente de dirección general de los mismos, no era necesaria una descripción detallada de las plástidas (1); no ocurre lo mismo al estudiar los fenómenos de adición, y debemos tratar de conocer particularmente el estado físico de la *superficie* de la plástida, puesto que de él dependerá la posibilidad de la adición.

El protoplasma de los rizópodos reticulados está *muy poco separado* del agua en que viven; conviene alguna explicación.

---

(1) Salvo el caso en que se quiera estudiar la forma de los movimientos, lo cual no es de interés general.

TENSIÓN SUPERFICIAL.—Viértase en un vaso mercurio y agua; el agua se colocará encima del mercurio y habrá entre los dos líquidos una *superficie de separación* absolutamente clara. Se demuestra en física que, á consecuencia de las acciones moleculares, ocurre en el nivel de esta superficie como si hubiera una membrana tensa, pero en extremo extensible, que impidiera la mezcla de los dos líquidos. La resistencia á la extensión de esa membrana elástica ficticia es lo que se llama *tensión superficial*, en el contacto del mercurio y del agua. Es una cantidad que puede medirse y que está determinada por dos fluidos dados en condiciones determinadas. Cuando es grande, como en el contacto del mercurio y del agua, los dos líquidos están muy separados. Su mezcla es imposible, y no tendría lugar aun cuando las dos densidades fueran iguales.

En estas condiciones, meted en el agua una aguja lavada en alcohol, y el agua la mojará; seguid introduciéndola hasta la superficie de separación y más allá y determinaréis una depresión en esa superficie. La aguja parecerá penetrar en el mercurio, pero no será así; penetrará en una envoltura formada por la membrana elástica ficticia que separa al mercurio del agua, y esa envoltura estará llena de agua, de suerte que la aguja se hallará siempre en contacto con el agua y no con el mercurio. Si la sacáis, la envoltura, por elasticidad, seguirá el movimiento, perderá el agua que contiene y desaparecerá. Dicho de otro modo, no habréis conseguido que la aguja mojada de agua *atraviase* la membrana ficticia que separa al mercurio del agua y que penetre en el mercurio. La gran tensión superficial, al contacto del agua y del mercurio, tiene, pues, como resultado el oponerse á que un cuerpo previamente *mojado, tocado* por el agua, pueda ser, á menos de acciones mecánicas muy enérgicas, mojado, tocado por el mercurio; el mercurio está *muy separado del agua*.

Por el contrario, cuando la tensión superficial es nula, los dos líquidos se confunden; cualquier cuerpo mojado por el uno y que se ponga en contacto con el otro será también mojado por él. Imaginad en un vaso una disolución *acuosa* de una sustancia de color azul, por ejemplo, y suponed que obrando con precaución hayáis llegado á verter encima sin mezclarla agua pura. Cuando metáis la aguja en el agua pura se mojará de ella; cuando penetre en el agua azulada se mojará también; no hay membrana ficticia que atravesar para que el hecho se produzca; los dos líquidos *no están separados*.

Entre estos dos casos extremos de tensión superficial absolutamente nula y de tensión superficial muy poderosa, hay toda una serie de casos intermedios. Lo que hemos dicho hace un momento, que el protoplasma de los rizópodos reticulados está débilmente separado del agua, equivale á decir que la tensión superficial, al contacto de este protoplasma y de agua, es muy poco considerable; dicho de otro modo, que la membrana ficticia que separa á ambos líquidos, que la fuerza que se opone á su mezcla é impide á un cuerpo mojado por el agua penetrar en el protoplasma, ser mojado por el protoplasma, es *en extremo débil*.

GROMIAS.—En las gromias se encuentran los más simples de los rizópodos reticulados. Su núcleo, y en el estado de retracción su protoplasma, están dentro de una envoltura ovoide, que tiene en uno de sus extremos una abertura circular bastante grande. Así se las observa, al colocarlas en el microscopio, en una gota de agua; pero al cabo de algún tiempo de reposo, el protoplasma sale de la envoltura y se derrama por el cristal en expansiones filiformes, que se llaman *seudopopos* ó rizópodos (1).

---

(1) Para la producción de los *seudopopos* véase más adelante el párrafo correspondiente.

Esos pseudopodos se alargan poco á poco, y si se sigue su alargamiento con un aumento grande, se cree presenciar el derramamiento de un agua cargada de granulaciones en otra agua pura. Sin la presencia de granulaciones en su interior, el contorno del pseudopodo sería poco aparente, porque su refrangibilidad está muy cerca de la del agua.

Cuando en el curso de su extensión progresiva un pseudopodo tropieza con otro, se lanza en él como un arroyo en otro arroyo. Por esto, al cabo de algún tiempo, el protoplasma derramado fuera de la cubierta afecta la forma de una red muy complicada de pseudopodos filiformes bifurcados y anastomosados con ramificaciones en los puntos de anastomosis. Este fenómeno de soldadura es el que, bien observado por Dujardin, ha sorprendido tanto á este sabio, y le ha hecho admitir en estos seres la falta de tegumento propio: «Hay que observar bien, por otra parte, que, negando en ciertos seres la presencia de un tegumento propio, no pretendo para nada negar la existencia de una superficie; hasta admitiré gustoso que esa superficie puede, por el contacto con el líquido que la rodea, adquirir cierto grado de consistencia (es lo que llamamos hoy tensión superficial)...; pero sin que se haya producido una capa organizada de otro modo que el interior, sin que esa superficie haya adquirido, por el solo hecho de su consolidación, fibras, epidermis..., etc.» (*Historia natural de los infusorios*). Esta descripción, maravillosa en el estado de la ciencia en aquella época, ha sido escrita en 1841.

El núcleo permanece siempre en el interior de la envoltura.

Los cuerpos extraños que se encuentran en suspensión en el agua, conducidos por el azar hacia esos pseudopodos, los tocan y se adhieren á ellos, los penetran en parte, á causa de la débil tensión superficial que limita al protoplasma. Pero, una vez realizada esta adherencia,

las corrientes intraseudopópicas se ven estorbadas, detenidas por el cuerpo extraño, que determina de esta suerte á su nivel una várice protoplásmica, en la cual es poco á poco absolutamente englobado. Así este cuerpo, antes mojado por el agua, se baña ahora directamente en el sarcoda; se ha *añadido* al sarcoda, que contenía ya numerosas granulaciones sólidas. Esta adición tiene lugar, naturalmente, cada vez que una partícula de dimensiones bastante pequeñas entra en contacto, por el azar de las corrientes, con un pseudopopo.

Sería poco racional aplicar la palabra prehensión ó aún ingestión al fenómeno puramente pasivo que acabamos de presenciar; veremos, por otra parte, que el término «ingestión» tiene un significado preciso, mucho más complicado en plástidas más diferenciadas (1). No parece tampoco admisible que se aplique la palabra «boca» al punto por el cual se ha verificado la penetración del cuerpo extraño, lo cual conduciría á llamar á los rizopodos *panstomata*, como han hecho ciertos autores.

Antes de seguir la suerte del cuerpo sólido así *añadido* á la sustancia de nuestro reticulado, como un terrón de azúcar se añade al agua en que se introduce, consideremos el caso particularísimo en que la adición sea de una sustancia protoplásmica idéntica á la de los pseudopos mismos.

Para ello, separemos con el escalpelo una pequeña parte de la red pseudopópica del animal; veremos más adelante, á propósito de las experiencias de merotomía, lo que entonces ocurre (2); por el momento, observemos solamente que la masa del protoplasma ha disminuído un poco, lo cual no varía nada su estado; la parte que se le separó ha permanecido extendida donde fué cortada, y, después de algunos instantes de contracción, toma

---

(1) Véase el párrafo *Ingestión*.

(2) Véanse el capítulo IV y el VII, al principio.

otra vez la forma de una parte normal de red pseudopódica de reticulado con sus pseudopodos ramificados y anastomosados: es el protoplasma de *Gromia* en el estado de vida elemental manifiesta. Pues bien, si el azar ó el experimento pone en contacto de la masa aislada uno ó dos pseudopodos, en vías de extensión, del animal de que ha sido separada, hay soldadura inmediata, y la masa separada ha poco forma parte de nuevo del todo sarcódico á que pertenecía primitivamente.

No tenemos otro medio de añadir á un animal una sustancia idéntica á su propia sustancia que tomarla de él mismo, y es lo que hemos hecho en el experimento anterior, pero *no tenemos que preocuparnos de la procedencia de la materia añadida*. Afirmamos solamente que *si se proporciona á un rizópodo reticulado cierta cantidad de sustancia de composición idéntica á la de su protoplasma, la adición de esta sustancia á la del reticulado es posible y tiene lugar* (1). La masa del animal se ha aumentado con esa nueva sustancia, por un fenómeno de adición tan sencillo como el que consiste en añadir agua á un vaso que ya la contiene.

Reanudemos el experimento anterior, pero dejemos trascurrir algunas horas entre el momento en que tiene lugar la separación y aquél en que los pseudopodos del animal (ó de otro animal de la misma especie, ó aún de otro reticulado de especie distinta), se hallan en contacto con la masa sarcódica aislada. Veremos más adelante que esa masa aislada ha sufrido modificaciones físicas y químicas, cuya observación es del mayor interés. Su constitución no es, sin embargo, todavía muy diferente á la del protoplasma de los pseudopodos que se han puesto en contacto con ella. En estas condiciones hay también

---

(1) Un caso análogo de adición, erróneamente atribuido por Maupas, es cierto, á los infusorios, considera Fabre Domergue (*Ann. soc. nat. zool.*, 1888), como fundamentalmente antifisiológico y le compara con una verdadera conjugación.

soldadura inmediata y la masa aislada se vierte en el pseudopodo que la toca, en dirección al núcleo del animal. Observamos también en este caso la *adición directa al sarcoda* de una sustancia de composición relativamente semejante, pero no idéntica; si no hubiera fenómeno ulterior, la constitución del protoplasma del animal resultaría modificada por esa adición.

Supongamos ahora que un infusorio ciliado, vagando por el líquido, llega á caer en la red pseudopódica del reticulado. Desde el punto de vista que nos ocupa, ese infusorio ciliado es una plástida cuyo protoplasma exterior (ectoplasma) es más resistente que el protoplasma interior, cuya parte más fluida (paraplasma) es de consistencia análoga á la del sarcoda de los reticulados.

Ese infusorio será englobado en una varice, como hemos visto hace un momento sucede á un cuerpo sólido cualquiera; después de englobada, nadará en el sarcoda lo mismo que nadaba en el agua; si no vuelve al agua de donde procede (lo cual ocurre á veces), morirá bastante pronto. Su paraplasma, al hallarse en contacto con el sarcoda del reticulado por los puntos en que está al descubierto, y también por las desgarraduras del ectoplasma, se añadirá, naturalmente, á ese sarcoda, y se verá arrastrado hacia el núcleo, como ocurría en el caso anteriormente descrito. Todo ocurre de igual manera cuando la plástida englobada es un alga de paredes resistentes, una diatomea, por ejemplo.

Aquí también la sustancia añadida á la del reticulado parece relativamente próxima á ella, aun cuando diferente. Los dos últimos casos que acabamos de estudiar lo son *de adición directa al protoplasma de sustancias que pueden mezclarse, pero que son distintas de él*. Es lo que ocurre cuando se echa vino en el agua.

Pero continuemos la observación. Lo que queda del infusorio englobado son sus partes más resistentes, lo que podemos llamar su esqueleto; en ciertos casos, ese

esqueleto es muy resistente, y entonces no se disuelve en el sarcoda de la gromia, sino que las más de las veces, arrastrado hacia el núcleo en la cáscara, acaba por desaparecer completamente, y esto nos conduce al caso en que un cuerpo sólido cualquiera es englobado en una varice de un pseudopodo. Según ya hemos dicho, ese cuerpo se baña directamente en el sarcoda. O bien es insoluble en este líquido, y entonces morará algún tiempo en su seno hasta que al fin sea arrojado al exterior, ó bien será soluble totalmente ó en parte, y entonces se disolverá todo lo posible; las partes no disueltas acabarán como el cuerpo insoluble de que hablabamos, por ser arrojadas al exterior. Así ocurre, por ejemplo, con partículas de almidón, que son devueltas más pequeñas y muy modificadas (1).

He aquí, pues, una adición algo más compleja, acompañada de disolución; es lo que ocurre cuando se echa azúcar en el agua.

Por lo que atañe á los fenómenos que pueden observarse por la vista, no parece que exista entre los rizópodos reticulados modo de adición diferente á los anteriores. Hay bastantes cambios líquidos y gaseosos al nivel de la superficie de separación, pero escapan á la observación directa. Todos los modos de adición que acabamos de examinar son en extremo sencillos, tan sencillos como los que observamos en las materias muertas; es, por tanto, inútil usar, para designarlos, otros términos que los que se emplean en física.

Antes de pasar á los fenómenos de adición más complicados, veamos rápidamente qué plástidas los ofrecen tan sencillos como los de los rizópodos reticulados.

Hay infusorios muy especiales, los acinecianos, que se componen de una masa de protoplasma, con núcleo y

---

(1) La misma celulosa, que forma la pared de las células vegetales, es á veces disuelta.

nucleolos, rodeada de una pared bastante resistente de que ciertas prolongaciones tubuliformes pueden atravesar la envoltura de otras plástidas; una vez realizado este hecho, se produce un fenómeno de aspiración á consecuencia del cual el plasma flúido de la plástida atacada se vierte en el plasma del sér que chupa y se añade directamente á él; el acineciano engruesa proporcionalmente (1).

En cuanto á la disolución directa de sustancias sólidas en el plasma mismo, hallamos numerosos ejemplos en todas las células animales ó vegetales que contienen granulaciones sólidas de reserva. Esas granulaciones están, por decirlo así, fuera del torbellino normal de la vida elemental manifiesta. Se disuelven ó crecen según las necesidades de saturación del líquido en que se bañan y contribuyen de esta suerte á regular la composición del mismo, al menos por lo que se refiere á su propia sustancia.

Balbani ha descrito igualmente un fenómeno del mismo género en infusorios, *Stentor*, por ejemplo, que acaban por unirse; el núcleo primitivo, que ya no sirve, se disuelve en el plasma.

En resumen, hemos encontrado en los rizópodos reticulados las formas más sencillas en que puede presentarse la adición:

Adición al protoplasma de sustancia idéntica á él (echar agua en el agua).

Adición al protoplasma de sustancia que puede mezclarse con él (echar vino en el agua).

Adición al protoplasma de sustancia sólida soluble en él (echar azúcar en el agua).

Las dos últimas formas de adición tendrían que mo-

---

(1) Puede adquirir así un volumen enorme á costa de varias presas.

dificar, naturalmente, la composición del protoplasma, si no tuviera lugar ningún fenómeno ulterior.

RIZÓPODOS LOBULADOS: AMIBAS.— Estudiemos ahora los fenómenos de adición en seres de organización un poco más elevada, los rizópodos lobulados, las amibas, por ejemplo (1).

La amiba está compuesta de una masa indivisa de protoplasma que contiene un núcleo. Esa masa de protoplasma no es homogénea desde el centro á la periferie; sin preocuparnos de un órgano especial que faltaba á los reticulados más inferiores, la vacuola contráctil, podemos considerar la amiba como un saco cuyas paredes estuvieran constituidas por una sustancia líquida más resistente, *más separada del agua*, y el contenido, de una sustancia líquida más flúida, menos separado del agua. En la mayor parte de los casos, esa parte interna más flúida está atravesada por trabéculos de la sustancia que constituye la pared, trabéculos que se bifurcan y anastomosan unos á otros, de suerte que constituyen una red interior análoga á la red exterior de los seudopopos de una gromia. Esta constitución no es muy fácil de percibir, porque si el líquido externo está muy separado del agua, lo está mucho menos del líquido interior y sus refrangibilidades son muy próximas. Sea lo que quiera, no nos importa mucho ahora, y como tendremos que considerar la amiba tan sólo desde el punto de vista de sus cambios con el exterior, no nos ocuparemos más que de la superficie de separación, y hablaremos siempre de la amiba como de una masa homogénea de sustancia líquida, *separada del agua por una gran tensión superficial*. Esta últi-

---

(1) Generalmente se consideran las amibas como las más inferiores de las plástidas; me parece que la existencia de una gran tensión superficial que las separa del agua ambiente debe hacer que se las coloque por cima de los rizópodos reticulados.

ma particularidad va á bastar para hacernos concebir la complejidad mucho más grande de los fenómenos de adición.

Nada puede dar idea más exacta de las formas que afecta una amiba, que se arrastra por la superficie de un cuerpo sólido, que las variantes de un poco de agua derramada sobre una tabla horizontal barnizada, en la que se dibujan arroyos con el dedo. Los seudopopos ó prolongaciones protoplásmicas de la amiba son siempre anchos y romos; jamás se les ve delgados y largos como los de un rizópodo reticulado. Además, y se explica por la gran tensión superficial que separa al sarcoda del agua, los diversos seudopopos que irradian de toda la superficie del cuerpo de una amiba jamás llegan á tocarse por sus extremidades, ni se unen por ellas como era regular en los reticulados. Para que tal unión tenga lugar en una amiba, habrá que hacer intervenir una fuerza capaz de vencer la resistencia de esa gran tensión superficial.

PRODUCCIÓN DE LOS SEUDOPOPOS (1).—Otra consecuencia de esta separación grande del protoplasma y del agua es que la amiba no toca á los cuerpos sólidos que en ella se meten; cuando llega á estar próxima á uno de ellos, fenómenos moleculares de atracción hacen que se aplaste paralelamente á su superficie, sin dejar de permanecer á alguna distancia de ellos. La forma general de un cuerpo es entonces diferente de la que afecta cuando está libre en el líquido, lejos de todo obstáculo; en efecto, entonces la gran tensión superficial tiende á dar á la amiba forma casi esférica. Pero ese aplastamiento, al aproximarse á un obstáculo, produce otro re-

---

(1) Todo este párrafo debería incluirse en el cap. I, *Movimiento*. Se ha incluido aquí á causa de los fenómenos de tensión superficial á que hay que recurrir para explicar el movimiento amiboide.

sultado: determina una adherencia que se opone en cierta medida á los movimientos.

Supongamos, en el fondo levantado de un vaso lleno de agua, una esferita de vidrio y un cristal delgado del mismo peso; la atracción molecular entre el fondo del vaso y los dos objetos tendrá lugar solamente en una pequeña parte de la esfera, en tanto afectará á todo el trozo de vidrio; así, ligeros esfuerzos, los que provienen de un movimiento del líquido del vaso, por ejemplo, harán que ruede la esfera, en tanto el trozo de vidrio permanecerá inmóvil. Esta disposición va á estorbar, pues, los movimientos generales de la amiba; como su cuerpo no es rígido, no pudiendo las causas que determinan en cada punto de la superficie el nacimiento de una fuerza (reacciones químicas) (véase pág. 50), variar de lugar fácilmente todo el cuerpo á causa de la adherencia, ocasionarán una deformación de su contorno y la aparición de pseudópodos, acompañada de lenta traslación por el movimiento llamado precisamente amiboide.

Así, cuando la amiba se ha adherido á un cuerpo sólido, las causas (quimotropismo, por ejemplo), que originarían un movimiento de conjunto en una dirección determinada de esa plástida suspendida libremente en el agua, le dan en las condiciones de adherencia un movimiento amiboide. En efecto, cuando la amiba está suspendida libremente en el agua no se deforma, lo que ha hecho decir á Bruno Hofer que es preciso que se adhiera á un cuerpo sólido *para poder emitir pseudópodos*. Se considera efectivamente con excesiva frecuencia la formación de los pseudópodos como un fenómeno debido á cierto impulso procedente *del interior*. Bruno Hofer describe á la amiba segregando una sustancia viscosa (absolutamente hipotética por lo demás) de manera que se adhiere á un cuerpo sólido para poder emitir pseudópodos y alimentarse por consiguiente. Hay que desconfiar de lo que tiene de teleológica esta manera de expresarse. La

adherencia de la amiba al cuerpo sólido proviene de la poca rigidez de su superficie, que la permite aplastarse al influjo de las atracciones moleculares; luego, una vez determinada esa adherencia, las causas que hace un momento podían producir un movimiento de conjunto no pueden ya producirle más que local, una deformación (1).

INGESTIÓN.—Pero si la amiba no puede tocar las paredes del vaso que la contiene, tampoco puede ser tocada por los corpúsculos sólidos que están en suspensión en el medio ambiente; esos corpúsculos no pueden adherirse á su superficie y penetrar en su interior.

Recordemos el vaso que contiene agua y mercurio; si una fuerza exterior cualquiera tiende á hacer penetrar en el mercurio un cuerpo extraño suspendido en el agua, sabemos que sólo conseguirá aplastar la membrana ficticia de separación; el cuerpo extraño podrá así penetrar en un agujero, en un hoyo abierto en la superficie del mercurio y lleno de agua, pero no penetrará en la sustancia del mercurio ni se pondrá en contacto con él. Si el cuerpo sólido es bastante reducido y la fuerza que sobre él actúa bastante grande para hundirle profundamente en el mercurio, la cavidad llena de agua en que está englobado podrá cerrarse por completo, la superficie del mercurio parecerá unida al exterior, pero un poco más bajo habrá una cavidad cerrada por todas partes, y en esa cavidad, *llena de agua* y rodeada de mercurio, se hallará el cuerpo sólido de que hablábamos.

---

(1) L. Errera ha emitido otra teoría del movimiento amiboide, basándose en las variaciones de la tensión superficial de un líquido con la temperatura: «La tensión superficial de un líquido disminuye á medida que la temperatura se eleva, de suerte que, si en todas partes de la superficie no es la misma, las partes frías y de gran tensión atraerán á las partes calientes y de tensión débil» (*Bull. Soc. Bel. Microsc.*, 1887). No se comprende de qué procedan en las amibas esas diferencias de temperatura, cómo se explicaría el quimiotacismo, etc.

La gran densidad del mercurio hace intervenir fuerzas que estorban para la comparación, y su opacidad, por otra parte, se opone á que el fenómeno que acabamos de describir entre suficientemente por los ojos. Tomemos otro ejemplo análogo para fijar las ideas. Imaginad en un vaso agua y aceite separados por una superficie horizontal, y un corpúsculo pesado mojado por el aceite. Si ese corpúsculo es bastante pesado, habrá de pasar al agua, deprimirá la superficie de separación y se hallará en un hoyo abierto en la superficie del agua y lleno de aceite (fig. 4.<sup>a</sup>).

Si la gravedad sigue obrando, el hoyo se cerrará por completo; el cuerpo sólido extraño estará dentro de una gota de aceite, encerrada á su vez en el agua; *no estará*

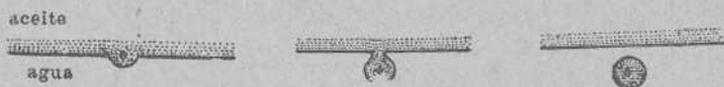


FIGURA 4.<sup>a</sup>

*directamente sumergido en el agua.* Es un experimento que todos pueden hacer mojado en aceite limadura metálica.

Notad bien que, si hubiéramos tenido aceite más pesado que el agua, y, efecto de la gravedad, nuestro corpúsculo sólido, mojado por el agua, hubiera tenido que pasar de este medio al aceite situado debajo, se habría hallado de la misma manera dentro de una gota de agua metida en el aceite, y esto es verdad, de manera general, respecto á dos líquidos cualesquiera, separados uno de otro por una tensión superficial considerable.

Lo es en particular para nuestra amiba; se mueve constantemente en el agua, semejante á una gota de aceite que resbalara deformándose por la superficie de un cuerpo sólido sumergido cualquiera. Cuando llega á las proximidades de un corpúsculo sólido, éste no puede

tocarla según hemos visto, pero, debido al movimiento mismo de la amiba ó á una acción molecular propia que se produjera entre el corpúsculo y la superficie de la amiba, hay en este caso fuerza bastante para deprimir la membrana ficticia de separación y meter hacia el interior del protoplasma el corpúsculo mojado por el agua; comprendemos fácilmente ahora cómo ocurre que ese corpúsculo, una vez que ha penetrado en la amiba, no se halle en contacto con su protoplasma, sino dentro de una gota de agua metida en él; se encuentra, si podemos expresarnos así, *en el exterior* del protoplasma, como el que está metido en una campana de buzo está en situación exterior con respecto al agua del mar.

No ha habido *adición*; el agua no puede mezclarse con el protoplasma, y, consiguientemente, ni ella ni el cuerpo sólido que contiene participan todavía de las reacciones de la vida elemental manifiesta del protoplasma; ha habido *inclusión*, pero no *adición*. La palabra *inclusión* podría muy bien conservarse en este caso, puesto que el fenómeno es común á las materias muertas y á las amibas. La palabra *ingestión* se usa en su lugar, y, limitando su significado, podemos adoptarla para seguir la costumbre, pero hay que definirla de una manera precisa: la *ingestión* es el fenómeno á consecuencia del cual un cuerpo extraño se encuentra dentro de una gota de agua encerrada en el protoplasma, en una *vacuola* de contenido acuoso dentro del protoplasma (1).

Este fenómeno de la ingestión es nuevo para nosotros. No le habíamos encontrado en los rizópodos reti-

---

(1) La palabra ingestión se usa sobre todo para los protozoarios. Se aplica á algunos grupos de ellos, y á esos animales solamente si se la da el significado preciso que resulta de nuestra definición; pero hay que guardarse de emplearla para el hombre, por ejemplo, respecto al cual tendría un significado distinto. Por este error posible hubiéramos preferido adoptar la palabra *inclusión* ó *envacuolamiento*.

culados; en estos últimos animales, un cuerpo extraño, primeramente mojado por el agua, penetraba en el sarcoda mismo; en la amiba, ese cuerpo extraño, bañado en el agua, se encuentra en un momento dado, sin salir de ella, rodeado por todas partes por el protoplasma de la amiba; dicho de otro modo, sin dejar de ser exterior al protoplasma, se encuentra en una situación especialísima con respecto al mismo.

Se puede anticipar que la naturaleza del cuerpo sólido no influirá en nada en la posibilidad de su ingestión, siempre que sus dimensiones y su densidad no sean obstáculo material para ello; efectivamente, la observación lo comprueba (1). Corpúsculos absolutamente desprovistos de valor nutritivo pueden ser ingeridos si su forma y su tamaño lo permiten; por el contrario, otros que serían nutritivos no pueden ingerirse por su tamaño demasiado grande. Era interesante comprobarlo, porque, viendo muchos naturalistas en la ingestión un acto *querido* por la amiba, se han preguntado si sabría elegir entre sustancias útiles y perjudiciales.

PROPIEDADES DE LA VACUOLA.—¿Cuál va á ser la consecuencia de esa situación especialísima del cuerpo extraño dentro de una vacuola de contenido acuoso? Vamos á asistir á un fenómeno muy general, y que no se diferenciará, cualquiera que sea la naturaleza del cuerpo ingerido, porque depende solamente de las propiedades de esa vacuola de dimensiones reducidísimas.

En primer lugar, la presión es muy grande en el interior de ella por el hecho mismo de la tensión superficial. Se demuestra en física que la presión determinada

---

(1) Pero es cierto que en el fenómeno de ingestión, cuando tiene lugar en cuerpos que no son insolubles, hay que tener en cuenta cierta parte de influjo quimiotáctico.

por una membrana elástica de forma esférica obedece á la siguiente fórmula:

$$p = \frac{2a}{r}.$$

siendo  $r$  el radio de la esfera y  $a$  un coeficiente que, en el caso de que nos ocupamos, es precisamente la medida de la tensión superficial que limita la vacuola. El radio  $r$  es, á lo sumo, de 3 ó 4  $\mu$ ; la presión será, pues, por centímetro cuadrado:

$$p = \frac{2a}{0,0004} = a \times 3000$$

cantidad muy grande si  $a$  es considerable como en el caso que nos ocupa.

Esta presión explica lo que ocurre cuando las deformaciones del cuerpo conducen á las proximidades de la superficie de la amiba una vacuola que acaba de formarse, y que se rompe bruscamente y proyecta al exterior el cuerpo que contenía. El cálculo anterior nos muestra también la importancia de las acciones moleculares en una vacuola tan pequeña, y no nos admirará encontrar en ella la difusibilidad en extremo rápida que pone en evidencia la observación siguiente: Cuando el cuerpo ingerido es un trozo de oscilaria, alga en la que un pigmento azul, la ficocianina está añadida á la clorofila, ese pigmento se extiende *rapidísimamente* en la vacuola, *mucho* más rápidamente que lo haría en el agua en condiciones normales, y la vacuola se torna azul en un instante, mientras que la oscilaria, poco ha verde azulada, se torna verde. Las condiciones de difusibilidad son, por tanto, muy especiales en esa vacuola de dimensiones muy pequeñas.

DIFUSIÓN HACIA LA VACUOLA.—El protoplasma es definido por Van Tieghem: «La *mezcla* con el agua de un

número más ó menos grande de principios inmediatos diferentes en vías de trasformación continua» (1). Hay que entender bien que esta definición se aplica á la sustancia constitutiva del cuerpo de una plástida en estado de actividad, y que quizá es peligroso decir que así se define el *protoplasma*. El protoplasma de una plástida es una sustancia definida ó un conjunto de sustancias definidas, y la plástida, en estado de actividad, es asiento de reacciones múltiples entre el protoplasma mismo, el agua y varias sustancias contenidas en ésta; se observa la *mezcla* de todo esto en la sustancia constitutiva de la plástida en estado de actividad. Pues bien, entre las sustancias que constituyen esta mezcla, sobre la que insistiré largamente en otro lugar, varias son rápidamente difusibles en el agua, otras son susceptibles de desplegarse por dialisis (2). Pero acabamos de ver que la vacuola, introducida en el interior de esa mezcla, presenta condiciones de difusibilidad muy especiales; su contenido va, pues, á cargarse rápidamente de las sustancias difusibles que la rodean. Además, como hay separación efectiva del contenido de la vacuola y del medio en que se encuentra, podrá haber no solamente difusión hacia su interior, sino descomposición de las sustancias fáciles de descomponerse por dialisis. Es lo que hace observar la experiencia.

Sabido es que generalmente una sustancia salina, sometida á la dialisis, deja escapar el ácido más pronto que la base; hay, por tanto, motivo para prever que si se producen descomposiciones por dialisis el contenido de la vacuola habrá de tornarse poco á poco más ácido que el medio en que se abre; es lo que ocurre precisamente, y los reactivos colorantes sensibles permiten

---

(1) Véase el cap. IX.

(2) No hay probablemente en este caso más que dialisis y no difusión propiamente dicha.

demostrar que, al cabo de cierto tiempo, el contenido de la vacuola, ligeramente alcalino al principio, ha adquirido una acidez marcada, aun cuando el medio que la rodea sea ligeramente alcalino.

La acidez del líquido vacuolar tiene gran importancia. Krükenberg ha demostrado, en efecto, que se puede extraer pepsina de ciertos protoplasmas (los de mixomicetos, por ejemplo, que es fácil proporcionarse en grandísima abundancia); pero consideraba que esta pepsina había de permanecer inactiva porque estaba en un medio alcalino; y sabido es que la pepsina no puede disolver los albuminoides más que en una disolución ácida. Pues bien, en nuestra vacuola, el líquido complejo que resultará al cabo de algún tiempo de las difusiones y de las dialisis producidas será precisamente ácido, y si contiene pepsina, procedente del medio ambiente, será capaz de disolver sustancias albuminoides. Ahora bien, la disolución en las vacuolas de las amibas de cuerpos de infusorios muertos, de partículas de albúmina coagulada..., etc., ha sido observada por experiencia; es, pues, probable que se encuentre pepsina en el contenido de dicha vacuola al cabo de cierto tiempo.

¿Conviene llamar *secreción* á ese cambio en la composición del contenido vacuolar? ¿No es más bien un abuso peligroso é inútil de la palabra?

Estamos habituados á considerar la secreción como una operación en la cual el cuerpo que segrega interviene activamente. En el estómago del hombre, la producción del jugo digestivo ácido no es consecuencia del solo hecho de que la cavidad estomacal *existe* entre las células secretoras; sabemos que la producción de ese jugo y su emisión en el estómago se hallan bajo la dependencia de un influjo nervioso particular que determina la actividad propia de las células secretoras. Aquí nos encontramos con un caso muy diferente: la presencia de una vacuola de contenido acuoso en el protoplas-

ma *basta* para provocar todos los fenómenos que observamos; la vacuola de reducidas dimensiones, dotada de propiedades difusivas especiales, *arrastra*, por decirlo así en provecho suyo al protoplasma ambiente, que se deja despojar *pasivamente* por difusión ó dialisis de sus productos difusibles y dialisables. Observaremos una actividad *propia* de la plástida en el mantenimiento de la constancia de las propiedades generales del protoplasma á pesar de su pérdida por difusión; será el fenómeno de asimilación á que llegaremos en la aproximación segunda. En cuanto al de difusión, fenómeno en que el sarcoda no interviene más que pasivamente, no podemos aplicarle la palabra secreción. Si lo hiciéramos, habríamos de considerar fatalmente ese acto como determinado por un impulso partido de la plástida (comparación instintiva con el hombre); llegaríamos á preguntarnos si el núcleo influye en la secreción; á investigar como Greenwood «si la presencia de un cuerpo sólido cualquiera en la vacuola determina la *secreción*; si esa secreción es la misma cuando el cuerpo que hay en la vacuola es nutritivo ó indigesto..., etc.» Los resultados experimentales, respondiendo afirmativamente á todas esas cuestiones, han permitido deducir que no se presentan (1), que no hay secreción, sino un fenómeno que debe atribuirse á la *actividad física propia*, á las propiedades físicas especiales de una gota de agua de dimensiones muy exiguas, colocada en un protoplasma de que la separa una gran tensión superficial.

DIGESTIÓN.—Al cabo de algún tiempo de existencia, la vacuola contiene un líquido complejo de reacción ácida; la observación al microscopio nos enseña que muchas sustancias son solubles en ese líquido; esto es verdad,

---

(1) Ó más bien, que no se presenta sino á consecuencia de un error antropomórfico.

por ejemplo, por lo que respecta á cuerpos de infusorios, partículas de albúmina coagulada..., etc.

He aquí un fenómeno que debemos considerar como *digestión*, puesto que es, exactamente como en el hombre, una disolución efectuada *aparte del organismo* por líquidos que provienen del organismo. La digestión es, por otra parte, un fenómeno puramente químico.

En el caso más general, el cuerpo sólido ingerido contendrá partes solubles y partes insolubles en el líquido vacuolar. Las partes solubles serán disueltas, *digeridas*; las otras permanecerán intactas. Si el cuerpo ingerido es, por ejemplo, una célula vegetal con cubierta de celulosa ó impregnada de sílice, como ocurre en las diatomeas, la cubierta celular insoluble dejará pasar el disolvente, que vendrá á dirigir el protoplasma vegetal interior. Ese protoplasma, poco ha no mezclable con el agua, podrá ahora, así disuelto, atravesar el tabique celular y difundirse en la vacuola.

He aquí una causa nueva de complejidad para el líquido vacuolar, que va á contener de esta suerte, á más del agua inicial, productos difundidos del protoplasma ambiente y otros procedentes de la disolución de los cuerpos extraños ingeridos.

A este conjunto de modificaciones químicas hay que atribuir las físicas que se observan al microscopio; la vacuola se hace menos distinta porque su refrangibilidad se torna más próxima á la del protoplasma ambiente; al propio tiempo, *está menos separada* de ese protoplasma, es decir, que la tensión superficial que hay entre ella y él es cada vez menos enérgica, lo cual se observa por la notabilísima disminución de la presión intra-vacuolar.

DIFUSIÓN HACIA EL PROTOPLASMA: ADICIÓN.—Resultado inmediato de esa pérdida de tensión superficial es facilitar la difusión de la vacuola hacia el protoplasma. La difusión se caracteriza, de una manera general, por la

tendencia á la distribución homogénea de las sustancias entre dos líquidos contiguos; al cabo de cierto tiempo se establece el equilibrio.

Ahora bien, al principio, el contenido *líquido* de la vacuola era agua del medio; no podía hacer, por tanto, más que ganar, que cargarse de principios nuevos procedentes de la sustancia ambiente; pero, gracias á la adquisición de éstos, ese contenido ha venido á ser un disolvente para parte al menos de los cuerpos ingeridos. La vacuola, por tanto, va á contener en adelante, en *estado líquido*, sustancias que no proceden del protoplasma ambiente y se hará necesaria para el equilibrio una nueva difusión; pero esta vez tendrá lugar á expensas de la vacuola y en provecho del protoplasma.

He aquí, en fin, el fenómeno de *adición*. Es evidéntísimo que cuando un infusorio, por ejemplo, se ha disuelto en el líquido vacuolar, pueden los productos resultantes, por difusión hacia el protoplasma de la amiba, reparar en cierta medida las pérdidas de sustancia debidas á las combustiones de la vida elemental; se trata, pues, de una verdadera adición.

Si la palabra *absorción* no tuviera ya en fisiología significado especialísimo (1), se aplicaría muy bien aquí en su sentido etimológico, tanto más cuanto que se aplica en el mismo sentido á las sustancias muertas. Conservaremos la palabra *difusión*; tiene la ventaja de indicar por sí misma que el primer fenómeno «difusión hacia la vacuola», y el segundo «difusión hacia el protoplasma» tie-

---

(1) Absorción quiere decir en el hombre: paso al medio del organismo, *entre* los elementos histológicos, de los productos de la digestión, y no paso directo al protoplasma de los elementos histológicos; por tanto, la absorción no es todavía la adición de sustancia nueva al protoplasma, mientras que en las amibas la difusión hacia el protoplasma es una verdadera adición (véase capítulo XIX, *Medio interior*).

nen por resultado, como siempre ocurre con los fenómenos de difusión entre dos flúidos colocados uno al lado de otro, establecer el equilibrio entre el protoplasma y el líquido vacuolar. Cuando se obtenga el equilibrio, el contenido de la vacuola no podrá dar nada ya al medio ambiente ni tomar nada de él; será un cuerpo inerte que se verá eliminado un poco más tarde.

En resumen, la *adición* en la amiba se opera por un procedimiento muy complejo, que puede dividirse en varios tiempos:

1.º *Ingestión ó envacuolamiento* (es decir, formación de una vacuola de contenido acuoso).

2.º *Difusión hacia la vacuola*, cuyo contenido acuoso se vuelve ácido y adquiere propiedades disolventes especiales.

3.º *Disolución de los ingesta en la vacuola (digestión)*.

4.º *Difusión hacia el protoplasma*, hasta que los cambios se hayan equilibrado; es la *adición inmediata*.

Podemos observar al paso que en la amiba la *adición de sustancias líquidas* al protoplasma es la única que puede tener lugar. Jamás observamos la *adición directa* de un cuerpo sólido ó de un protoplasma completo, según hemos visto con tanta evidencia en los reticulados.

Es inútil que en la continuación de este estudio insista sobre la *adición* en los infusorios ciliados; aparte la *ingestión*, que es de un mecanismo más complicado, todos los demás fenómenos son idénticos en esos seres á los que hemos seguido en las amibas. Por otra parte, no encontraremos jamás en los seres poliplástidos á cuyo estudio nos dedicamos un elemento anatómico de complejidad comparable á la de los infusorios ciliados (1).

En todos los protozoarios que hemos estudiado, la

---

(1) He descrito los fenómenos de *ingestión* en los infusorios ciliados en *La matière vivante*. Encyclopédie Léaute.

adición puede tener lugar á expensas de los cuerpos sólidos, que en los reticulados penetran directamente en el sarcoda, pero que solamente se introducen en los demás en una vacuola acuosa en el interior del plasma.

Fenómenos semejantes de ingestión de corpúsculos sólidos se encuentran en algunas plástidas especiales que forman parte del organismo de los metazoarios, es decir, de esos seres compuestos de asociaciones de células diferenciadas y cuya organización más elevada es la del hombre; no citaremos más que un ejemplo que se ha hecho célebre desde los trabajos de Metchnikoff: los fagocitos ó glóbulos blancos emigradores. Pero en los metazoarios casi siempre se efectúa la nutrición general del sér por otro procedimiento.

PLÁSTIDAS PARÁSITAS Y VEGETALES.—Ciertos protozoarios están *completamente* rodeados de una capa resistente continua que se opone á la penetración de los corpúsculos sólidos en el interior de su protoplasma; tan sólo por ósmosis á través de esa membrana puede verificarse la adición. Esos protozoarios son parásitos internos ó externos de seres de organización más elevada; cada uno de ellos tiene una morada especial que puede variar muy poco en ciertos casos, absolutamente nada en otros. Las opalinas viven en el tubo digestivo posterior de las ranas; las gregorinas, las más de las veces en el tubo digestivo de artrópodos cuya especie es determinada para cada clase de ellas. El medio es relativamente fijo para esos seres, porque alimentándose siempre los animales en que viven poco más ó menos del mismo modo, el contenido del tubo digestivo debe igualmente variar poco.

Otros protozoarios tienen una morada mucho más especial; hay coccidia, por ejemplo, que sólo puede vivir en determinado tejido de cierta especie animal, en el *interior* de las células, en el protoplasma, es decir, en un

medio de composición enteramente constante (1). La adición osmótica que se produce en esas coccidias es quizá enteramente simple. Es probable que, en todo caso, sea menos compleja que la que va á ocuparnos, relativa á las células vegetales, puesto que la coccidia no puede vivir fuera de su medio especialísimo.

Por el contrario, el medio necesario para la vida de las plástidas vegetales es, en general, menos determinado, y la plástida misma tiene en muchos casos la propiedad de modificarle antes de que el fenómeno de adición se produzca.

En todos los casos que hemos estudiado, de adición hecha á plástidas animales á expensas de cuerpos sólidos, hemos visto que casi siempre esos cuerpos eran protoplasma ó sustancias de origen protoplásmico. Por el contrario, vemos en gran número de plástidas vegetales la facultad de adicionarse sustancias tomadas directamente del reino mineral; el trabajo de síntesis que habrá de operarse en la célula será más considerable. Parte del trabajo preparatorio se efectúa, no obstante, fuera de la célula, según ya hemos dicho.

Así se ha observado la salida por difusión de ciertos fermentos, de diastasas especiales que modifican profundamente el caldo en que se las cultiva; pero, entonces, encontramos en el fenómeno de adición los tiempos siguientes:

- 1.º Difusión hacia el interior.
- 2.º Modificación química del medio (digestión).
- 3.º Difusión hacia el interior del fermento ó adición.

---

(1) La composición del medio que la coccidia encuentra en la célula en que mora es siempre la misma *al principio* de la evolución de dicho esporozoario; varía luego por el influjo mismo de la vida elemental manifiesta del parásito, y esas variaciones determinan la evolución notable de este último (véase *Evolución en medio limitado*, capítulo XIII).

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 distribuidas 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 rizópodos 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 pseudópodos 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 pseudópodos 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; deajo 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

las plástidas está dotado de *irritabilidad*, y define ésta: «la propiedad que posee todo elemento anatómico (es decir, el protoplasma que entra en su constitución) de ser puesto en actividad y de reobrar de cierta manera bajo el influjo de los excitantes exteriores». ¿Es eso algo particular á los cuerpos vivos? Un resorte de acero *reobra*, bajo el influjo de un choque, de muy distinta manera que una plancha de plomo. El choque determina en un cuerpo explosivo reacciones químicas, acompañadas de fenómenos físicos (calor, luz, etc.). Una mezcla de cloro y de hidrógeno detona en cuanto se la expone á los rayos del sol, etc. Si los cuerpos vivos son especialmente sensibles á acciones físicas ó químicas de escasa intensidad, es propiedad de que igualmente gozan los compuestos químicos muy inestables y las sustancias muy elásticas (1).

La observación de corto tiempo no nos permite, por tanto, descubrir un solo carácter común á todas las plástidas vivas y á ellas solas; no debe sorprendernos, puesto que no nos permite siempre afirmar que la plástida de una especie normalmente inmóvil, por ejemplo, esté viva ó muerta.

Pero este estudio, hecho con cuidado, nos proporciona, sin embargo, un dato precioso. Nos demuestra que entre los fenómenos observables *en un momento dado* en una plástida viva no hay ninguno que se refiera á la física y á la química de los cuerpos inertes. Este resultado es interesante á causa de las ideas preconcebidas de que difícilmente se desembaraza el observador, tentado á hallar en una plástida móvil todas las propiedades de un animal superior.

Los experimentos de merotomía nos han enseñado, además, algo muy interesante, á saber: que el protoplas-

---

(1) Insistiré en la segunda aproximación sobre el concepto de irritabilidad.

ma goza por sí mismo de *todas* las propiedades de que los fenómenos *vitales* de la plástida son las manifestaciones, en el curso de una observación rápida, en condiciones convenientes del medio. En otros términos, todo lo que nos hace *reconocer la especie* de una plástida, en el curso de una observación rápida, es la manifestación de propiedades del protoplasma de esa plástida; insistiré más adelante acerca de la forma de la plástida, que es también una propiedad de su protoplasma (véase el principio del capítulo XII). Podemos, pues, deducir desde ahora que la composición química del protoplasma de una plástida, que explica todas las propiedades del mismo, caracteriza la especie de la plástida considerada.

Si no queremos caer en equívocos de palabras, hemos de decir lo siguiente: *los protoplasmas viven, puesto que sus reacciones en condiciones definidas son precisamente las que determinan los fenómenos llamados por nosotros fenómenos vitales de las plástidas correspondientes* (1). Pero en el estado de ignorancia en que nos hallamos todavía al final de esta primera aproximación, en la imposibilidad en que nos deja de definir la vida elemental, sería peligrosísimo afirmar lo que se enuncia en las palabras precedentes. Esperemos que la segunda aproximación nos haya permitido definir la vida elemental de una manera precisa, para ver si esa propiedad, *así definida*, pertenece á los protoplasmas. Todos los fenómenos vitales que hemos seguido durante una observación de corto tiempo son, sí, fenómenos de la vida elemental de las plástidas, *¿pero no hay otros* tan importantes al menos que la observación corta no puede poner en evidencia? Sólo cuando nos hayamos asegurado de ello tendremos derecho á llamar á

---

(1) Es lo que he dicho en mi manual, titulado *La matière vivante*, que no era tampoco más que una primera aproximación; demostraré más adelante que conviene reservarse en este punto, para llegar á un lenguaje absolutamente preciso.

su conjunto *vida elemental* y á declarar viva toda sustancia capaz de producirlos.

Todo lo que tenemos derecho á afirmar, al término de esta primera aproximación, y esa afirmación es de suficiente importancia para que la enuncie una vez más, es que los fenómenos de la vida elemental, que permite anotar una observación corta en condiciones determinadas, son las manifestaciones de propiedades del protoplasma de las plástidas.

Al terminar este capítulo tengo que recordar, que si no conocemos todavía el carácter que distingue á los cuerpos vivos de los inanimados, carácter que no descubriremos sino en el libro II, conocemos, no obstante, caracteres comunes á todas las plástidas vivas, pero no á ellas solas. Tal, por ejemplo, las dos siguientes que conviene no olvidar: 1.º, las plástidas vivas tienen dimensiones limitadas; 2.º, no conservan sus propiedades por cima de cierta temperatura, cuyo máximum es posible fijar para todas las especies en bastante más de 200°.

---

## LIBRO II

---

SEGUNDA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN PROLONGADA

---

### CAPÍTULO VI

---

#### Fenómenos consecutivos á la adición.

En el capítulo III me he ocupado, á propósito de cada categoría de plástidas, del fenómeno de la adición, que consiste simplemente en esto: una sustancia *que puede mezclarse* con el protoplasma es adicionada á éste. Es evidente, por la misma definición, que en cuanto la adición se efectúa, la sustancia nueva queda incorporada á la sustancia viva, como en un vaso el agua que se añade al vino queda incorporada á él; es evidente también que, inmediatamente después de la adición, la sustancia nueva participa de las reacciones de la vida elemental, todo lo que se lo permite su naturaleza propia; si es tan oxidable como las demás partes oxidables del protoplasma, el oxígeno de la respiración la oxidará como á los demás cuerpos protoplásmicos oxidables, y así sucesivamente.

Suponed dos alcoholes diferentes, alcohol etílico y

alcohol metílico, por ejemplo, en una lámpara encendida; ambos podrán tomar parte en la combustión en cuanto se haya efectuado su mezcla. La cantidad de calor, de trabajo producido por la lámpara, podrá deberse tanto á la combustión del uno como á la del otro. Pues bien, lo mismo que ha sucedido con la lámpara de alcohol metílico, á la que se añadió alcohol etílico, ocurrirá con el protoplasma, al cual se ha añadido una sustancia susceptible de ser consumida por la respiración; la nueva sustancia combustible será inmediatamente utilizada por su parte en la producción de la energía vital de la plástida; entrará en la vida elemental manifiesta. No se concebirá fácilmente una sustancia *no inerte*, disuelta en el agua que sirve para un experimento y que tenga lugar una reacción en que pueda tomar parte y no experimente modificación alguna.

Volvamos á nuestra lámpara. En tanto tiene alcohol metílico ó etílico sigue ardiendo y produciendo calor (trabajo), pero, á medida que funcione, el alcohol irá disminuyendo constantemente, y al final *todo él* se transformará en agua y ácido carbónico, y ya no habrá más en la lámpara. Para evitarlo, la alimentamos continuamente con alcoholes de diferentes clases; siempre serán sus funciones las de una lámpara, pero su contenido será de naturaleza distinta en los diversos momentos en que la consideremos.

Hay una diferencia absoluta entre la lámpara y un sér vivo. Cuando añado alcohol etílico al alcohol metílico de una lámpara encendida renuevo el combustible, *pero no el alcohol metílico*. Cuando añado un *alimento diferente del protoplasma* al protoplasma de una plástida en estado de actividad, *renuevo el protoplasma mismo de la plástida*. Dicho de otro modo, el conjunto de reacciones que constituyen la vida elemental de la plástida, se traduce no sólo por fenómenos exteriores, por la producción de cierto trabajo, sino también por la conservación

de una cantidad suficiente de sustancias constitutivas de la plástida, tan grande (1) como la que ha intervenido en esas reacciones, es decir, por una reconstitución de las sustancias mismas que son *activas* en las reacciones consideradas (2) *de manera que la plástida conserva sus propiedades.*

Ahora bien, esas reacciones son en extremo complejas. Hay cambios líquidos y gaseosos con el medio ambiente; hay combinaciones y descomposiciones innumerables en el interior, pero la resultante de todo ello es una especie de equilibrio variable muy marcado, que todo nos hace observar y que nos obliga precisamente á decir que la plástida sigue viviendo. He aquí un ejemplo algo simplificado que da idea de lo que ocurre: Considerad al presente en el protoplasma de una amiba una vacuola de dimensiones exiguas que contiene un cuerpo determinado. Al cabo de un tiempo  $T$ , después de la ingestión, la reacción de la vacuola indicará una acidez  $a$ ; al cabo de un tiempo  $T^1$ , un peso  $p$  del cuerpo ingerido se habrá disuelto. Mirad de nuevo mañana la misma amiba, que durante veinticuatro horas habrá estado sometida á adiciones, á difusiones y á cambios de una complejidad inaudita, y hacedla ingerir un cuerpo semejante al de ayer *en las mismas condiciones.* Al cabo de un tiempo  $T$ , la acidez será  $a$  en la vacuola; al cabo de un tiempo  $T^1$ , un peso  $p$  del cuerpo ingerido se habrá disuelto; dicho de otro modo, una vacuola introducida en el protoplasma se llenará por difusión y dialisis de las mismas sustancias en el mismo tiempo, lo cual probará que el protoplasma ha permanecido invariable. *Al conjunto de esos fenómenos*

---

(1) Y aún, lo veremos más adelante, por un *aumento* de esas sustancias.

(2) Es como si se fuera llenando constantemente un vaso, cuyo contenido se consume por cualquier causa, con un líquido *diferente al primero*, sin variar la naturaleza del contenido del vaso.

*vítales, cuyo resultado es la constancia de la composición, la conservación de todas las propiedades del sér vivo, es á lo que puede llamarse ASIMILACIÓN en el sentido etimológico de la palabra.*

Solamente á causa de esta *asimilación*, que hace que la amiba de hoy sea semejante á la de ayer, puede hablarse de las *propiedades específicas* de las plástidas; gracias á esta *asimilación* se concibe el determinismo fisiológico. Determinada plástida, en tales y cuales condiciones, reobra *siempre* de tal y cual manera.

He aquí una propiedad especialísima y que no existe en ningún cuerpo inanimado. No conocemos en química sustancia alguna *que no se destruya como compuesto definido cada vez que reacciona de una manera cualquiera*. En otros términos, fuera del estado de indiferencia química, la cantidad de cualquier compuesto definido es *siempre* decreciente. Haced que actúe sobre el sodio una cantidad P de ácido clorhídrico, y tendréis inmediatamente, á más de cierta cantidad de cloruro sódico, otra de ácido clorhídrico *inferior á P*. Esto se verifica con todos los cuerpos químicos que se llaman inanimados. Ahora bien, presenciarnos el hecho contrario en las plástidas vivas; el protoplasma es, según sabemos, asiento de un número muy grande de reacciones; si se tratara de una sustancia química corriente su cantidad disminuiría, por tanto, sin cesar. Ahora bien, no disminuye, sino que aumenta, y, á pesar de ello, *sus propiedades siguen siendo las mismas*; se trata, pues, de un compuesto definido que, en reacciones químicas con cuerpos *diferentes* á él, aumenta en cantidad sin dejar de seguir siendo compuesto definido (1).

---

(1) Una de las consecuencias de este fenómeno es que la que en química se llama reacción (ácida ó alcalina) del protoplasma de la gromia, por ejemplo, *no varía*, y permanece, suceda lo que quiera, independiente de la del medio. Necesitaré de esta observación al principio del capítulo siguiente.

Esta propiedad, enteramente nueva, va á permitirnos caracterizar los cuerpos vivos; hemos de estudiarla consiguientemente con el mayor cuidado. Y en primer lugar, ¿es esa *propiedad* de las plástidas propiedad química del protoplasma? ¿Se manifiesta en el protoplasma separado de su núcleo? Los experimentos de merotomía van á respondernos negativamente.

---

## CAPÍTULO VII

---

### Merotomía.—Degeneración.

He expuesto en el primer libro los resultados de los experimentos de merotomía que permite notar una observación de corto tiempo, en la gromia primeramente.

Prosigamos la observación del merozoito desprovisto de núcleo durante algún tiempo más; al cabo de menos de dos horas varía en ocasiones el aspecto, los contornos se modifican, los cuerpos extraños que el azar pone en contacto con la masa aislada dejan de adherirse á ella, lo cual prueba que la tensión superficial ha aumentado. Finalmente, las diversas partes de la red acaban por separarse unas de otras y por reunirse en gotitas de contorno convexo; hay degeneración.

Si, al principio, hemos añadido á la masa aislada un corpúsculo de materia colorante sensible á la alcalinidad, ese corpúsculo, englobado mientras es posible, nos permite ver que al cabo de cierto tiempo la reacción de la masa aislada no es ya independiente de la del medio y varía cuando se hace variar ésta, lo cual no tenía lugar en la gromia provista de núcleo.

¿Qué deduciremos naturalmente de todas esas observaciones? Que no habiendo variado las condiciones exteriores, es la sustancia la que ha variado, y que lo que consideramos no es ya *protoplasma de gromia*.

No podemos pensar ni un momento en decir que si nuestra sustancia no manifiesta ya la vida elemental del protoplasma de gromia, se debe á que el núcleo que falta determinaba anteriormente dichas manifestaciones; en efecto, durante tres cuartos de hora *al menos* después de la separación, la masa aislada hemos visto que ofrece *todas* las reacciones observables de una porción normal no aislada de la red de los pseudópodos de una gromia. Es difícil comprender la concepción vitalista (1) que ha llevado á algunos escritores alemanes á considerar la conservación de la vida elemental manifiesta, durante este lapso de tiempo, como *una acción à posteriori* (Nachwirkung) del núcleo. Hemos notado detalladamente, á propósito de cada orden de fenómenos, que hay en un principio respiración, adición y movimiento enteramente igual que antes de la separación. Todos esos fenómenos son, por consiguiente, propiedades del protoplasma de gromia; al cabo de algún tiempo todo varía, luego la sustancia en cuestión no es ya protoplasma de gromia; ha habido pérdida (respiración) y adición, pero no ha habido asimilación, y desde un principio hemos tenido que concebir que la asimilación sólo tiene lugar en la gromia *nucleada*, que únicamente la gromia nucleada es capaz de crear protoplasma de gromia cuando se le dan el oxígeno y las demás sustancias necesarias para la manifestación de la vida elemental.

Bruno Hofer ha observado en la ameba (*Amœba Proteus*) una degeneración semejante, pero mucho más lenta, de la masa desprovista de núcleo, y que sólo al cabo de diez á trece días tiene lugar la descomposición completa. Ahora bien, durante ese tiempo bastante largo, se producen fenómenos particulares que complican el de la adición. Por ello he dejado para esta segunda aproxima-

---

(1) Ó más bien antropomorfista.

ción el estudio completo de este proceso en los merozoitos sin núcleo de amibas y de infusorios ciliados.

En los rizópodos lobulados la adición no puede tener lugar sino á favor del movimiento de la plástida. Su primer tiempo, la ingestión, depende, en efecto, del movimiento del sér, según hemos visto anteriormente. Ahora bien, Bruno Hofer ha observado que el fragmento desprovisto de núcleo no se adhiere ya á los cuerpos sólidos y adopta con bastante rapidez forma aproximadamente esférica; es el resultado del aumento de tensión superficial que proviene del cambio de composición del protoplasma. Al aumentar la tensión superficial, la masa debe tender cada vez más á adoptar la forma esférica, á pesar de los influjos de fuera. Por eso ya no puede aplastarse al llegar á los cuerpos sólidos y adherirse á ellos; no podrá, por consiguiente, tener más que movimientos de conjunto y no formará pseudopodos (véase pág. 67). Se habrá hecho, pues, imposible la ingestión, como la experiencia comprueba.

En los infusorios ciliados (1), el merozoito sin núcleo que contiene lo que se ha convenido en llamar boca ó citostomo, es decir, el embudo en cuyo fondo el protoplasma está al descubierto, continúa durante algún tiempo ingiriendo corpúsculos sólidos que se hallan normalmente colocados en vacuolas introducidas en el plasma. Lo que pasa más tarde, ya en las vacuolas formadas después de la merotomía en los infusorios ciliados, ya en las vacuolas formadas poco antes de dicha operación en las partes no nucleadas de las amibas, merece fijar un momento nuestra atención.

---

(1) Estudiaré un poco más adelante lo que pasa en los infusorios ciliados, aun cuando hasta el presente haya descuidado este grupo demasiado complejo de protozoarios, á causa de los experimentos muy complejos de merotomía de que han sido objeto (Balbiani, Verworn, etc.).

Hemos de pensar que las perturbaciones que sobrevienen rápidamente en la composición del protoplasma, hallarán eco en lo que pasa en las vacuolas producidas en su interior.

Si se han adicionado á la amiba, antes de la merotomía, corpúsculos de sustancia colorante sensible, y se corta bruscamente al animal, de modo que haya en la parte desprovista de núcleo una vacuola que contenga uno de esos corpúsculos, se observa que el contenido de la misma se vuelve ácido como en condiciones normales. Este resultado es muy poco importante, puesto que no nos informa sino acerca de los primeros momentos que siguen á la merotomía, mientras que la supervivencia del merozoito desprovisto de núcleo se refiere á varios días. Durante los primeros momentos que siguen á la merotomía, el protoplasma es todavía protoplasma de amiba, y los fenómenos de difusión que se producen hacia una vacuola producida en su interior son los mismos que de costumbre. Podríamos, no obstante, deducir de esta sola observación, si ciertas ideas preconcebidas y ciertas comparaciones con los seres provistos de nervios nos hubieran hecho pensar que el núcleo puede ejercer influjo directo sobre las difusiones hacia la vacuola; si hubiéramos creído en la existencia de una actividad segregadora de la plástida misma y no en una actividad física de la vacuola producida en el protoplasma, podríamos deducir, digo, que el *núcleo no tiene influjo alguno* directo sobre la *secreción* ácida.

Ahora bien. Bruno Hofer ha observado que los alimentos ingeridos poco antes de la merotomía sufrían en los fragmentos desprovistos de núcleo una digestión más ó menos incompleta y lenta. «Este autor ha visto que cuando los fragmentos sin núcleo contenían alimentos abundantes, una cantidad mayor ó menor de éstos era expulsada sin haber sufrido digestión, mientras que *cuando los alimentos eran escasos y de pequeño volumen, frecuentemente*

*se digerían.* En las mismas condiciones, los fragmentos provistos de núcleo digerían siempre sus alimentos hasta la última partícula. Dedujo de estas observaciones que los fragmentos sin núcleo no utilizan para la digestión más que la cantidad de jugos digestivos que contienen en el momento de la división y son incapaces de *segregar* nuevas cantidades de esos jugos cuando la reserva se agota, *no ejerciéndose consiguientemente esta facultad sino bajo el influjo del núcleo.* Este influjo obra sin cesar en los individuos intactos y en los fragmentos provistos de núcleo, mientras que en los que no lo tienen sólo se ejercita *à posteriori*» (Nachwirkung).

Esta rara interpretación que hace intervenir ese fenómeno misterioso (Nachwirkung), ¿no depende del abuso de la palabra secreción, que ha dado al autor la idea de una actividad propia de la amiba, de cierto impulso procedente del interior de ésta, y le ha hecho localizar luego el punto de partida de ese impulso en el núcleo? Y ese impulso procedente del núcleo puede todavía determinar después de la división una actividad segregadora. ¡Es un misterio!

Todos esos fenómenos se refieren, por el contrario, al hecho de que la asimilación no tiene ya lugar en el protoplasma desprovisto de núcleo, y hasta ofrecen una prueba de ese hecho. Al principio, el protoplasma, que es todavía protoplasma de amiba, deja difundirse los productos de éste que son capaces de hacerlo, de donde la aparición de ácido en la vacuola. Si ésta es única, al arrastrar ella sola una masa considerable de protoplasma, se llenará de los productos normales que hacen de su contenido un líquido digestivo, y la disolución de los cuerpos ingeridos en ella se hará poco á poco, según ha observado Bruno Hofer. Por el contrario, si hay varias vacuolas, se repartirán los productos difusibles, y como esos productos no son ya renovados por el fenómeno de asimilación, el contenido de la vacuola no llegará á ser

un líquido digestivo completo; no habrá, por tanto, disolución total de los cuerpos ingeridos, que es lo que ha observado Bruno Hofer. No se ve, pues, la conveniencia de hacer intervenir en estos fenómenos el misterioso «Nachwirkung» del autor alemán.

Balbani ha observado lo que pasa en las vacuolas de los merozoitos no nucleados, de paramecios. Estos merozoitos no sufren la descomposición sino al cabo de varios días y siguen moviéndose normalmente hasta entonces.

»Hay que observar los que han conservado intacta la boca del individuo primitivo, porque si no conservan este órgano ó le tienen más ó menos mutilado, son incapaces de tomar alimento. Las más de las veces es casi imposible reconocer de antemano si esos fragmentos de individuos están desprovistos de núcleo, porque pueden no contener más que una pequenísima porción del núcleo primitivo, muy difícil de distinguir por razón de su transparencia sin el auxilio de los reactivos de que, naturalmente, no puede hacerse uso en este caso.

»Después de haber aislado en unas cuantas gotas de agua ó de una infusión uno ó varios de esos fragmentos en un porta-objetos de cubeta, se les añade unos granitos de alizarina violeta (1), que son ingeridos casi tan rápidamente como lo harían los individuos intactos.

»De esos fragmentos se ve que la mayor parte encierran vacuolas de ingestión que contienen gránulos amarillos como los individuos intactos. Más raros son aquéllos en que la alizarina ha conservado su color violeta. Se cubre entonces la preparación con una laminita delgada, bajo la cual se aplastan ligeramente los fragmentos por sustracción parcial del agua, lo cual permi-

---

(1) La alizarina violeta en la vacuola alcalina tiende á tomar el color rosa, con disminución de alcalinidad, y al amarillo, con la aparición de acidez.

te ya á veces reconocer los fragmentos que tienen ó no núcleo. Para acabar la demostración se deposita en el borde del preparado una gota de líquido que contiene ácido ósmico, el cual no modifica el color de la alizarina violeta, pero hace más visible el núcleo cuando existe. Con ayuda de este procedimiento, he podido observar que, en los fragmentos desprovistos de núcleo, la alizarina ingerida había conservado su color violeta. Esta observación no deja ninguna duda *acerca del influjo que el núcleo ejerce sobre la secreción ácida en las vacuolas alimenticias*».

Notamos primeramente en esta observación una diferencia con lo que hemos aprendido al hablar del merozoito sin núcleo de las amibas, pero conviene darse cuenta de que las observaciones no son comparables. En la amiba, el gránulo era ingerido *antes de la merotomía*, y, por consiguiente, hemos notado lo que pasa en la vacuola *inmediatamente* después de la operación. La acidez por difusión se obtenía así en un momento en que los merozoitos correspondientes de paramecios no habían ingerido aún sus gránulos de alizarina; quizá habríamos logrado resultado diferente de poder observar *en el mismo momento* vacuolas nuevamente formadas en el merozoito de la amiba, lo cual hemos visto ser imposible.

La observación que hemos referido de la amiba prueba que en ese sér se realiza la difusión ácida hacia la vacuola sin el auxilio del núcleo; la de Balbiani, en los paramecios, prueba que el protoplasma de estos seres se modifica rápidamente después de la ablación del núcleo, que ya no hay asimilación en el protoplasma de él desprovisto.

El conservarse ciertas propiedades del protoplasma (movimiento) mucho más tiempo que otras (difusiones), depende de que las reacciones que produce el primero son lentas, gastando poco á poco la sustancia que le manifiesta, mientras que las difusiones, por el contrario,

agotan naturalmente muy pronto la reserva de sustancia difusible, la cual, como no se remueva, no tarda en desaparecer. En efecto, el fenómeno de difusión no se manifiesta más que por pérdida de la misma sustancia difusible.

Esto se hará notar, sobre todo, en los infusorios ciliados. En efecto, pudiendo ser considerada la amiba, desde el punto de vista de su superficie exterior, como una masa líquida homogénea, se corta como una gota de aceite sin sufrir herida. Cada una de las partes de la amiba cortada ofrece en todas partes, al contacto del agua, la misma superficie homogénea, que se opone á la difusión hacia el medio tanto como la superficie normal de una amiba entera.

Por el contrario, en los ciliados que tienen forma determinada y epidermis hay *herida*, y mientras la haya «el plasma está expuesto á absorber por ella agua ambiente», y, sobre todo, á perder por difusión en el agua ambiente sus principios más difusibles. Esto tiene lugar más especialmente en los paramecíos, que, como hemos de referir muy pronto, han mostrado á Balbiani una excepción notable en el fenómeno de regeneración; generalmente, por otra parte, el mismo autor ha probado que en los ciliados «el núcleo influye en la secreción de la epidermis, mediante la cual se verifica la cicatrización de la herida producida por el corte, exponiendo al fragmento desprovisto de núcleo á embeber agua que produzca rápidamente su descomposición».

Todas estas particularidades explican suficientemente que en merozoitos de paramecíos, observados poco tiempo después de la merotomía, corpúsculos sólidos ingeridos en vacuolas no se encuentren poco á poco rodeados en ellas del líquido ácido normal en las plástidas nucleadas.

Importa resumir en pocas palabras lo que se refiere á la difusión en las vacuolas, porque Balbiani, Verworn

Hofer atribuyen al núcleo influjo directo sobre la secreción digestiva.

Desde el punto de vista en que nos hemos colocado podemos responder: nada nos autoriza en el estudio de las materias inorgánicas para admitir que un cuerpo situado fuera de una gota de agua y sin contacto con ella, pueda influir algo en los fenómenos de difusión que en ella ocurran de parte del medio ambiente.

Hemos prometido explicarnos, hasta el momento en que nos veamos detenidos, los fenómenos que tienen lugar en las plástidas, como si la sustancia de ellas no difiriera esencialmente de las demás sustancias conocidas. Nos explicamos todos los fenómenos de difusión como acaba de verse. Es, pues, *inútil*, por el momento, y nada nos autoriza á ello, admitir ese algo misterioso, un influjo directo del núcleo sobre las *secreciones digestivas*.

CICATRIZACIÓN.—Hay dos partes distintas que considerar en esta manifestación de la vida elemental: 1.<sup>a</sup>, la producción de una epidermis cualquiera que separe al protoplasma del exterior; 2.<sup>a</sup>, la recuperación de la forma primitiva, que estudiaremos más adelante con el título de regeneración.

La primera parte de este fenómeno ha sido reducida por los autores á una secreción; he citado ya el pasaje de Balbiani relativo á los ciliados. Verworn ha determinado lo mismo con respecto á los rizópodos reticulados y lobulados. «Cuando se divide en varios fragmentos el *Polystomella crista* (reticulado marino), los fragmentos que contienen los núcleos son los únicos capaces de regenerar la concha, segregando una capa caliza en la superficie de la herida, mientras que los trozos desprovistos de núcleo no regeneran su concha y tienen perdida, por consiguiente, la facultad de *segregar cal*».

De igual modo, los botánicos han demostrado que, en las células vegetales, los trozos provistos de núcleo son

los únicos capaces de producir la celulosa necesaria para cerrar la herida.

Ocupémonos, en primer lugar, de este último caso. Sabemos que en la obra de síntesis á que asistimos en una plástida en estado de vida elemental manifiesta, y á la que llamamos *asimilación*, hay fabricación de las sustancias específicas de la plástida, y, en ciertos casos además, de determinado número de sustancias ternarias: almidón, celulosa..., etc., sobre las que insistiré más adelante. La observación precedente nos prueba que esa síntesis de celulosa, que tiene lugar normalmente en la superficie de las plástidas vegetales, no se verifica cuando no hay núcleo (1); es una nueva prueba directa de que la asimilación sólo tiene lugar en el protoplasma provisto de núcleo, pero absolutamente de nada más.

En un rizópodo reticulado de cubierta caliza ocurre algo análogo; puede haber en el sarcoda normal, á consecuencia de una elección especial suya, sales calizas solubles que desaparecen rápidamente en el sarcoda degenerado desprovisto de núcleo. Esas sales, carbonatadas por el ácido carbónico de la respiración, pueden precipitarse en la capa superficial de la plástida, donde encuentran condiciones particulares. Es inútil insistir en estos fenómenos, en los que no puede verse todavía, como tampoco en lo que respecta á la difusión en las vacuolas digestivas, el influjo directo del núcleo sobre un *mecanismo* de secreción.

REGENERACIÓN.—Este fenómeno capital merece entretenernos más tiempo.

Hemos visto que al cabo de un tiempo, variable se-

---

(1) La producción de almidón bajo el influjo de la luz, observada por Klebs en un merozoito de espirogiara y en un protoplasma *clorofliano* desprovisto de núcleo, es un fenómeno de otro orden en el que insistiré más adelante. (Producción de reservas, en la *condición* n.º 2 del capítulo XXI.)

gún las especies de plástidas, el protoplasma desprovisto de núcleo se descomponía poco á poco á consecuencia de la falta de asimilación.

Por el contrario, después de verificada la merotomía, el merozoito que ha conservado el núcleo *se regenera por completo y recobra poco á poco la forma normal del individuo completo.*

Hay rizópodos reticulados, foraminíferos ó radiolados, en los que existe un esqueleto calizo ó silíceo de forma muy variada y de *extremada* complejidad, constante con las especies.

Pues bien, Verworn ha demostrado que si se rompe la cubierta de una de esas plástidas, el fragmento que contiene el núcleo reproduce la plástida entera con su forma característica, por complicada que sea; la calcificación que se produce en la superficie de la herida en los foraminíferos reproduce así exactamente la parte de cubierta desaparecida.

En los infusorios ciliados, que afectan también formas muy complejas, Balbiani ha mostrado igualmente que todo merozoito provisto de una porción de núcleo (1) se regenera poco á poco en la forma característica de la especie. Sólo ha encontrado una excepción de este hecho generalísimo en los paramecios cuyos merozoitos nucleados pueden vivir un mes y más sin presentar traza alguna exterior de regeneración.

En las células vegetales ocurre lo mismo. La celulosa producida por síntesis en los merozoitos provistos de núcleo reproduce exactamente una pared celular de la misma forma que la que existía antes de la operación de merotomía.

El resultado muy general de la regeneración de la

---

(1) También se regenera el núcleo, en el mismo tiempo y con su forma específica, enteramente igual que el protoplasma, en el merozoito que contenga un trozo de uno y otro.

forma específica cuando se conserva el núcleo tiene gran importancia, que comprenderemos mejor cuando hayamos examinado de nuevo todas las demás conclusiones de los experimentos de merotomía.

PAPEL DEL NÚCLEO.—Cuando observamos una plástida notamos, en resumen, que tiene propiedades *específicas determinadas*, y que las manifestaciones que podemos estudiar en un tiempo corto son siempre las mismas, si las condiciones no varían dentro de una especie determinada; en una palabra, llegamos al *determinismo específico* de las plástidas.

La conservación de las propiedades específicas de las plástidas debe sorprender al observador que sabe que todos los fenómenos de la vida elemental se manifiestan solamente por medio de reacciones constantes de la sustancia de la plástida; si hay pérdida hay también adición, y esta adición va seguida de una síntesis especial de nueva cantidad de las *sustancias específicas de la plástida*.

De todos los experimentos de merotomía podemos deducir que esa síntesis tiene lugar solamente en presencia del núcleo, y que así se verifica en las condiciones normales; jamás se verifica en ausencia del núcleo, y sólo en el protoplasma nucleado ocurre la *asimilación*.

Hay ahí un mecanismo en extremo interesante, que nada podía hacer prever, y que es del todo general en las plástidas vivas (1).

Por el contrario, todas las demás conclusiones de los experimentos de merotomía podíamos preverlas haciendo abstracción de las ideas vitalistas preconcebidas, absteniéndonos de considerar de antemano que las sus-

---

(1) Lo mismo exactamente ocurre en las móneras de Haecckel, pero en esos seres no hay ninguna diferenciación en protoplasma y núcleo, y ningún merozoito sufre degeneración en las condiciones normales.

tancias vivas difieren esencialmente de las sustancias muertas.

Con lo que sabemos ahora, y *sin recurrir á ninguna hipótesis*, contentándonos con referir, *sin interpretarlos*, los hechos de observación común, podemos llegar á una noción precisa y completa de la vida elemental y á definiciones rigurosas de todo lo que á ella se refiere. Es lo que voy á tratar de hacer en los capítulos siguientes.

---

## CAPÍTULO VIII

---

### Ecuación de la vida elemental manifiesta.

Consideremos una plástida viva A en el tiempo  $T_0$ ; está formada, *en ese preciso momento*, de  $n$  sustancias (1) químicamente definidas; cada una de esas  $n$  sustancias existe en la plástida en cantidad determinada; algunas de ellas pueden mezclarse y están mezcladas entre sí; otras, que no pueden mezclarse con las primeras ó están separadas de ellas de un modo cualquiera, son incluídas en su mezcla y pueden contener á su vez otras sustancias mezcladas. El conjunto constituye una masa más ó menos fluida, separada del agua, y que puede contener partes sólidas.

El medio es un líquido acuoso que contiene  $m$  sustancias químicamente definidas.

Consecuencia de afinidades químicas, puede haber reacciones *en las condiciones de la observación* entre algunas de esas  $n + m$ ; tienen lugar esas reacciones, y al

---

(1) No distingo, en adelante, para nada las sustancias que constituyen el núcleo de las que forman el protoplasma; considero siempre el *conjunto* de la plástida.

cabo de un momento, se han producido cambios en la plástida y en el medio; en el tiempo  $T_0 + \theta$ , la plástida se compone de  $n'$  sustancias, algunas de las cuales pueden ser nuevas, otras, semejantes á las primeras. Su pongamos primero el medio suficientemente vasto con relación á la plástida para que no pueda apercibirse cambio en su composición.

Por pequeño que sea  $\theta$ , no tenemos ningún derecho *à priori* para considerar la plástida A del tiempo  $T_0 + \theta$  idéntica á la plástida A del tiempo  $T_0$ . Observamos, efectivamente, á la vista que ha variado de forma, que ha aumentado ó que se ha movido; casi no tenemos medios de observar las modificaciones que no se traducen por fenómenos visibles.

Cuando mezclamos en un vaso dos disoluciones transparentes, si se forma un precipitado visible ó se desprenden gases, podemos afirmar que ha habido reacción; pero si la mezcla permanece límpida no podemos decir nada. Hay, sin embargo, casos en que una reacción oculta á la vista se traduce por un fenómeno físico perceptible, elevación de temperatura, por ejemplo.

Observamos aquí el movimiento, la deformación ó el crecimiento. Según la especie de la plástida estudiada, la observación puede distinguir más rápidamente uno ú otro de esos tres fenómenos, y á veces cabe observar los tres á la vez. Pero pueden producirse, además, entre las  $n + m$  sustancias de la plástida y del medio, muchas reacciones químicas que escapan á nuestra vista.

En muchos casos, el movimiento es rápido; la deformación y el crecimiento son muy lentos; el observador poco reflexivo que ve moverse la plástida sin modificarse *en apariencia*, no piensa en las reacciones químicas que su vista no puede distinguir y cree espontáneo el movimiento, de donde el principio vital interior..., etcétera.

Pero sigamos durante más tiempo la observación. Suponemos que el medio cumple las condiciones *favora-*

*bles á la vida de la plástida* (1). Observaremos muy pronto que la *plástida ha crecido*. ¿Qué significa exactamente esta frase?

La que llamamos *plástida A* en el tiempo  $T_0$  es una masa que no puede mezclarse con el agua y que se compone de  $n$  sustancias químicas definidas; en el tiempo  $T'$  es todavía una masa que no puede mezclarse con el agua ambiente y que se compone de  $n'$  sustancias químicas definidas.

Si no hemos interrumpido la observación desde el tiempo  $T_0$  hasta el tiempo  $T'$ , podemos afirmar que se trata siempre de la misma plástida, es decir, que no ha habido interrupción en su existencia *como masa de sustancia separada del agua circundante*, pero no podemos afirmar *à priori* que una sola de las  $n'$  sustancias de la plástida, en el tiempo  $T'$ , existía ya en ella en el tiempo  $T_0$ . La damos, sin embargo, el mismo nombre  $A$ .

Y efectivamente, casi siempre el conjunto de los caracteres *visibles* que presenta la plástida en el tiempo  $T'$ , se diferencia bastante poco del que presentaba en el tiempo  $T_0$ , para que la *reconozcamos*. Esto origina la noción de la individualidad de  $A$ , noción tanto más fácil de adquirir cuanto que figura en el lenguaje. He aquí nuestra plástida provista de personalidad, lo cual es, por lo menos, inútil.

En efecto, siguiendo nuestra observación, vemos que por una serie de deformaciones la plástida  $A$  se divide en dos,  $B_1$  y  $B_2$ , que tendrán en el tiempo  $T'$  idéntico aspecto á lo que era  $A$  en el tiempo  $T_0$ . ¿Qué se ha hecho de la individualidad en estas circunstancias? Al aceptar la palabra individualidad hemos pensado con ligereza en el hombre, y henos aquí ante una gran dificultad. Hay dos nuevas individualidades; y, ¿qué se ha hecho de la

---

(1) Estas *condiciones* pueden ser rigurosamente definidas. Lo demostraré más adelante.

antigua? Delagé (1) resuelve fácilmente la dificultad: «Se divide, dice, y al dividirse *desaparece*».

Tomo un litro de agua y le divido en dos mitades. El agua de cada una de ellas es igual á la del litro entero. ¿Qué se ha perdido? Hay que desconfiar de la noción de individualidad que proviene del estudio de los animales superiores, y no hacerla intervenir en tanto no haya lugar para ello.

Observamos que, en un momento dado, por razones de equilibrio, una masa única hasta entonces se divide en dos; si cada una de éstas es exactamente la mitad de lo que había en A, podemos prever que *en un medio homogéneo* su suerte ulterior será la misma; en un medio ligeramente heterogéneo podrá haber diferencias más ó menos considerables en las condiciones de las dos plástidas, según el punto del espacio adonde las conduzcan sus reacciones motoras. Si hay desigualdad en la división de A, habrá por lo mismo desigualdad probable en la suerte ulterior de las dos plástidas.

En general, los fenómenos que pueden observarse á la vista hacen suponer que la división ha sido igual. En el tiempo  $T''$ ,  $B_1$  y  $B_2$ , tienen igual aspecto que el que tenía A en el tiempo  $T_0$ .

Permaneciendo en el *mismo* medio estas dos plástidas, siguen reaccionando y *crecen*; luego, en un momento dado, se dividen como antes lo hizo A, y tenemos cuatro masas aisladas:  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ . En el tiempo  $T_1$ , cada una de ellas tiene igual aspecto que el que tenía A en el tiempo  $T_0$ .

Detengámonos un momento y volvamos la vista atrás.

Las cuatro plástidas  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  nos parecen, en el tiempo  $T_1$ , de igual aspecto y dimensiones que A en el tiempo  $T_0$ ; se deforman del mismo modo; se mueven de

---

(1) Delagé, *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*, pág. 771.

la misma manera bajo la acción de iguales reactivos. Lógicamente, todo nos induce á admitir que difieren poco ó nada de A considerada en el tiempo  $T_0$ .

Es ésta una observación importantísima (1).

Hemos presenciado desde  $T_0$  hasta  $T_1$  reacciones de las sustancias de A entre sí y con el medio, reacciones incesantes que se han traducido á nuestra vista por movimientos y deformaciones, y de que hemos visto igualmente un resultado en el desprendimiento de ácido carbónico y otros compuestos que el análisis químico pone en evidencia. Era probable *à priori*, según he hecho notar anteriormente, que algunas, por lo menos, de las  $n$  sustancias que componen A en el tiempo  $T_0$ , se habrían modificado en el tiempo  $T_0 + \theta$ , por corto que fuera  $\theta$ . Ahora bien, en el tiempo  $T_1$  notamos este hecho muy curioso: que el conjunto de las reacciones químicas que se han producido á nuestra vista desde el tiempo  $T_0$  ha sustituido A por cuatro masas que parecen iguales á ella.

Entre las  $n$  sustancias que componían A en el tiempo  $T_0$  había un número  $p$ , cuya manera de ser entre sí y con respecto al medio determinaba los fenómenos visualmente observables acerca de A; tan sólo de esas  $p$  sustancias tenemos derecho á hablar (puesto que las otras  $n - p$ , si existen, no han dado lugar á manifestaciones visibles); llamémoslas, para fijar los términos, sustancias *plásticas* de A. Tenemos absoluto derecho para traducir así nuestra observación. Desde el tiempo  $T_0$  hasta el tiempo  $T_1$  la cantidad de cada una de las sustancias plásticas de A se ha cuadruplicado á nuestra vista.

Esto ha tenido evidentemente lugar á expensas del medio ambiente.

---

(1) He supuesto, al establecer la ecuación de la vida elemental manifiesta, que las plástidas consideradas se reproducían por bipartición; se llegaría al mismo resultado ocupándose de las que se reproducen por yemas ó por esporas.

Hemos supuesto en un principio que ese medio era suficientemente vasto con relación á la plástida para que la proporción de las sustancias que contenía en el tiempo  $T_0$  no hubiera cambiado sensiblemente en el tiempo  $T_1$ ; dicho de otro modo, para que durante el tiempo de nuestra observación, la ó las plástidas se hallaran en condiciones sensiblemente constantes. Podemos suponer, no obstante, conocida la cantidad de las diversas sustancias que ha desaparecido del medio, desde el tiempo  $T_0$  al tiempo  $T_1$ , así como la de las sustancias nuevas que en él han aparecido en el mismo intervalo. Como «nada se pierde», debemos poder consignar que hay equivalencia entre los elementos existentes en el medio (incluso las plástidas) en los tiempos  $T_0$  y  $T_1$ ; y si llamamos  $a$  al conjunto de las sustancias plásticas de  $A$  en el tiempo  $T_0$ , esta equivalencia se traducirá por una ecuación química, de la siguiente forma:

$$(I) a + Q = 4a + R$$

ecuación que representa el resultado total del conjunto de las reacciones sucesivas que han tenido lugar desde el tiempo  $T_0$  hasta el tiempo  $T_1$ .

La ecuación consignada traduce literalmente un hecho de observación. No hay que preguntarse, pues, si semejante reacción es posible en uno ó varios tiempos. Es posible, puesto que tiene lugar; tiene lugar, luego satisface todas las leyes de la química y de la termoquímica. *Nos indica solamente una propiedad química muy curiosa de las p sustancias plásticas de la plástida A.* Habiéndose introducido á un tiempo estas sustancias en un medio que contiene otras determinadas (1), en condiciones tam-

(1) Se han podido determinar, efectivamente, con rigurosa precisión, los elementos necesarios para que esa reacción se verifique en algunas especies. Primer ejemplo de ello es el descubrimiento del líquido Raulin para el *aspergillus*. Este líquido se

bién determinadas, se producen entre los diferentes elementos puestos en contacto una serie de reacciones cuya resultante es aumentar la cantidad de las sustancias plásticas introducidas.

He aquí una propiedad común á todas las plástidas. Para cada especie de ellas hay un medio químicamente definido, de suerte que, en condiciones físicas determinadas, una plástida de esa especie da lugar, en un tiempo fijo, á un conjunto de reacciones que se resumen en la ecuación siguiente:



en que  $\lambda$  es un número mayor que 1. Un mismo medio realiza, por lo demás, frecuentemente las condiciones necesarias para que se verifique esta reacción respecto á gran número de plástidas á la vez.

La ecuación que antecede representa el resultado total de un conjunto de fenómenos sucesivos. Si las  $p$  sustancias plásticas de A estuvieran disueltas y repartidas de una manera homogénea en el medio, no se comprendería por qué no se produce inmediatamente la reacción definitiva; pero hemos visto cuál es la constitución de las plástidas. He expuesto los diversos modos de *adición* que podían preparar esa reacción; las  $p$  sustancias plásticas forman cierto número de sustancias que no pueden mezclarse, incluídas unas en otras. El conjunto de la plástida está más ó menos separado del agua. Sólo, pues, poco á poco, todas las sustancias capaces de reaccionar se ve que lo han hecho; no puede haber más que reacciones parciales sucesivas. Pero el resultado de

---

compone exclusivamente de estas sustancias: azúcar, ácido tártrico, nitrato de amoníaco, fosfato de amoníaco, carbonato de potasa, carbonato de magnesia, sulfato de amoníaco, sulfato de hierro, sulfato de zinc, carbonato de manganeso, agua y oxígeno.

ellas es precisamente el fenómeno en que me he fijado en el capítulo VI, la *asimilación*; este fenómeno se traduce por la ecuación II, que puede llamarse *ecuación de la vida elemental*.

Las sustancias plásticas de una plástida gozan, pues, de la propiedad química especialísima de que, colocadas juntas en un medio que contenga elementos determinables para cada plástida, dan lugar á un conjunto de reacciones cuya resultante es la síntesis, entre otros productos, de sustancias idénticas á sí mismas.

Podemos preguntarnos si es necesario que todas las sustancias plásticas coexistan para que esto tenga lugar. Las experiencias de merotomía, expuestas en el capítulo anterior, responden en parte á esta pregunta. Las sustancias plásticas del protoplasma, separadas de las del núcleo, no dan lugar al fenómeno de *asimilación* en las condiciones de medio en que este fenómeno se produce en una plástida completa. Es difícil ir más lejos experimentalmente y separar las diversas sustancias del núcleo, de un lado, del protoplasma, de otro (1). Debemos, pues, atenernos actualmente á la afirmación de que el fenómeno de síntesis expuesto en la ecuación II tiene lugar, en un medio conveniente, cuando todas las sustancias plásticas de la plástida A están juntas; no podemos saber si es necesaria la presencia de todas esas sustancias; estamos seguros solamente de que son necesarias algunas del protoplasma y algunas del núcleo.

Ciertos autores dignos de fe han descrito *móneras* desprovistas de núcleo y que obran, sin embargo, en con-

---

(1) Dangeard ha obtenido resultados de merotomía patológica estudiando la infección por un parásito que destruye el núcleo; pero ese parásito no está nunca localizado únicamente en una de las partes del núcleo con exclusión de todas las demás, de suerte que ese dato no nos informa más completamente que los experimentos comunes de merotomía.

diciones convenientes, como las plástidas de que acabo de hablar; en esos seres el número  $p$  de sustancias plásticas está quizá reducido á uno; es posible también que estén mezcladas varias sustancias diferentes. Insistiré en el tercer libro sobre esos seres particulares.

Cada una de las  $p$  sustancias plásticas de una plástida posee, por tanto, la *propiedad* de aumentar en cantidad cuando, unida á las otras  $p - 1$ , es sumergida en un medio determinado.

Pongo con intención la palabra *propiedad* que es habitual en química, porque, toda la primera aproximación nos lo ha probado, no debemos ver en los fenómenos de la vida elemental más que la manifestación, en determinadas condiciones, de las propiedades de las sustancias constitutivas de la plástida.

Pues bien, esa propiedad que no tienen los cuerpos inanimados, es decir, los que ordinariamente estudia la química, es común á todas las plástidas vivas y á ellas solas. Un estudio atento nos ha probado que es la única propiedad común á ellas, en cuanto puede manifestarse á nosotros; es, pues, el carácter distintivo de los seres vivos la *propiedad* DE ASIMILACIÓN.

*Plástida viva es un cuerpo tal que hay un medio líquido correspondiente en el que es susceptible de asimilación.*

Es posible que al tratar de figurarnos cómo ocurre ese fenómeno no lo consigamos. Pero, ¿es que nos figuramos cómo dos gases, el oxígeno y el hidrógeno, pueden combinarse para producir un líquido, el agua? Cuando estudiamos la química de los cuerpos simples, nos limitamos generalmente á la investigación de las *propiedades* de los cuerpos. Ese es el dominio de la ciencia; investigar actualmente el por qué y el cómo de esas propiedades, es entrar en el dominio de la hipótesis; pero si quiere hacerse, vale más empezar por tratar de comprender las propiedades de los cuerpos simples an-

tes de dedicarse á los más complejos de la química, las sustancias plásticas de las plástidas.

La posibilidad de producir agua, combinándose con el oxígeno, es una propiedad del hidrógeno; la de producir nitroglicerina, reaccionando con el ácido azoico, es propiedad de la glicerina; la posibilidad de que un gramo de levadura de cerveza reaccione con tantos gramos de líquido Pasteur, para producir tantos gramos de alcohol, tantos de ácido carbónico, etc., *más dos gramos de levadura de cerveza*, es una propiedad de este producto.

Lo sé: la propiedad á que acabamos de llegar es nueva en química y puede sorprender por eso; pero, por lo mismo justamente, permite caracterizar de manera rigurosa las plástidas vivas y distinguirlas de todos los demás cuerpos. Y, no obstante, conocemos fenómenos *algo análogos* en ciertos casos de cristalización. Hay líquido en el estado de sobresaturación ó de sobrefusión (1) en el que un cristal dado determina la formación de cristales *idénticos*, y en el que un cristal de otra forma se hubiera reproducido de igual manera.

Este fenómeno de cristalografía le conocemos muy bien, y aun cuando no sepamos todavía cómo se produce, vemos en él *una propiedad* de ciertas sustancias químicas.

En la hipótesis atómica, referimos generalmente las propiedades de los cuerpos á especiales disposiciones moleculares. La química no nos ha enseñado todavía la disposición molecular de las sustancias plásticas de las plástidas vivas; nadie duda que su descubrimiento ha de explicarnos el fenómeno de asimilación (2).

---

(1) Delage, obra citada, atribuye esta propiedad á un líquido *no saturado*; se trata ciertamente de una errata de imprenta.

(2) En una plástida común nos vemos obligados á admitir la presencia de gran número de sustancias plásticas; la coexistencia de todas ellas es necesaria para que la asimilación tenga lugar; podemos proponernos buscar matemáticamente *p* agrupa-

Esta propiedad de asimilación es demasiado esencial para que no trate de que se comprenda todo lo bien que ser puede; voy, pues, á repetir en otra forma el contenido de las páginas precedentes, evitando la representación por ecuación química que puede no ser familiar á algunos lectores.

ciones atómicas,  $a_1, a_2 \dots a_p$ , tales que por la adición de ciertos elementos determinados (agua, amoníaco, oxígeno, etc.), á un número determinado de esas moléculas colocadas unas junto á otras,  $n_1, a_1, n_2, a_2 \dots n_p$ , se obtengan moléculas  $a_1, a_2 \dots a_p$ , en cantidades mayores que  $n_1, n_2 \dots n_p$ .

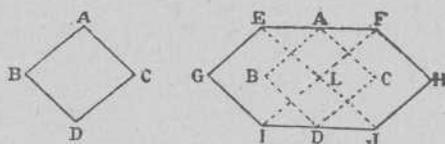


FIG. 5.<sup>a</sup>

Tomo para explicarme el caso más sencillo, el de una *mónera* ideal formada de una sola sustancia plástica (véase el cap. XVI), que es entonces una sustancia dotada por sí misma de vida elemental. No conocemos la esteroquímica de la molécula viva. La represento, pues, de un modo cualquiera, por el cuadrado A B C D, por ejemplo, para poder hacer mas comprensible mi explicación. A consecuencia de adiciones sucesivas de sustancias existentes en el medio, y que determinan para la especie considerada sus afinidades químicas, esa molécula crecerá más y más en el curso de reacciones parciales de su vida elemental manifiesta, vendrá á ser E F G H I J, por ejemplo.

Pues bien, lo que nos enseña el fenómeno de asimilación es que, en E F G H I J, las condiciones de equilibrio, las afinidades serán tales que se cortarán dos moléculas, E G I L y F H J L, idénticas á A B C D, más restos (los triángulos E H F, I L J), que serán las sustancias del término R de la ecuación II.

En otros términos, la molécula de sustancia viva, habiéndose adicionado todo lo que puede añadirse á ella á consecuencia de sus afinidades químicas, se dividirá en varias partes: dos de ellas, moléculas idénticas á lo que era en un principio, y otras, produc-

Estudiemos, por ejemplo, una bacteria variable; sabemos que su sustancia no se halla en estado de indiferencia química, que tienen lugar reacciones entre ella y el caldo en que se encuentra. Deberíamos, pues, esperar, según lo que sabemos de los cuerpos inanimados, ver disminuir la cantidad de su sustancia, gastada por

tos correspondientes al término R de la ecuación II (restos, excrementos).

De este caso, el más simple de una mónera ideal, he tomado el ejemplo más sencillo, aquél en que una sola molécula produce dos al dividirse; puede ocurrir que sean necesarias  $n$  moléculas semejantes, unas junto á otras, para que al dividirse den  $n + 1$ .

Todo esto es demasiado esquemático; pero, sin embargo, puede hacernos comprender mejor la naturaleza del fenómeno de la asimilación. Sería mucho más claro y fácil de explicar si se conociera la estructura atómica de las moléculas de las sustancias plásticas; los hay que la buscan por razonamiento, realizando la aspiración expuesta. La disimetría molecular, considerada por Pasteur como característica de los productos de la vida, permitiría quizá concebir más fácilmente la estructura de la molécula plástica.

En todo caso, sin conocer la particularidad de estructura atómica común á las sustancias plásticas, podemos afirmar que existe; lo he expresado en mi obra *La materia viva*, diciendo que los protoplasmas tienen en común cierta agrupación atómica P, como los alcoholes primarios tienen en común la agrupación atómica



Se llaman frecuentemente *productos de desasimilación* á las sustancias del término R de la ecuación II; la simple inspección de la figura prueba que la expresión está mal aplicada y proviene de un error de interpretación. Las sustancias de los triángulos E L F, I L J, se producen al mismo tiempo que las dos nuevas moléculas E G I L, F H J L, á expensas, es verdad, de ciertas partes de la molécula A B C D; pero, cuando una molécula engendra por su destrucción dos semejantes á ella, en verdad no puede hablarse racionalmente de desasimilación.

esas reacciones constantes. Cuando el alcohol arde se gasta, porque las partes de él que se han combinado con el oxígeno han producido agua y ácido carbónico. Un cuerpo inanimado *a*, que es lugar de una reacción química cualquiera, se gasta por ella como cuerpo *a*, habiendo entrado las partes de él que han reaccionado á formar parte de cuerpos químicamente distintos.

Y bien, en nuestra bacteria tiene lugar lo contrario: crece en el curso de la observación. Sería natural creer que su masa se ha adicionado nuevas sustancias, procedentes de las reacciones anteriores y distintas de las que había en la bacteria al principio de la observación, de manera que ese aumento de masa iría acompañado de una pérdida de las propiedades iniciales. La gota de mercurio que se oxida aumenta de peso, pero la masa que resulta no es ya mercurio, sino un cuerpo distinto que no tiene el aspecto ni las propiedades de tal.

La mera observación basta para probar que otra cosa muy distinta ocurre con la bacteria. Al cabo de algún tiempo ha adquirido cierto tamaño del que no puede pasar sin dividirse en las condiciones de equilibrio en que se halla. Se divide en dos bacterias semejantes á la primera, como una gota de aceite de cierto tamaño se divide en dos en un agua agitada.

Y digo dos bacterias *semejantes*, absolutamente semejantes, es decir, que gozan exactamente de las mismas propiedades que aquella de que proceden. En efecto, cada una de ellas, crecerá y se dividirá á su vez, y al cabo de cierto tiempo, el caldo contendrá miles y miles de bacterias idénticas á la primera, es decir, de las que una cualquiera, trasportada á un caldo idéntico al de nuestra primera observación, nos ofrecerá de nuevo el mismo espectáculo, reproducirá todos los mismos fenómenos. El caldo, en cambio, se habrá modificado hondamente, como ocurre á todas las sustancias inanimadas cuando en ellas tiene lugar una reacción química.

He aquí un fenómeno especialísimo. Supongamos, para fijar las ideas, que la bacteria estuviera compuesta, al principio de nuestra observación, de cinco sustancias esenciales á la producción de los fenómenos que nos han sorprendido. Podemos afirmar que esas cinco sustancias existen en las mil y mil bacterias que proceden de la primera, y hasta que cada una de esas cinco sustancias se encuentra en cada ejemplar de las mil y mil bacterias en la misma cantidad que en la bacteria primitiva, *puesto que todo se reproducirá indefinidamente de la misma manera, con una cualquiera de ellas como punto de partida, si se renueva el caldo*. Es cierto, por tanto, que esas cinco sustancias, en lugar de destruirse, se han multiplicado todas de la misma manera, á consecuencia de reacciones que han tenido lugar entre ellas y un medio determinado.

Raulin ha demostrado, por ejemplo, que una espora de *Aspergillus niger* produce muy rápidamente millares de esporas semejantes si se introduce en un líquido perfectamente definido, que puede obtenerse mezclando productos de laboratorio (1).

Las sustancias plásticas de que acabo de hablar son muy inestables en las condiciones *ordinarias*. Vemos efectivamente que son atacadas en las condiciones normales de nuestra propia existencia por los reactivos más extendidos en la naturaleza, agua, oxígeno, etc. Tan sólo cuando todas las sustancias de la plástida A están juntas, se ven preservadas de la destrucción, si el medio en que se encuentran contiene *todo* lo que se necesita para la reacción sintética representada por la ecuación II. Pero supongamos que falta un elemento *necesario* para esta reacción. Ello no impedirá que reaccionen entre sí las sustancias susceptibles de hacerlo; podrá haber entonces destrucción de sustancias plásticas, que desaparecen, puesto que ya no hay síntesis de las

---

(1) Véase la nota de la pág. 118.

mismas (véase el capítulo siguiente). Es lo que hemos visto producirse cuando el protoplasma era separado del núcleo, el núcleo del protoplasma; por esto también, en ciertos casos, la supresión del oxígeno produce la destrucción de las plástidas.

Pero no es absolutamente necesario que así suceda. Cabe que la supresión de uno de los factores de la reacción representada por la ecuación II suprima la posibilidad de *toda reacción*, y que las sustancias plásticas se hallen por consecuencia en el estado de indiferencia química. Estudiaré más adelante este caso, de que da cuenta la expresión *vida latente de las plástidas*.

Dirijámos la vista atrás. Hemos recorrido toda la historia de la plástida en las condiciones normales. Resumamos lo que es común á todas las plástidas.

α. Se nos han presentado como una masa limitada, separada del agua ambiente y compuesta de sustancias, de que las exteriores, por lo menos, son insolubles, pero parecen penetrables por el agua.

β. Cada plástida tiene una forma, particular de su especie; los diferentes grupos de sustancias no mezclables adoptan también en su interior una forma especial á ellas; debemos pensar, y lo demostraré en el capítulo XI, que todas esas formas especiales han de considerarse como de equilibrio de las sustancias químicas correspondientes en las condiciones de la observación.

γ. Hemos visto también las diversas maneras según las cuales puede realizarse la *adición*; lo único que puede considerarse general en este punto es un fenómeno de ósmosis, ó si se prefiere de difusión. Ello entra, pues, en la propiedad expuesta en el párrafo α.

δ. No es nada general el movimiento de las plástidas: las reacciones de algunas especies se verifican sin que se muevan lo más mínimo. Las sustancias plásticas son todas destruidas muy por bajo de 200° centígrados.

ε. En condiciones físicas determinadas (temperatura),

en el seno de un líquido acuoso que contenga cierto número de sustancias *necesarias* (determinables para cada especie de plástida), entre las que hay que contar siempre el *oxígeno*, las sustancias plásticas de la plástida dan lugar á una serie de reacciones cuya resultante, á más de la producción de ciertas materias especiales en cada caso, pero entre las que hay que contar siempre el ácido carbónico, es el aumento en cantidad de cada una de esas sustancias plásticas. Esto se produce en el seno mismo de la plástida, y el total de cada una de las sustancias plásticas aumenta en proporción.

Los párrafos  $\alpha$  y  $\varepsilon$  comprenden todo lo que es común á las plástidas. Constituyen, por tanto, su definición.

En suma, se nos aparece la plástida, en su acepción más general, como una masa en que están unidas varias sustancias que tienen *en común* una particularidad química, curiosa en extremo. Delage (1) hace intervenir en la descripción de la plástida la ordenación de las partes, fundándose en el hecho de que, aplastándola, queda destruida; pero el hacerlo tan fuertemente como él indica no logra producir la desorganización *química* de sustancias tan poco estables. Un experimento de Verworn ha demostrado que el núcleo se destruye muy pronto al contacto directo con el agua. Me inclino á admitir, por todo lo que nos han enseñado los experimentos de merotomía, que la ordenación de las partes de la plástida procede únicamente de la situación normal de equilibrio que adopta cada una de las sustancias que la componen. *Un pedazo de núcleo en un pedazo de protoplasma* regenera toda la plástida con las formas normales de todas sus partes constitutivas.

¿Es completa y no se presta á ambigüedad alguna la definición dada anteriormente de las plástidas en gene-

---

(1) Ob. cit., pág. 749.

ral? Veremos que se refiere á todas ellas, que todo cuerpo que á ella corresponde debe ser considerado como una plástida, y que toda la historia de las plástidas está aquí contenida implícitamente (1).

---

(1) Pero se puede concebir la existencia de otras plástidas que tengan la misma propiedad de asimilación en condiciones en que el cloro, por ejemplo, sustituiría al oxígeno.

---

## CAPÍTULO IX

---

### Definiciones.

VIDA ELEMENTAL MANIFIESTA.—He venido usando anteriormente todo lo posible la palabra plástica, con preferencia á las expresiones *cuerpo vivo*, *sér vivo...*, etc., que se prestan á la ambigüedad. Cuando se habla de un perro, de un carnero, de una carpa, y se dice que están *vivos*, quiere significarse que están *en camino de vivir*, pues, efectivamente, no hay interrupción en lo que llamamos *la vida* de esos seres. Del estudio de los animales superiores procede el adjetivo *viviente*, al cual su forma de participio de presente da, naturalmente, el significado de «en disposición de vivir». No concebimos un perro vivo que no esté en disposición de vivir. Pero al extender las ideas vitalistas á todo, se ha llegado rápidamente á aplicar el mismo adjetivo, en una acepción que se creía idéntica, á cuerpos más simples, en los cuales llegaba á significar en definitiva «susceptible de vivir». No podía ocurrir otra cosa con la noción del principio vital. Un grano de trigo, un espora de seta están dotados de vida, tienen vida; son, pues, vivos. De aquí ha venido la expresión «vida latente», que se aplica á seres *vivos* cuya vida no se manifiesta con sus caracteres comunes, pero que son susceptibles de vivir en condiciones convenientes.

Ofrece, pues, una dificultad definir la expresión «vida elemental», si queremos que se aplique á todos los seres monoplástidos que hoy se llaman *vivos*.

He dicho anteriormente que la ecuación II podía considerarse como ecuación de la vida elemental. Esta sería entonces el conjunto de los fenómenos que resultan de las reacciones que tienen lugar entre una plástida y el medio que la conviene. Pero, en ese caso, nosotros no podemos aplicar ya la expresión «vida elemental» á una plástida que se halle en estado de indiferencia química; ¿qué es, en efecto, un fenómeno latente, una manifestación que no se manifiesta? Es muy difícil salir del equívoco á que nos condena el lenguaje actual.

Si nos atenemos al sentido adjetivo de la palabra vivo aplicada á las plástidas, indicará que esas plástidas son tales, y nada más; equivaldrá al conjunto de los caracteres expuestos anteriormente en la definición de las plástidas. Será una palabra inútil. No tenemos necesidad de decir una *plástida viva* en estas condiciones, puesto que según los términos de la definición misma toda plástida está viva. Decimos un alcohol, una aldehida, y nos entendemos claramente sin emplear los pleonasmos; un alcohol dotado de la función de tal, una aldehida que cumple su cometido.

Con esta definición del adjetivo vivo, se dirá que la vida elemental es la propiedad de estar vivo, es decir, la propiedad de ser una plástida. Estudiaremos inmediatamente lo que se denomina *muerte* de las plástidas; la antítesis entre la palabra *vida* y la palabra *muerte* está en el lenguaje y nos es muy difícil, por consiguiente, salir de un círculo vicioso. Con la definición antes dada de la plástida, la que se llama muerta no es ya tal; no hay, pues, motivo para especificar que una plástida está viva, puesto que es un pleonasma y parece ridículo definir la vida elemental como la propiedad que tiene la plástida de ser tal. En cuanto á hallar otra definición de las plás-

tidas parece difícil; puede convenirse, si se quiere estar de acuerdo con el lenguaje vulgar, que la definición dada anteriormente se refiere á las «plástidas vivas», á condición de que no se separarán jamás estas dos palabras; sería una puerilidad.

Hemos definido las plástidas por la posibilidad que tienen de dar lugar, en condiciones determinadas, á las reacciones resumidas en la ecuación II. No podemos definir la *vida elemental* el cumplimiento de esas reacciones, puesto que estamos obligados, tal como hoy se entienden las palabras, á conceder la *vida elemental* á las plástidas en estado de indiferencia química. Es preciso, pues, que convengamos en otra expresión para representar esas reacciones tan características, y emplearemos á este efecto la siguiente: *vida elemental manifiesta*. Siempre, para conformarnos al vitalismo del lenguaje, llamaremos *vida elemental latente* ó simplemente vida latente al estado de indiferencia química de las plástidas. Desde el punto de la precisión del lenguaje, esas expresiones, así definidas, serán suficientemente claras. Serán malas desde el punto de vista filosófico, porque concuerdan en mantener en apariencia una teoría que se reconoce errónea. Habrá que decidirse á inventar una nueva manera de expresarse. Por el momento, contentémonos con asegurar la precisión del lenguaje sin modificarlo. He definido suficientemente las plástidas. Determinado esto, llamo:

*Vida elemental*, á la propiedad que tiene un cuerpo de ser plástida.

*Vida elemental latente*, al estado de reposo, de indiferencia química de una plástida.

*Vida elemental manifiesta*, á la actividad de una plástida en las condiciones en que se producen las reacciones sintéticas resumidas por la ecuación II (1); podremos al propio tiempo denominar esas condiciones, para una

---

(1) El *aspergillus* en el líquido Raulin, á 15°, por ejemplo.

plástida A, condiciones de la vida elemental manifiesta de la plástida A.

Con esta última definición, la *vida elemental manifiesta* comprenderá todas las manifestaciones resultantes de las reacciones resumidas por la ecuación II. El movimiento, la adición, la asimilación, serán fenómenos de la vida elemental manifiesta.

He especificado ser esta la actividad de una plástida *en las condiciones en que se producen las reacciones de la ecuación II*; fuera de ellas, los fenómenos son diferentes y parece que esto nos crea nuevas dificultades.

1.º Consideremos una plástida en estado de vida elemental manifiesta, y, sin cambiar nada por otra parte, quitémosla el núcleo (experimentos de merotomía, véase páginas 83 y 100). Si observamos, durante algunos minutos solamente, el protoplasma que queda, no notamos diferencia importante en los fenómenos aparentes; los movimientos son los mismos..., etc. No obstante, una observación más prolongada nos enseña que la *asimilación* ya no tiene lugar.

Con las definiciones anteriores no hay equívoco posible. El protoplasma separado del núcleo no está dotado de vida elemental. Su actividad química, en las condiciones de la vida elemental manifiesta de la plástida correspondiente, no es la vida elemental manifiesta. Pero diréis que tiene todas las apariencias de tal. Sin duda, y hasta es cosa muy interesante, de que se desprenderán más tarde conclusiones de capital importancia, y esto prueba que teníamos razón para desconfiar desde un principio. Inmediatamente después de la merotomía, el merozoito sin núcleo hace, en el curso de una observación de corto tiempo, exactamente lo mismo que la plástida entera; nos produce la ilusión de una plástida viva en estado de vida elemental manifiesta, pero no es más que una ilusión.

El protoplasma tiene, pues, gran número de propie-

dades comunes con la plástida, pero no las tiene todas. Carece precisamente, *cuando está solo*, de esa propiedad cuya generalidad nos ha permitido únicamente definir la vida elemental, la asimilación. Poned protoplasma de la plástida A en el medio que llena las condiciones de la vida elemental manifiesta de la misma; vivirá aparentemente, pero no vivirá.

Por esto he preferido la expresión «sustancia plástica» á «sustancia viva» cuando he enunciado anteriormente (véase pág. 121) la observación siguiente: Cada una de las  $p$  sustancias plásticas de una plástida posee la *propiedad* de aumentar en cantidad cuando, *unida á las otras  $p-1$* , es sumergida en un medio determinado. Sé bien que puede salvarse la dificultad y decir: cada una de esas  $p$  sustancias está dotada de vida elemental; las condiciones de su vida elemental manifiesta son: 1.<sup>a</sup>, que estén unas junto á otras las  $p-1$  sustancias; 2.<sup>a</sup>, las condiciones del medio necesarias á la vida elemental manifiesta de la plástida correspondiente.

¿No sería esto un juego de palabras? ¿No es preferible conservar para esas  $p$  sustancias el nombre suficientemente especial de sustancias plásticas ó protoplásmicas si se prefiere (aun cuando este término deba aplicarse igualmente á las que forman el núcleo) que llamarlas sustancias vivas? La denominación de plásticas ó protoplásmicas es, lo repito, bastante especial para recordar claramente la particularidad química curiosísima común á esas  $p$  sustancias, y distinguirlas absolutamente de las sustancias del medio (1), lo cual nos será indispensable en lo que sigue, particularmente en el estudio de meta-zoarios.

---

(1) Para esto es necesario darse cuenta de lo siguiente: Las sustancias R. por ejemplo, no toman parte en las reacciones de la vida elemental manifiesta, y, no obstante, si se hace una observación *algún tiempo después del principio* de ésta, se ve que las

2.º Supongamos que en vez de suprimir uno de los elementos de la plástida suprimimos uno de los del medio, necesario para la vida elemental manifiesta de la plástida. Pueden presentarse dos casos: quitado ese elemento ninguna reacción tiene ya lugar; hay indiferencia química, *vida latente*; ó bien siguen produciéndose reacciones entre sustancias capaces de atacarse mutuamente; hay destrucción de la plástida, muerte de la plástida.

Estos dos casos pueden, aunque imperfectamente, ser comparados con los siguientes, que tomo de la química inorgánica, y en los que establezco un paralelo entre la producción del cloro y la de sustancias plásticas en la vida elemental manifiesta.

Calentamos cloruro de sodio con ácido sulfúrico y bióxido de manganeso, obteniendo un desprendimiento de cloro (producción de cloro, vida elemental manifiesta).

Si suprimimos el ácido sulfúrico no obtenemos nada, pero nuestra mezcla queda dispuesta para producir cloro cuando queramos añadirle dicho ácido (indiferencia química, vida latente).

No suprimimos el ácido carbónico, pero sí el bióxido de manganeso. Obtenemos otra cosa que cloro, y, al cabo de algún tiempo, la mezcla ya no puede darnos cloro, aun cuando añadamos el elemento que, según acabamos de ver, era necesario (destrucción, muerte). Voy á estudiar sucesivamente estos dos casos.

VIDA ELEMENTAL LATENTE.—*Corpora non agunt nisi soluta*. Aun cuando no haya que tomar este antiguo ada-

---

sustancias R, existentes ya en el medio, aumentan durante la observación, pero su producción es independiente de la cantidad de las mismas que preexistía en el medio y que permanece inerte en el curso de las reacciones, lo cual las distingue de las sustancias plásticas. (Véase más adelante el epígrafe *Muerte elemental*.)

gio al pie de la letra, nos hace prever inmediatamente que la deshidratación será condición buena de vida latente. Efectivamente, todos saben que en el estado de indiferencia química hay millares de organismos en el polvillo que flota en el aire seco (1); los estudios de Pasteur lo han probado ampliamente. No se sigue de aquí que la deshidratación pura y simple de una plástida la conduzca siempre á la vida latente; en muchos casos puede destruirse en el curso de la deshidratación. Estamos seguros, por ejemplo, de que tal *amiba* puede, en ciertas condiciones, llegar al estado de indiferencia química, puesto que la hallamos en el de vida elemental manifiesta en una infusión hecha con heno *seco* y agua esterilizada, y, no obstante, si dejamos evaporarse rápidamente el agua de la preparación en que la observamos, la vemos destruirse definitivamente. Creyendo colocarnos en el primero de los casos poco ha enumerados (indiferencia química), nos hemos colocado en el segundo (destrucción). Nos es difícil, en general, en el estado actual de la ciencia, determinar las condiciones en que una plástida A pasa al estado de vida latente; pero esas condiciones se dan con gran frecuencia en la naturaleza. Pruébalo la inmensa cantidad de *gérmenes* esparcidos en el aire seco. Asistimos muchas veces también al paso de una plástida al estado de indiferencia química *en un medio acuoso*, á consecuencia de la desaparición de una de las condiciones necesarias á su vida elemental manifiesta, y esa observación prueba que las condiciones necesarias son diferentes para las diversas especies de plástidas, porque vemos á las unas pasar al estado de vida latente, mientras que otras, en una misma infusión, siguen manifestando sus reacciones ordinarias.

---

(1) Veremos un poco más adelante que esa vida elemental latente no es sino un caso particular de la destrucción, pero de la destrucción extremadamente lenta.

MUERTE ELEMENTAL.—La expresión vida latente ha sido creada por vitalistas á causa de la idea preconcebida de la antítesis entre *vida* y *muerte*. La vida, principio inmaterial, se manifiesta en un sér vivo y no existe en un sér muerto. Es preciso que esté en estado *latente* en un sér que no está muerto, y en que la vida no se manifiesta, sin embargo.

Sea una espora de *Aspergillus*. Sabemos que es tal, como sabemos que un frasco contiene alcohol por lo que dice la etiqueta; es decir, que sabemos á qué fenómenos dará lugar esa espora cuando la introduzcamos en el líquido Raulin. Se dice que esa espora se halla en estado de vida latente. ¿Es necesario?

Sí, se dirá, porque podéis tener una espora de *Aspergillus* que esté *muerta* y que se encuentre igualmente en estado de indiferencia química. Pero entonces ya no es una espora de *Aspergillus*.

Cuando he visto producirse dicha espora la he puesto la etiqueta correspondiente. Supongo, al mencionarla, que desde entonces ha permanecido en el estado de indiferencia química, y con esta sola condición sé lo que es. Puedo haber puesto en el frasco marcado una disolución de clorhidrato de morfina ó de cualquiera otra sustancia que se conserve difícilmente en disolución acuosa expuesta al aire. Si quiero servirme de ella al cabo de un año, noto que no es ya una disolución de clorhidrato de morfina. Débese á que esta sustancia no ha permanecido en el estado de indiferencia química en que yo la juzgaba.

La expresión «espora de *Aspergillus*» representa algo muy bien definido para mí, como decir «clorhidrato de morfina»; no sé formular la estructura atómica de las diversas sustancias que constituyen la espora de *Aspergillus*, pero sé *exactamente* qué fenómenos se producirán cuando la sumerja en el líquido Raulin á una temperatura determinada. Si esos fenómenos no se producen es

que ya no se trata de una espora de *Aspergillus*, es que mi clorhidrato de morfina se ha transformado.

Sé bien que gran número de reacciones pueden destruir una ó varias de las sustancias de la espora sin alterar su forma y sus caracteres visibles. Es una de las causas del error vitalista.

He aquí dos esporas de *Aspergillus*: dejo la primera intacta y lavo la otra en una disolución diluída de nitrato de plata. Al microscopio no puedo distinguir una de otra; ¿pero es que distingo á simple vista un frasco que contenga agua de otro igual que contenga una disolución de sal marina? Distinguiré el agua salada del agua pura por sus reacciones químicas; distinguiré la espora de *Aspergillus* del cuerpo que se le parece sumergiendo una y otro en el líquido Raulin.

Los minerales tienen, por lo general, formas cristalinadas, de tal modo caracterizadas que se les reconoce á simple vista con el goniómetro, sin necesidad de hacer su análisis químico; pero se produce en ciertos casos lo que se llama pseudomorfosis de un cristal determinado. Un cristal de calcita, por ejemplo, está encajado en una roca resistente. Como la calcita se disuelve en el agua cargada de ácido carbónico, queda el molde del cristal. Si una sustancia cualquiera se deposita luego en este molde formará una masa tal, que si la roca exterior se abre, tendrá todos los caracteres de un cristal de calcita.

Pues bien, podemos decir del mismo modo que lo que se obtiene lavando con nitrato de plata una espora de *Aspergillus* es la pseudomorfosis de la misma.

Consideremos en una gota de agua un protozoario A. Añadamos amoníaco al agua y el protozoario desaparece; todas sus sustancias, modificadas, se disuelven; *nada queda ya de él*. Añadamos, por el contrario, ácido ósmico y el protozoario se fija. Todas sus sustancias, modificadas, se han vuelto insolubles y estables sin variar de forma. Queda en el agua la pseudomorfosis de A y no A. El

protozoario A era un conjunto de sustancias químicas que ya no existe.

En ambos casos decimos que el protozoario ha muerto. La muerte de la plástida es siempre, por tanto, la *destrucción* de la misma. En el caso en que quede una seudomórfosis de la plástida, no conviene decir que es una plástida muerta. Ya no hay tal; hay una imagen, una seudomórfosis (1), pero la plástida se ha destruído.

Supongamos un cuerpo combustible que no pierda su forma al arder; la combustión dejará una imagen de ese cuerpo. Stahl creía que bastaba añadir flogístico á dicha imagen para reproducir el cuerpo combustible. Los vitalistas creen que basta añadir la vida á la seudomórfosis de una plástida para que ésta se reproduzca.

Lavoisier ha demostrado que el resultado de la combustión pesa más que el cuerpo combustible. No podemos pesar una plástida en el agua, pero es muy probable que la seudomórfosis de la misma, obtenida mediante el ácido ósmico, por ejemplo, tenga distinto peso. La muerte de una plástida puede ser resultado de un número grandísimo de acciones químicas, de las que unas se traducen por adición, otras por sustracción de sustancia á la *masa* que la constituía. La continuidad de la existencia de la plástida, como *masa* limitada en el medio ambiente, no es interrumpida por la muerte, en el caso en que las condiciones sean tales que se haya producido una seudomórfosis. Esta misma continuidad hacía concebir la noción de la individualidad de la plástida, que obliga á usar la expresión *plástida muerta* para designar el cuerpo que queda después de la muerte de la misma, cuando ese cuerpo se parece al sér de que procede.

---

(1) La palabra seudomórfosis, tomada de intento de las ciencias físicas, equivale, en definitiva, á *cadáver*, que tiene el inconveniente de ser especial á los seres vivos, pero que es palabra perfectamente clara y puede conservarse.

El adjetivo *muerta* no debe unirse al sustantivo plástica, puesto que estas dos palabras representan ideas inconciliables. Ningún cuerpo puede á la vez ser plástica y estar muerto, es decir, no ser plástica.

La palabra muerte no se usa en química. No se dice que el sodio ha muerto porque al contacto con el cloro se ha convertido en sal. Nos vemos obligados por el lenguaje corriente á usarla en la química de las plásticas, pero equivale exactamente al término *destrucción química*. Es, por otra parte, extremadamente vaga, y representa, según los casos, infinidad de fenómenos diferentes. Si una plástica no permanece en el estado de indiferencia química, ó bien las condiciones son las de su vida elemental manifiesta y entonces crece, ó bien son diferentes y entonces su destrucción es fatal. *La muerte de una plástica es, por tanto, el resultado (1) de toda reacción que sufre fuera de las condiciones de su vida elemental manifiesta.*

Importa no dejar oscuridad alguna en esta afirmación, que es de la mayor importancia. La misma vida latente no es, probablemente, jamás la indiferencia química absoluta. En la mayor parte de los casos conocidos corresponde á una destrucción muy lenta de las sustancias plásticas de la plástica. Considero, por ejemplo, cierto número de esporas de *Aspergillus* en un frasco bien seco, al abrigo de todos los agentes de destrucción rápida. En tanto la destrucción de una, por lo menos, de las sustancias plásticas no sea completa, obtendré una germinación sembrando en el líquido Raulin algunas esporas sacadas del frasco, pero éste seguirá conteniendo *esporas de Aspergillus*. Al cabo de cierto tiempo la germinación se habrá hecho imposible, los corpúsculos contenidos en el frasco no serán ya *esporas de Aspergillus* y se dirá que han muerto. Durante todo el tiempo que ha pre-

---

(1) Al cabo de un tiempo bastante largo en ciertos casos, inmediatamente en otros. (Véase capítulo XIV).

cedido á su muerte se hallaban en estado de vida latente, es decir, de destrucción lenta.

La merotomía no nos ha permitido asegurarnos de la necesidad de las  $p$  sustancias plásticas en la vida elemental manifiesta. Sabemos solamente que son necesarias algunas del protoplasma y algunas del núcleo. Admitimos para facilitar la expresión, y es probable por otra parte, que las  $p$  sustancias son indispensables (si no hay más que  $p-r$  realmente indispensables, podrá trasformarse la proposición adaptándola á esas  $p-r$  sustancias). Entonces diremos, pues, de una manera precisa, que una plástida se halla en estado de vida latente, mientras que, en el curso de la destrucción muy lenta de que es objeto, ninguna de sus  $p$  sustancias esenciales se ha destruído completamente. Si en estas condiciones se la proporciona el medio de la vida elemental manifiesta, se verificará en ella una síntesis asimiladora que reparará rápidamente las pérdidas sufridas durante la destrucción lenta, y crecerá, dividiéndose en tanto las condiciones siguen siendo favorables.

La vida elemental no es, pues, más que un caso particular de la destrucción orgánica, que fuera de las condiciones especialísimas de la vida elemental manifiesta, conduce fatalmente á la muerte de la plástida. Conservo, no obstante, este caso de la vida latente como especial y merecedor de un nombre propio y trazo el cuadro siguiente:

La plástida puede encontrarse en tres condiciones:

Condición núm. 1: *Vida elemental manifiesta*, es decir, actividad química en un medio en que están reunidos todos los elementos necesarios para la realización de la síntesis que resume la ecuación II.

Condición núm. 2: *Destrucción*, es decir, actividad química en cualquier medio distinto al necesario para la vida elemental manifiesta. Esta *destrucción* conduce fatalmente á la muerte si las condiciones no cambian antes

de que una de las sustancias especiales de la plástida se haya destruído por completo. El merozoito sin núcleo (1) se halla siempre, por tanto, en la condición núm. 2.

Condición núm. 3. Vida latente, es decir, indiferencia química casi absoluta ó destrucción muy lenta. No es más que un caso particular de la condición núm. 2.

En suma, determinado esto de una manera precisa, se ve que la vida elemental manifiesta es el caso particular, la excepción, y que la destrucción que conduce á la muerte es un caso mucho más general.

Cuando hemos hecho actuar sobre una plástida una sustancia que la destruye sin dejar de conservarla la forma, no sabemos las más de las veces volver al cuerpo de donde hemos partido por una operación química inversa; dicho de otro modo, aun cuando sepamos cual es la sustancia cuya reacción sobre la plástida ha determinado la muerte de ésta, somos incapaces de regenerarla por la operación química inversa. Sin embargo, no siempre ocurre así; las sustancias llamadas anestésicas tienen la propiedad de establecer con ciertas sustancias de las plástidas combinaciones inestables, que al disociarse restituyen la plástida con todas sus propiedades primitivas. Asistimos, pues, en este caso, á la génesis de una plástida, nacida de un *cuerpo muerto*; habiendo añadido cloroformo, la plástida no puede efectivamente considerarse en estado de indiferencia química, puesto que se encuentra en las condiciones de la vida elemental manifiesta. Ahora bien, no manifiesta las reacciones propias de esa vida, luego no es plástida. Estudiaré los anestésicos y los venenos en el capítulo de la *Eccitabilidad*.

---

(1) En el caso de una gromia, el merozoito sin núcleo que se añade de nuevo á la gromia nucleada (véase *Adición*) pasa así de la condición núm. 2 á la núm. 1.

He dado en el capítulo que termina cierto número de definiciones que podrán ó no aceptarse. La definición exige entenderse puesto que es un convenio. En último término, esas definiciones son precisas y se dan *à posteriori*, para enlazar fenómenos debidamente observados y absolutamente generales. No se apoyan en ninguna hipótesis, á menos de que no se considere como tal la creencia de que las leyes naturales son generales y se aplican indistintamente á todos los cuerpos que existen.

Tal rigor para definir es inútil en zoología ó en botánica, cuando no se trata más que de describir formas, pero es indispensable en biología, porque no hay derecho á discutir acerca de hechos de observación empleando un lenguaje confuso y que prejuzga en punto á la naturaleza de los fenómenos que han de estudiarse.

En suma, la *vida elemental* es la propiedad de tener cierta composición *química*, como la *función alcohol*, la *función aldehida*. La *vida elemental manifiesta* es un fenómeno *químico*. La destrucción que conduce á la muerte de las plástidas es un fenómeno *químico*.

Naturalmente, y sin recurrir á hipótesis, he venido á considerar todos esos fenómenos como dependiendo de la química. Algunos han visto en la vida una manifestación física. Ahora bien, la química trata de los fenómenos que tienen lugar en el contacto de los cuerpos, en tanto esos fenómenos producen un cambio completo en la constitución de los mismos, mientras que la física es el estudio de los fenómenos que no producen cambios permanentes en la naturaleza de los cuerpos. Es evidente que, en el curso de una observación corta, las manifestaciones de la actividad de una plástida en estado de vida elemental manifiesta parecen entrar en la segunda categoría, porque la asimilación constituye, por medio de elementos nuevos, con que reparar las pérdidas que se manifestarían sin ella, y que se manifiestan eficazmente cuando falta una condición necesaria, conforme hemos visto.

Pero ¿nos daríamos cuenta de un fenómeno físico, eléctrico, por ejemplo, que manifestándose durante cierto tiempo en una barra de hierro, hubiera producido al finalizar el mismo dos barras de hierro iguales á la primera?

En nada puede sorprendernos que haya fenómenos físicos concomitantes. No conocemos reacción química que se produzca sin desprendimiento de calor, de luz ó de electricidad. Por eso precisamente la química y la física se dan la mano. ¿Pero es fenómeno físico el funcionamiento de una pila? No; ¿no es así? Las condiciones de ese funcionamiento son químicas. Pues bien, consideremos una espora de *aspergillus*. Es un cuerpo claramente definido, como lo es también el líquido Raulin. Su unión realiza condiciones *químicas* que son las condiciones de la vida elemental manifiesta del *sapergillus*. En verdad, se necesita al mismo tiempo cierta temperatura; pero ¿no es necesaria en toda reacción química? Las manifestaciones de la vida elemental son á la vez de orden físico y de orden químico, pero sus condiciones, entre límites de temperatura determinada, son de orden exclusivamente químico, en cuanto á la plástida y en cuanto al medio.

La ecuación de la vida elemental, ecuación II del capítulo anterior, permite separar inmediatamente de las sustancias plásticas ciertas otras, cuya producción acompaña siempre á la vida elemental manifiesta de algunas plástidas y que forman parte del término R enunciado. Tal, por ejemplo, la celulosa en las plástidas vegetales. Sé bien que la cantidad de celulosa aumenta en el curso de la vida elemental manifiesta, pero es constantemente un producto, y no interviene, jamás, ella misma en la fabricación de nueva cantidad de su sustancia, según han demostrado los experimentos de merotomía. La celulosa es, por tanto, inerte en la vida elemental manifiesta, es sin cesar producto de las *reacciones*, no *agente* de las

mismas, ó, si lo es, debe entrar en el término Q de la ecuación, porque lo que de su intervención proviene es *otra cosa* que celulosa. En otros términos, en cualquier momento de la vida elemental manifiesta, se puede suponer eliminada toda la celulosa del primer término de la ecuación II, y se producirá en el segundo (1) (experimentos de merotomía de Nussbaum, Grüber, Klebs, etc.) La celulosa puede ser alimento ó excremento, no es sustancia plástica. Lo mismo ocurre con cierto número de sustancias, grasas, reservas, etc., que desde el punto de vista de la vida elemental manifiesta no deben considerarse como del medio, aun cuando incorporadas, á veces, á la plástida. Hay que considerar ésta como compuesta exclusivamente de sus sustancias plásticas, activas en la vida elemental manifiesta. No hago más que señalar aquí esta particularidad, acerca de la que tendré más adelante ocasión de insistir.

---

(1) O bien, si se prefiere, la  $\lambda$  de esas sustancias no está determinada aún en condiciones perfectamente fijas, porque se puede hacer variar la cantidad de celulosa del primer término sin que varíe la del segundo. La cantidad de celulosa producida en un tiempo dado es independiente de la preexistente.

## CAPÍTULO X

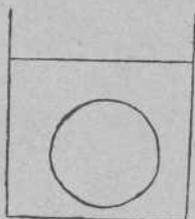
---

### Continuidad de la sustancia plástica.

Considero una plástida A en el estado de vida elemental manifiesta. Todos los fenómenos que apercibo 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.

Habrá 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 destruída (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 pseudopos 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 reconstituída 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



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 *transmisión* 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. Á 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 *Hemamæba 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 pseudomorfosis 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 estos 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 berro, 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, *Potamogeton*, *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*).

---

## CAPITULO XII

---

### Morfología y fisiología de las plástidas.

Réstanos la cuestión de la forma específica de las plástidas.

Habiendo admitido *à priori* la unidad de la sustancia viva, Claudio Bernard ha de pensar acerca de esta cuestión como sigue:

«Importa, según hemos dicho ya, distinguir en el sér vivo la *materia* y la *forma*.

La materia viva, el protoplasma no tiene en sí morfología, ninguna complicación de figura, ó por lo menos (y viene á ser lo mismo), tiene una estructura y una complicación idénticas. En esta materia *amorfa* ó más bien *monomorfa* reside la vida, pero la *vida no definida*, lo cual quiere decir que en ella se encuentran todas las propiedades esenciales cuyas manifestaciones en los seres superiores no son más que expresiones diversificadas, modalidades más altas. En el protoplasma se encuentran las condiciones de la síntesis química que asimila las sustancias ambientes y crea los productos orgánicos; se encuentra, según hemos demostrado, la excitabilidad, punto de partida y forma particular de la sensibilidad.

Así el protoplasma tiene todo lo que necesita para

vivir, y á esta materia pertenecen todas las propiedades que se manifiestan en los seres vivos. No obstante, el protoplasma solo no es más que la materia viva, no realmente un *sér vivo*. Le falta la forma que caracteriza la *vida definida*.

Al estudiar el protoplasma, su naturaleza, sus propiedades, se estudia, por decirlo así, la vida en el estado de desnudez, la *vida sin ser especial*. El plasma es una especie de caos vital que aún no ha sido modelado y en que todo se encuentra confundido, facultad de desorganizarse y de reorganizarse por síntesis, de reaccionar, de moverse, etc.

El *sér vivo* es un protoplasma modelado, tiene una forma específica y característica. Constituye una máquina viviente en que el protoplasma es el agente efectivo. *La forma de la vida es independiente del agente esencial de la misma*, el protoplasma, puesto que éste persiste semejante á través de los cambios morfológicos infinitos.

La forma no sería, por tanto, una consecuencia de la naturaleza de la materia vital. Un protoplasma *idéntico en su esencia* no podría dar origen á tantas figuras diferentes. No puede explicarse por una propiedad del protoplasma la morfología del animal ó de la planta. (*Leciones sobre los fenómenos de la vida*).

De la idea preconcebida de la unidad de la vida, idea que no podía obtener de ningún resultado experimental, ha deducido el gran fisiólogo esa noción confusa y mística de la forma de los seres vivos. Todo nos ha inducido á admitir la existencia de sustancias químicas (1) tales que las reacciones de cada una de ellas son precisamente las de *una especie determinada de plástidas*. Veamos ahora lo que podemos obtener de los experimentos de merotomía con respecto á la morfología.

α) 1.º Siempre que existe el núcleo en el protoplas-

---

(1) Los protoplasmas.

ma de una plástida A, en estado de vida elemental manifiesta, la composición de ese protoplasma permanece constante; dicho de otro modo, se elabora entre otras cosas protoplasma específico A.

2.º Siempre que no hay núcleo, la composición varía, el protoplasma A se destruye poco á poco y no se reconstituye (condición núm. 2).

β) 1.º Siempre que existe el núcleo en una plástida en estado de vida elemental manifiesta, cualquier ablación de sustancia se repara poco á poco. *Hay regeneración de la forma primitiva de la plástida.*

2.º Cuando no existe el núcleo, no hay regeneración de la forma primitiva de la plástida.

γ) Ningún experimento nos da derecho á atribuir al núcleo un influjo cualquiera sobre las manifestaciones de toda especie de la actividad de un protoplasma cuya composición se supone constante.

Del conjunto de las proposiciones anteriores se desprende con claridad la conclusión siguiente que se impone:

*Para un protoplasma de composición química determinada, hay una forma específica determinada, que es la forma de equilibrio de este protoplasma en el estado de vida elemental manifiesta.*

Verdad es que, para que se logre esta forma específica, es preciso que la composición del protoplasma no varíe durante bastante tiempo, lo cual no ocurre sino bajo la acción del núcleo (condición núm. 1); pero no podemos conceder al núcleo influjo alguno directo en la determinación de este equilibrio. En otros términos, el núcleo rodeado de una capa amorfa de protoplasma específico, tan pequeña como se quiera, pero susceptible de adiciones, elaborará sustancia específica, y cuando esa sustancia específica se acumule en cantidad suficiente, adoptará como forma de equilibrio, en el estado de vida elemental manifiesta, la forma específica correspondiente.

Sólo la forma es determinada en la consecución de ese equilibrio. Dentro de ciertos límites, figura también la dimensión. El equilibrio no podría existir por bajo de cierto tamaño mínimo; no podría subsistir por cima de cierto tamaño máximo. Por esto, en los experimentos de merotomía, no adoptan los merozoitos desprovistos de núcleo, cuando son demasiado pequeños, la forma de equilibrio específica (1), aún durante los primeros tiempos en que su composición es todavía específica, ni la adoptan jamás ulteriormente, puesto que se descomponen.

Por esto también, cuando se elabora demasiada cantidad de sustancia específica, no pudiendo pasarse del tamaño máximo de equilibrio, hay división, según más adelante veremos.\*

Cuando se conserva el núcleo, la regeneración de la forma específica es siempre más ó menos lenta, y constituye un fenómeno del todo comparable á *la reformation* de los cuerpos cristalinos.

Si una forma cristalina rota se sumerge en una disolución de sustancia semejante á la suya, se regenera con su forma característica.

Si á una plástida cortada se le deja el núcleo, es decir, si se le conserva el medio de adicionarse sustancia semejante á la suya, se regenera con su forma característica (2).

Si no se proporciona á una forma cristalina rota sustancia análoga á la suya, ó si se le quita el núcleo á una plástida cortada, no hay regeneración.

---

(1) En sus experimentos con los radiolarios, Verworn ha observado que trozos bastante grandes desprovistos de núcleo, recobraban, al cabo de algún tiempo, la forma específica de equilibrio anterior á la degeneración.

(2) Hay que observar, que cuando se hace un experimento de merotomía con una plástida, se modifica la proporción de sus sustancias plásticas (cuando se quita, por ejemplo, un trozo de

En una palabra, de igual modo que para las sustancias químicas cristalinas, *hay una relación determinada entre la composición química de los protoplasmas y la forma de equilibrio de su vida elemental manifiesta.*

Este resultado importantísimo, que obtenemos de los experimentos de merotomía, habríamos podido preverlo observando que todas las reacciones de una especie de plastidas (fototrópicas, quimiotrópicas... etc.) están determinadas por su forma específica. Dicho de otro modo, cuando vemos una plástida de forma determinada la llamamos A, y sólo por su forma sabemos (siempre que ofrezca caracteres bastante claros) que reaccionará de tal ó cual manera, en tales ó cuales condiciones, y recíprocamente, cuando se nos dice que tal plástida ha reaccionado de esta ó de la otra manera, en la condición *a* ó *b*, deducimos que se trata de la plastida A y sabemos cual es su forma.

EXISTE UNIÓN INMUTABLE ENTRE LA MORFOLOGÍA Y LA FISIOLOGÍA DE LAS PLÁSTIDAS.

Nos preguntamos cómo ha podido ocurrírsele á Claudio Bernard la idea opuesta. Para él, el protoplasma (único) es una sustancia amorfa, como la amiba, por ejemplo, que precisamente no tiene forma específica determinada. Pero si se la coloca en un molde de diatomea, será una diatomea; si en un molde de levadura, será una levadura. He aquí, pues, una sustancia química, que según la forma que se la dé, tendrá propiedades químicas diferentes. Muy difícil es admitirlo, porque ninguna observación puede hacer nacer en el espíritu una concepción tan extraordinaria.

---

protoplasma sin tocar al núcleo) y en virtud de la ecuación II esa proporción así modificada debe conservarse luego. No lo percibimos casi en los protozoarios, en que las dimensiones más ó menos grandes del núcleo nos sorprenden poco, pero el resultado de tal experimento en el huevo de un metazoario puede tener consecuencias muy importantes en el desarrollo del sér.

Por haber desconocido este enlace de la morfología y de la fisiología, Claudio Bernard, imbuído á pesar de sus inmortales descubrimientos con las ideas vitalistas reinantes, ha incurrido en el error teleológico siguiente: «Admitiendo que los fenómenos vitales se enlazan con manifestaciones químico-físicas, lo cual es cierto, no por eso se aclara la cuestión en su esencia, porque el encuentro fortuito de fenómenos físico-químicos no crea á cada sér según un plan y conforme á un modelo *fijos y previstos de antemano*, y da lugar á la admirable subordinación y al armónico concierto de los actos de la vida». (*Lecciones sobre los fenómenos de la vida comunes á los animales y á los vegetales*).

He hablado hace un momento de los límites superior é inferior de la dimensión específica de las plástidas. Es bastante fácil darse cuenta de la necesidad del máximo por la conductibilidad indispensable á la asimilación, dado que se acumulan todas las sustancias nucleares en el centro de la masa protoplásmica. La simple comparación con gotas de aceite en suspensión en un líquido que se agita bastaría para explicar, por otra parte, que se impone un máximo para las dimensiones de la masa, siempre químicamente agitada, de una plástida en el estado de vida elemental manifiesta. Pero la conductibilidad hacia el núcleo da cuenta del hecho de que la división en dos del protoplasma acompañe naturalmente, en la mayor parte de los casos, á la división en dos del núcleo (1). En cuanto á la necesidad de un mínimo, se tiene un ejemplo en el tamaño de los glóbulos de las emulsiones. Insistiré más adelante en lo anotado.

Pero antes de abandonar esta materia de la morfología de las plástidas, debo llamar la atención sobre un

---

(1) Constituyendo el núcleo, en suma, una especie de atracción dentro del protoplasma.

error que se tiende á cometer con frecuencia, el de atribuir al núcleo importancia especial en la plástida, mayor que la del protoplasma, por ejemplo (1).

Todos los experimentos de merotomía, en los que no hemos seguido hasta el presente más que la suerte del protoplasma, nos han mostrado que la presencia del núcleo es necesaria para que el protoplasma conserve su constitución, pero si nos hubiéramos colocado en un punto de vista diferente, habríamos observado también que, lo mismo exactamente, el protoplasma es necesario para que se conserve el núcleo.

En el fenómeno total de asimilación, *todas* las sustancias plásticas de una plástida son multiplicadas en cantidad por un coeficiente determinado, y la observación común de que he deducido la ecuación II de la vida elemental manifiesta, no muestra diferencia alguna en el modo de ser ésta respecto de las sustancias del núcleo y de las del protoplasma.

Hay, sí, ciertos elementos químicos que parecen comunes á todos los núcleos y de que carecen las más de las veces los protoplasmas. Por ejemplo, el fósforo existe en la llamada cromatina, una de las sustancias plásticas del núcleo. Las que forman éste deben tener, por tanto, ciertas propiedades comunes de que carecen las que forman el protoplasma, pero *todas* las sustancias plásticas, sin excepción, tienen en común la propiedad expuesta anteriormente (pág. 121), que hace que una asociación de  $p$  de entre ellas sea susceptible de asimilación.

Puede decirse, en suma, que hallándose en equilibrio una plástida en el estado de vida elemental manifiesta, algunas de las sustancias plásticas, que se reúnen en el

---

(1) «El núcleo es un aparato de síntesis orgánica, el instrumento de la producción, el gérmen de la célula». Claudio Bernard, *Ob. cit.*, pág. 198.

centro de la masa, tienen ciertas propiedades comunes de que carecen las otras sustancias plásticas repartidas en la periferie. Esta particularidad de composición, que caracteriza la sustancia del núcleo, se ve fácilmente por la avidez mayor con que absorben ciertas materias colorantes (de dónde el nombre cromatina), lo cual permite poner en evidencia el núcleo en las preparaciones histológicas.

Forman las sustancias plásticas del núcleo, según las especies, número mayor ó menor de masas que no pueden mezclarse y están incluidas unas en otras. No insisto acerca de la histología comparada del núcleo, que se encontrará explicada en todos los tratados de zoología y de botánica.

Baste saber, que al estudiar la serie de las plástidas se presencia una complicación del núcleo por localización de los elementos constitutivos, análoga á la que se observa en el protoplasma de las plástidas mismas desde el rizópodo hasta el infusorio ciliado. En algunos casos (1), por otra parte, es posible seguir en un mismo núcleo que evoluciona esta diferenciación progresiva. En ciertos radiolarios, por ejemplo, la sustancia del núcleo es en un principio completamente traslúcida y homogénea. Pronto se ve aparecer el filamento largo y apelotonado en el que se localiza la cromatina.

Puede el núcleo moverse en la plástida como la plástida se mueve en el agua, y sus movimientos pueden atribuirse á los cambios de sustancia entre él y el protoplasma. La forma varía frecuentemente, como la de una amiba, durante esos movimientos.

EL NÚCLEO EN LA MEROTOMÍA.—Primer resultado relativo al núcleo en los experimentos de merotomía es que, puesto en contacto directo con el agua, se descom-

(1) Véase el Capítulo siguiente.

pone rápidamente. El núcleo en el estado de vida elemental manifiesta no es permanente sino en el protoplasma de su especie.

Verworn ha tratado de trasplantar un núcleo, del protoplasma de su especie, al de otra distinta. Siempre ha degenerado, pero es verdad que durante la operación había estado en contacto con el agua.

Esta destrucción del núcleo puede relacionarse con un brusco rompimiento de un equilibrio de cambios muy complejo.

Balbani ha dilucidado un punto en extremo importante de la historia del papel del núcleo en la regeneración, y ha sido determinar la cantidad de sustancia del núcleo necesaria para este hecho.

Ha estudiado especialmente la materia en el *Stentor*, que tiene un largo núcleo moniliforme: habiendo dividido un *Stentor* transversalmente en tres trozos, uno anterior con un rosario nuclear de seis cuentas, otro medio, con una sola, y otro posterior con cuatro, los tres se habían regenerado por completo al día siguiente, formando otros tantos individuos, y aún cuando el trozo medio sólo tenía un punto nuclear y hubo de sufrir transformaciones mucho más numerosas y profundas que los otros dos, su regeneración se había verificado en el mismo tiempo y había llegado á ser un individuo tan perfecto como ellos, solamente más pequeño por razón de la diferencia de tamaño que tenían los tres trozos en el momento del corte. Añadamos que el único grano nuclear primitivo se había transformado en el mismo tiempo en un rosario de cinco que, dentro de las debidas proporciones, estaba casi tan desarrollado como el de seis del individuo posterior. En otros experimentos análogos, se incluyó el grano único en un fragmento posterior ó longitudinal del cuerpo, y los resultados fueron siempre los mismos. Debemos deducir de estos hechos que la cantidad de sustancia nuclear no influye para nada en el gra-

do de perfección ni en el avance de la regeneración, y que un simple trozo de núcleo produce los mismos resultados en este respecto que el núcleo entero».

La observación de Balbiani es importante desde varios puntos de vista. Prueba primeramente que hay regeneración del núcleo *con su forma específica*, como la hay también del protoplasma.

La síntesis orgánica que tiene lugar en la plástida, bajo las influencias combinadas del protoplasma y del núcleo, produce de una parte sustancias protoplásmicas en el protoplasma, de otra sustancias nucleares en el núcleo, y todas ellas conservan constantemente las mismas propiedades y la misma forma de equilibrio en el estado de vida elemental manifiesta.

El núcleo no es comparable á un órgano. Obra como sustancia química, puesto que una *porción* de núcleo, en una *porción* de protoplasma correspondiente, produce las mismas síntesis que un núcleo entero en plástida entera. Un fragmento de plástida que no conserve forma protoplásmica ni forma nuclear, reproduce normalmente ambas (1).

La vida elemental manifiesta de una plástida nos parece, pues, reducida en último término al conjunto de las reacciones de dos grupos de *sustancias* más ó menos complejas, las protoplásmicas y las nucleares, en ciertas condiciones de humedad, de oxigenación, de temperatura..., etc. Pero nada nos autoriza para atribuir á uno de esos grupos de sustancias importancia preponderante en la vida elemental manifiesta de la plástida. El protoplasma es tan necesario para el núcleo como éste lo es para aquél, y tanto respecto al uno como respecto al otro puede afirmarse la existencia de una relación claramente determinada entre la morfología y la fisiología.

---

(1) Con variantes quizá en las proporciones de las diversas sustancias plásticas constitutivas (véase la nota de la pág. 164).

## CAPITULO XIII

---

### Evolución de la plástida.

Sabemos que en el estado de vida elemental manifiesta, la plástida aumenta sin cesar. Sabemos también que este crecimiento está limitado por un máximo de la dimensión de equilibrio posible, y que va seguido después de una división. El crecimiento, las variaciones de forma que le acompañan y la división que resulta constituyen la evolución de la plástida.

Hablando en lenguaje matemático, puede decirse, por tanto, que el estudio de la evolución de una plástida es el desarrollo de la ecuación II de su vida elemental manifiesta. Ahora bien, basta examinar esa ecuación para darse cuenta de que, disminuyendo con el tiempo las sustancias Q, y acumulándose las sustancias R, las condiciones del fenómeno varían *si ninguna causa extraña interviene*. El caso más sencillo será evidentemente aquél en que las condiciones no varían, y por eso le estudiaré primeramente.

PRIMER CASO.—*Evolución de una plástida en medio ilimitado*, es decir, en un medio suficientemente vasto (el mar ó un río, por ejemplo), para que durante tiempo muy largo no varíen casi las condiciones en lo que se refiere

á la vida elemental manifiesta de la plástida, ó en un medio frecuentemente renovado de manera artificial, ó finalmente en un medio en que las actividades combinadas de otras plástidas mantienen suficientemente constante la composición.

En estas condiciones, la evolución de muchas especies no ofrece nada de notable. Una bacteria, por ejemplo, en un caldo que se renueva, aumenta sin variar de forma, permanece semejante á sí misma en el curso de todo su crecimiento, y se divide en dos cuando ha alcanzado su tamaño máximo, produciendo dos bacterias semejantes á lo que ella era al principio de la observación. La forma de equilibrio de la vida elemental manifiesta no varía con la cantidad de sustancia de la plástida. Si sólo hubiera especies como ésta, la palabra evolución resultaría casi inútil.

En otras especies, la forma varía con el tamaño. Puede compararse esta variación de forma á la gota de agua que va engrosando á la boca de un grifo mal cerrado. Cuando alcanza cierto tamaño, determinado por la tensión superficial del líquido y su peso específico, la gota se desprende y cae, y otra gota empieza á formarse en el mismo sitio y *vuelve á pasar exactamente por las mismas fases que la anterior*, porque cada volumen líquido, en las condiciones de la observación, va unido á una forma de equilibrio determinada. Salvo la división en dos que falta en la gota de agua, este ejemplo da exactísima cuenta de la evolución de ciertas especies de plástidas. Así en algunos flagelados se observa un verdadero desenvolvimiento, y la aparición progresiva de los caracteres específicos.

Esta evolución adquiere caracteres especialísimos en los foraminíferos. Considero, por ejemplo, una biloculina en el curso de su desarrollo. Tiene un número  $n$  de celdillas, de las que la  $n^{\text{ma}}$  se abre (1) al exterior por

---

(1) En la fig. 7.<sup>a</sup> la  $n^{\text{ma}}$  celdilla es la cuarta.

un orificio, O (fig. 7.<sup>a</sup>), pero sólo se ven á la vez dos celdillas, la  $n^{\text{ma}}$  y la  $n-1^{\text{ma}}$ , porque, según característica del género considerado, unas celdillas tapan á otras. En el momento en que la observo, en el estado de vida elemental manifiesta, su protoplasma crece y ya no puede contenerse, por lo tanto, en la cubierta caliza persistente. Se sale, pues, por la abertura O y se extiende poco

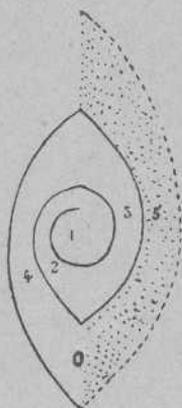


FIGURA 7.<sup>a</sup>

Corte de una biloculina por el plano de simetría, perpendicularmente al eje al cual se arrolla. (La parte de puntos representa el protoplasma salido por la abertura O de la celdilla 4 y que ha de formar la 5).

á poco de modo que cubre toda la pared exterior de la celdilla  $n-1^{\text{ma}}$  (fig. 7.<sup>a</sup>), luego, en cierto momento, cuando esa cantidad exterior de protoplasma es bastante considerable, aparece en su exterior una corteza caliza que forma la celdilla  $n+1$  y trasporta al otro extremo la abertura O' de la concha (fig. 7.<sup>a</sup>). El fenómeno sigue del mismo modo, á partir de la abertura O' (1).

(1) Véanse las Memorias de Munier Chalmas y Schlumberger.

Fácil es darse cuenta de este fenómeno discontinuo de formación de las celdillas calizas por una sobresaturación del protoplasma, que determina, en momento dado, la precipitación en ciertos puntos determinados de algunas sustancias calizas. Una vez realizada esta precipitación, el protoplasma ya no resulta sobresaturado, pero continuando su vida elemental manifiesta en iguales condiciones, las mismas sustancias calizas (pertenecientes al grupo R de la ecuación II), continuarán produciéndose como anteriormente. Devendrán sobresaturantes, y precisamente cuando el protoplasma haya aumentado de volumen lo que representa una nueva celdilla, se precipitarán de nuevo de manera que formen la pared de ésta, y así sucesivamente. Así el esqueleto calizo de la plástida quedará como testimonio de su evolución. Insistiré, después de haber estudiado la evolución en medio limitado, sobre el dimorfismo particular de estas interesantes plástidas.

Resta estudiar un caso especialísimo de evolución, señalado por Maupas en ciertas especies de plástidas, los infusorios ciliados, por ejemplo; pero este caso no se distingue de los demás si no se continúa observando durante cierto número de biparticiones sucesivas.

Hemos visto que, en el curso de una observación relativamente corta, si llegamos hasta la segunda bipartición, por ejemplo, todo nos induce á creer que las plástidas en el tiempo  $T'$  son idénticas á aquélla de que habíamos partido en el tiempo  $T_0$ . *Esto es rigurosamente exacto respecto á la mayor parte de las plástidas* (bacterias, etcétera), y para estas especies, si el medio se renueva, como lo suponemos siempre, puesto que nos ocupamos ahora del caso de un medio ilimitado, no aparece, *al cabo de un número de biparticiones tan grande como se quiera*, ninguna variación, por pequeña que sea, en la constitución de las plástidas. *La ecuación II es rigurosamente exacta.*

Pero supongamos que en una especie determinada se hayan producido pequeñas variaciones todavía imperceptibles en el tiempo  $T''$ , al cabo de dos biparticiones. Posible es que las notemos en el tiempo  $T_1$ , al cabo de gran número de biparticiones, si han seguido aumentando durante todo el intervalo considerado. Es precisamente lo que ha descrito Maupas en los infusorios ciliados bajo la denominación de *senescencia* (1).

Esta expresión recuerda la existencia en los infusorios, que proceden por gran número de biparticiones de un primer infusorio A, de caracteres sensiblemente distintos á los de A. Estos caracteres son, sin embargo, de orden bastante secundario para que se les descubra con dificultad, y se *reconoce* á primera vista la especie de plástida observada.

Pero, cosa más importante, Maupas ha observado que al cabo de cierto número de biparticiones los infusorios, devenidos *senescentes*, no se dividen más, aún cuando permanezcan en un medio que satisfaga las condiciones de la vida elemental manifiesta de su especie. Esto es indicio de modificación profunda. El fenómeno capital de la asimilación ya no se verifica. El infusorio está en la condición número 2, aún cuando se den reunidos en el medio todos los elementos necesarios á la condición número 1 de su especie. Es preciso, pues, que le falte un elemento, es decir, una por lo menos de las  $p$  sustancias plásticas que le forman.

Ahora bien, volvamos á nuestra ecuación II.

$$a + Q = \lambda a + R$$

Estamos seguros de que es rigurosamente exacta respecto á la mayor parte de las especies de plástidas conocidas. Pero si el fenómeno descrito por Maupas

(1) Maupas, varios trabajos en *Archives de zoologie expérimentale et générale* y en las Memorias de la Academia de Ciencias.

tiene lugar realmente, como él dice, en medio ilimitado, no podemos atribuirle la disminución de las sustancias Q y el aumento de las R. Por otra parte, si la senescencia de los infusorios le fuera debida, bastaría para hacer que cesara renovar el medio, *lo cual no ocurre*. Luego es muy cierto que la ecuación II no es exacta en lo que se refiere á los infusorios de Maupas, sin lo cual, en un medio constante, todo infusorio procedente de A haría exactamente lo que A puesto que sería idéntico á él.

Por otra parte, esta ecuación es casi exacta para los infusorios de Maupas, puesto que acumulándose las diferencias en el curso de las biparticiones sucesivas, no se hacen perceptibles sino al cabo de gran número de éstas. Además, no puede suponerse que las biparticiones sean desiguales, puesto que todos los productos de la  $n^{\text{ma}}$  de éstas devienen senescentes á la vez y son idénticos unos á otros.

Todas estas consideraciones hacen muy probable la hipótesis siguiente que sólo á título de hipótesis ofrezco, sin embargo, mientras que la ecuación II representa cierta y rigurosamente lo que tiene lugar en todas las demás especies de plástidas, y nada tiene de hipótesis.

Sean  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_p$  las sustancias plásticas de A en el tiempo  $T_0$ , cada una con su cantidad propia en ese momento. La suma de esas diversas cantidades representa, pues, el término  $a$  de la ecuación II. Pues bien, para dar cuenta de los fenómenos de senescencia de los infusorios de Maupas, hemos de sustituir, naturalmente, la ecuación II por la siguiente:

$$\text{III. } a + Q = \lambda_1 a_1 + \lambda_2 a_2 + \lambda_3 a_3 \dots + \lambda_p a_p + R.$$

en que  $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \dots \lambda_p$  son coeficientes funciones del tiempo, muy poco diferentes para un tiempo relativamente corto, pero que llegan á serlo sensiblemente cuando el tiempo aumenta. Esta ecuación explica que una va-

riación inapreciable al cabo de dos biparticiones venga á ser clarísima al cabo de un tiempo bastante largo.

Desde el punto de vista cualitativo, las reacciones químicas no dependen en general de las cantidades de reactivos que actúan, pero no ocurre lo mismo desde el cuantitativo, y se concibe muy bien que en una serie de reacciones como aquella cuyo resultado ofrece la ecuación III, los coeficientes  $\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_p$  dependen de las cantidades de sustancia puestas en juego al principio.

Hemos visto hace un momento, ciertamente cuando la senescencia tiene lugar, que falta en cada plástida por lo menos una de las sustancias plásticas. Es preciso, pues, que  $\lambda_1$ , por ejemplo, que es función del tiempo, no tenga valor en el tiempo  $T_1$ .

Respecto á otra plástida de la misma especie, que haya evolucionado en condiciones diferentes, ó desde un punto de partida cuantitativo distinto, podría ser otra sustancia  $a_2$  la que faltase en todos los productos de la  $n^{\text{ma}}$  bipartición.

Se concibe, por tanto, que por cambio de ciertos elementos, dos masas de dos series distintas, que en suma no son ya plástidas, puesto que no son susceptibles de asimilación, vuelvan á ser plástidas completas, según ha observado Maupas en el *rejuvenecimiento kariogámico* (1). Y esta explicación concuerda tanto más con la realidad cuanto que, Maupas lo ha afirmado, el rejuvenecimiento no puede tener lugar sino entre dos plástidas que no procedan de una misma, por bipartición, ó entre dos plástidas que hayan evolucionado en medios diferentes.

El fenómeno de rejuvenecimiento kariogámico es

---

(1) Las sustancias que se cambian en el fenómeno del rejuvenecimiento kariogámico pueden ser *figuradas* ó *no*, según que puedan ó no mezclarse con las demás sustancias plásticas ambientales. Los fenómenos *visibles* descritos por Maupas parecen probar que una parte al menos de esas sustancias es *figurada*.

quizá mas complicado de lo que acabo de suponer. Hay quizá no sólo cambio de partes, sino combinación, que produce ciertos resultados físicos especiales, como renovación de energía potencial, etc. En todo caso, semejante hipótesis no es indispensable para la comprensión del fenómeno observado por Maupas.

A parte los infusorios ciliados (que quizá no es legítimo considerar como plástidas simples), y los acineciados hermanos suyos, todas las plástidas conocidas (1) verifican rigurosamente la ecuación II y no presentan fenómenos de senescencia. Luego, prescindiendo de estos tipos excepcionales, no hay razón para que, si el medio permanece constante ó se renueva sin cesar como hemos supuesto, la asimilación no se perpetúe indefinidamente en todas las plástidas, y este hecho, imposible en un medio limitado como la Tierra, nos conducirá en el siguiente libro á la noción de la lucha por la existencia.

SEGUNDO CASO. *Evolución de la plástida en medio limitado.*—Las sustancias Q (alimentos) desaparecen poco á poco. Las sustancias R (excrementos) se acumulan cada vez más. Las condiciones varían, pues, forzosamente.

Una de las primeras consecuencias de este cambio es que tal medio limitado, favorable ayer para la vida elemental manifiesta de las plástidas de una especie A, no lo será ya hoy, y convendría, por el contrario, perfectamente á la especie B, que no podia ayer encontrarse en él sino en el estado de indiferencia química ó de descomposición. De donde la sucesión de las faunas de protozoarios y de las floras de microbios y de hongos en

---

(1) Veremos más adelante por qué mecanismo especial los gametos de los metazoarios llegan á ser plástidas incompletas antes de la conjugación.

las infusiones de nuestros laboratorios, la famosa infusión de heno, por ejemplo.

Cuando se ha preparado una infusión de heno seco, las partes solubles del mismo se difunden poco á poco en el agua y hacen de ella un medio favorable para la vida elemental manifiesta de gran número de especies de plástidas que se hallan en estado de vida latente (esporos, kistos) en el polvo de heno. Pero no todas esas especies aparecen á la vez. Unas sólo lo hacen después de que las otras han desaparecido á consecuencia de los cambios sobrevenidos en el medio, por el agotamiento de las sustancias Q y la acumulación de las sustancias R correspondientes á la ecuación II de su especie. Las condiciones de la vida elemental manifiesta varían naturalmente en las especies de las plástidas, y tal sustancia es R con relación á la especie A y Q con respecto á B. La especie B estará, pues, naturalmente llamada á sustituir á A en la infusión, si sus esporos están allí desde un principio.

Y esa sucesión de las faunas será tanto más marcada cuanto que las sustancias R de una especie son obstáculo por su acumulación para la vida elemental manifiesta de la misma, de suerte que, aún antes del agotamiento de las sustancias Q, la vida elemental manifiesta se habrá hecho imposible si las sustancias R han alcanzado en el medio cierto grado de concentración. He aquí un ejemplo elegido entre mil.

La levadura de cerveza ve realizadas, en un mosto azucarado conveniente, en el líquido Pasteur (1) por ejemplo, las condiciones de su vida elemental manifiesta:

*Levadura de cerveza + líquido Pasteur =  $\lambda \times$  (Levadura de cerveza) + alcohol + ácido carbónico + ..... etc.*

He puesto el alcohol al frente del término R de la

---

(1) Agua 100, azúcar cande 10, carbonato de amoníaco 1, levadura en polvo 1.

ecuación II de la levadura, porque en esta sustancia es fácil la observación. El ácido carbónico se desprende y no interviene en las reacciones ulteriores. Supongo que sin renovar la masa líquida total, añadimos, á medida que van perdiéndose, los alimentos (azúcar, carbonato de amoníaco, polvo de levadura). Estaremos seguros de esta suerte de que el término Q seguirá siendo propio para que las reacciones empezadas continúen. Pues bien, á pesar de este cuidado (1), la fermentación, testigo de la vida elemental manifiesta de la levadura, se detendrá fatalmente, sea cualquiera la cantidad de alimentos que añadamos. Ahora bien, ¿qué ha variado en las condiciones de la observación? Nada, á no ser la acumulación de las sustancias R, el alcohol, por ejemplo. La acumulación de esas sustancias, por tanto, debe suspender la vida elemental manifiesta de la levadura. Es, efectivamente, fácil cerciorarse de ello de una manera experimental, porque si se saca una parte de levadura de cerveza de la vasija en que está detenida la fermentación, y se pasa á otra que contenga líquido Pasteur, en ella reanuda su vida elemental manifiesta. Es la operación que industrialmente se llama *rejuvenecimiento* de la levadura (2).

He aquí un hecho importantísimo: ciertas sustancias R se oponen á la vida elemental manifiesta de la especie que las produce. ¿Obran como venenos? No, resueltamente, puesto que no matan las plástidas y las permiten en general, cuando su acción no se ha prolongado demasiado, reanudar su vida manifiesta en un medio nue-

---

(1) El alcohol desempeña el papel de anestésico con relación á la levadura de cerveza (véase pág. 159).

(2) He aquí la segunda vez que encontramos la noción rejuvenecimiento kariogámico de Maupas, rejuvenecimiento de la levadura por sustracción de las sustancias R. Se trata de dos fenómenos enteramente distintos. Veremos más adelante cuál de los dos corresponde á la vejez de los metazoarios.

vo. Su efecto sobre las plástidas es más bien comparable, por tanto, al de las sustancias estudiadas anteriormente con el nombre de anestésicos, que producen con los protoplasmas combinaciones *inestables*, que se destruyen y restituyen el protoplasma preexistente cuando se renueva el medio.

En ciertas infusiones pobladas de gran número de especies á la vez, puede verse una determinada á perpetuarse indefinidamente. Se debe á que las sustancias R son poco perjudiciales á la especie considerada, á que se eliminan por evaporación, ó á que entran como término Q en la vida elemental manifiesta de otras especies coexistentes, que así desembarazan de ellas al medio, y por esto tal especie no puede prosperar en una infusión determinada si no la acompaña tal otra escatófaga con respecto á ella. Es el primer grado de la asociación simbiótica.

Otra consecuencia de la acumulación de las sustancias R es, en ciertos casos, una modificación de la forma específica de las plástidas. Se concibe, efectivamente, que sustancias que influyan sobre los protoplasmas lo bastante para suspender la vida elemental manifiesta, puedan igualmente modificar la forma de equilibrio de esos protoplasmas. En esta clase de fenómenos hay que colocar las *formas de involución* de las bacterias. Hay microbio que tiene la forma alargada de un *bacilo* en un cultivo fresco, que se torna casi redondo como un *coccus* cuando el cultivo ya pasado se carga de sustancias R, y que recobra su forma de bacilo en cuanto se le trasporta de nuevo á un caldo fresco.

La forma, y otras observaciones permiten afirmarlo también, el tamaño de equilibrio de una plástida en el estado de vida elemental manifiesta varían, por tanto, con las condiciones del medio. Así, plástidas que tienen al principio de una observación en medio limitado una forma y un tamaño de equilibrio determinados, llegan al

cabo de algún tiempo, á causa de las variaciones de medio, á tener una forma diferente y dimensión menor, á dividirse, por ejemplo, *en plástidas cada vez más pequeñas*, lo cual parece muy misterioso á Delage y le impide ver en la bipartición una simple necesidad de equilibrio.

Esas sustancias R, producto de las reacciones asimiladoras (1) sintetizadas en la ecuación II, son, naturalmente, en su mayor parte, características de las especies de plástidas. Tal las toxinas producidas por los microbios y las enfermedades, características de cada especie microbiana y correspondientes á ella. Algunas, sin embargo, son comunes á todas las plástidas, el ácido carbónico, por ejemplo, que parece por lo demás casi inofensivo para la mayor parte de las especies.

En todos los casos que acabo de examinar, el influjo de las sustancias R no se hace sentir sino á la larga, al cabo de un número considerable de biparticiones. Es que en todos estos casos el medio, aun cuando restringido, es relativamente muy grande con respecto á la plástida que en él se desarrolla. Algunas viven en medios muy reducidos, de dimensiones enteramente comparables á las suyas, y en estas condiciones la variación del medio es muy rápida y ejerce influjo inmediato sobre la evolución del sér en el intervalo de dos divisiones. Es lo que explica el ciclo evolutivo curiosísimo de los *esporozoarios citozoarios*, es decir, de los esporozoarios que habitan en el interior de una célula de metazoarios y que allí solamente encuentran las condiciones de su vida elemental manifiesta.

Tomo un solo ejemplo, el del parásito de la fiebre palúdica cuartana (*Hemamoeba Laverani*, variedad *Quartana*).

---

(1) Se las llama equivocadamente productos de desasimilación, puesto que provienen de las reacciones mismas que producen la síntesis de las sustancias plásticas.

Al principio, le encontramos con el nombre de *esporozoito* ó *corpúsculo fulciforme*, muy pequeño y libre en la sangre, entre los glóbulos; se halla en la condición número 2 y no crece (fig. 8.<sup>a</sup>; 1). Entra en un glóbulo rojo, y entonces se encuentra en la condición núm. 1, creciendo á expensas de las sustancias del glóbulo (fig. 8.<sup>a</sup>; 2, 3, 4). Naturalmente, las sustancias Q de ese medio muy restringido disminuyen rápidamente y las sustancias R se acumulan. Algunas de estas últimas se precipitan en el interior de la masa de la plástida parásita, en forma de granulaciones negras (melanina); otras permanecen disueltas en el medio (interior del glóbulo) y se acumulan



FIGURA 8.<sup>a</sup>

Evolución de la *Hemamoeba Laverani Quartana* en un glóbulo rojo de sangre humana.

de manera que las condiciones de equilibrio de la masa de la plástida parásita resultan constantemente modificadas. Así su forma varía sin cesar (fig. 8.<sup>a</sup>; 4, 5, 6), y en un momento dado, que da por resultado el que la acumulación de las sustancias R hace más pequeña la forma de equilibrio posible de las plástidas, hay *esporulación*, es decir, división de la masa total en varias mucho más pequeñas, los esporozoitos. Cada esporozoito se hallará en libertad en el suero de la sangre, á consecuencia de la destrucción del glóbulo rojo completamente digerido, y reanudará el ciclo evolutivo anterior.

Este fenómeno de esporulación se produce casi constantemente cada vez que una plástida se halla accidentalmente en un medio muy restringido. Tiene lugar, por

ejemplo, en los flagelados, que normalmente libres en las infusiones, se dividen asimismo por bipartición, cuando uno de ellos se encuentra, á consecuencia de circunstancias exteriores, rodeado de un quiste producido por su actividad misma. Se encuentra en este quiste como el esporozoario en la célula que le alberga y se divide en un número grandísimo de pequeños zoosporos. Cada uno de éstos, puesto en libertad en un medio vasto, evoluciona como hemos visto anteriormente en el caso del medio ilimitado, aumenta de volumen adquiriendo distinta forma en cada momento (como la gota de agua del grifo, véase pág. 173), luego el flagelado se divide por bipartición cuando ha devenido bastante



FIGURA 9.<sup>a</sup>

Evolución de un flagelado que no tiene bipartición entre el espora  $\alpha$  y el enquistamiento  $\beta$ .

grande y sigue haciéndolo en tanto permanece libre. Si, en un momento dado, las condiciones del medio determinan la formación de un quiste á su alrededor, esporulará de nuevo dentro de él y así sucesivamente (fig. 9.<sup>a</sup>,  $\beta$ ).

Se ve, pues, que la evolución de una plástida de especie determinada varía según que tiene lugar en un medio muy grande con respecto á ella ó en un espacio muy restringido (quiste de los flagelados y de las gregarinas, célula albergadora de las coccidias), suficientemente restringido para que la vida elemental manifiesta de la plástida considerada pueda determinar, en el intervalo de dos divisiones, modificaciones sensibles en la composición química del medio (agotamiento de las sustancias Q, acumulación de las sustancias R).

A un fenómeno de este orden hay que referir los hechos curiosos de dimorfismo señalados en los foraminíferos. Sabido es que, en un gran número de especies de estos protozoarios, se han descubierto dos series de formas, A y B, que difieren por sus celdillas iniciales, pero solamente por ellas (fig. 10, A. B). Hemos visto (página 173) hablando de la evolución en medio ilimitado, que las celdillas calizas representaban las diversas etapas del desarrollo del sér, de que quedaban así como testimonios.

Ahora bien, volvamos á nuestros flagelados y á sus dos maneras de reproducirse. Es imposible distinguir un

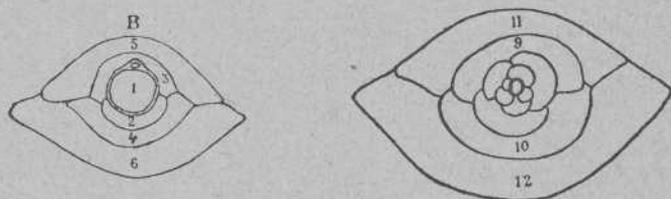


FIGURA 10.

Corte de dos binoculinas de tipo A y B por un plano que contiene el eje de espiral.

individuo que procede por bipartición de un individuo preexistente, de otro que procede por crecimiento de un zoosporo y ha adquirido progresivamente los caracteres específicos, *porque no queda ningún testimonio de las diversas etapas del crecimiento del último*. Por el contrario, en un foraminífero las paredes de las celdillas de la concha recuerdan todas las fases del desarrollo de la plástida, y si hay una celdilla pequeña al principio, prueba que empezó por ser pequeño (zoosporos de los flagelados); por el contrario, si empezó por ser grande, habrá una celdilla grande (flagelados que se dividen en dos). En el primer caso, el animal ha evolucionado, por consi-

guiente, desde un tamaño muy pequeño hasta aquel en que la división se impone. En el segundo, las celdillas sucesivas recuerdan las etapas de un crecimiento comparable al del flagelado desde la bipartición que le produjo hasta las dimensiones en que se hace indispensable se divida de nuevo. Pues bien, el paralelo entre el foraminífero y el flagelado está perfectamente establecido por el reciente descubrimiento de Lister (1).

En la última celdilla de un foraminífero de tipo B (celdilla grande inicial), se forman por fragmentación gran número de pequeñas esporas nucleadas. Es que las condiciones de medio *restringido* se encuentran entonces realizadas como en el quiste de los flagelados. Cada una de esas pequeñas esporas es naturalmente el punto de partida de un foraminífero de tipo A (celdilla pequeña inicial). En la última celdilla de todos esos A que han devenido adultos se aísla una gran masa nucleada (bipartición desigual, pero bipartición), que será el punto de partida de un B, luego en ese B nacerá otro B, y así sucesivamente, hasta que se den condiciones que confinen el medio de la última celdilla de uno de ellos, en el que habrá en consecuencia esporulación, resultando gran número de A.

He presentado muchos ejemplos de la evolución de una plástida en medio limitado porque he creído interesante mostrar que el ciclo evolutivo de ciertas especies no es un carácter de la especie misma, sino una consecuencia de las condiciones de medio, lo cual hace muy comprensible que pueda una misma especie, en condiciones diferentes, recorrer dos ciclos evolutivos distintos (2).

---

(1) *Proceedings of Royal Society*, 1895.

(2) De aquí puede deducirse también que los esporozoarios citozoarios no constituyen un grupo natural, sino que resulta homogéneo por fenómenos de convergencia.

## CAPITULO XIV

---

### Muerte de la plástida ó muerte elemental.

He recordado en la Introducción, á propósito de la existencia simultánea de las palabras *vida* y *muerte* ó de sus equivalentes en todas las lenguas, esta frase de Claudio Bernard: «Es imposible separar estas dos ideas: lo que está vivo morirá, lo que está muerto ha vivido». Creo poder deducir de todo lo que antecede que esto no es verdad por lo que se refiere á las plástidas. La muerte no es consecuencia de la vida elemental manifiesta, AL CONTRARIO. La vida elemental manifiesta representa un conjunto de fenómenos *esencialmente* distintos al conjunto de fenómenos que llevan á la muerte (1); lejos de ser consecuencia fatal de la vida elemental manifiesta, la muerte es, por el contrario, resultado de toda actividad química distinta á la vida elemental manifiesta. Esta es la sola actividad química que no determina la muerte, que *no puede determinar la muerte*. Recordando las definiciones que he dado anteriormente, puedo traducir de esta suerte lo afirmado: La condición núm. 1 no conduce á la muerte. La idea de muerte no acude para

---

(1) He definido ya la muerte elemental de manera precisa y no tengo necesidad de insistir (cap. IX).

nada al espíritu cuando se estudia esta condición; no puede siquiera concebirse. La condición núm. 2 lleva rápidamente á la muerte. La núm. 3 lleva con gran lentitud ó no conduce si hay una vida latente absoluta, una indiferencia química completa (granos de trigo de las pirámides).

Una célula de levadura de cerveza introducida en un mosto azucarado le hace fermentar, y *al mismo tiempo*, lejos de destruirse en él se multiplica (condición núm. 1). En el seno de un líquido no azucarado ó que contenga una sustancia perjudicial (veneno) se halla en la condición núm. 2 ó en la núm. 3, según los casos, y muere más ó menos rápidamente.

Decir que la vida elemental manifiesta conduce fatalmente á la muerte, es decir exactamente esto desde el punto de vista químico: La destrucción de una sustancia es el resultado fatal de la síntesis de dicha sustancia. Si con eso quiere decirse que es necesario que una sustancia exista para que se destruya, que una casa se haya levantado para que se caiga, se tiene razón, pero es una niñería. Pues bien, ¿no sería ridículo decir, cuando los obreros levantan una casa, que la echan abajo? El absurdo de esta proposición es evidente, y evidente es también que lo mismo se repite al considerar que la muerte es para las plástidas consecuencia de la vida elemental manifiesta.

Así esta idea no ha nacido, ciertamente, sino del estudio de los seres poliplástidos, pero Claudio Bernard la aplica á todos los seres, cualesquiera que sean, cuando después de haber afirmado poco antes que *la vida es la creación orgánica*, lo cual es cierto, dice todo lo contrario en estas palabras: «Los fenómenos de destrucción ó de *muerte vital* (?) son los que nos saltan á la vista y nos llevan á caracterizar la vida. Sus signos son evidentes, brillantes cuando se produce el movimiento, cuando el músculo se contrae, cuando la voluntad y la sensibilidad

se manifiestan, cuando el pensamiento funciona, cuando la glándula segrega, la sustancia del músculo, de los nervios, del cerebro, del tejido glandular se *desorganiza, se destruye, se consume*. De suerte que toda manifestación de un fenómeno en el sér vivo va ciertamente unida á destrucción orgánica. Es lo que he querido expresar cuando, en forma paradójica, he dicho en otro lugar (*Revue de Deux Mondes*, t. IX. 1873). *La vida es la muerte*» (1). Esa supuesta paradoja oculta un error, error cuyo origen se concibe cuando se estudian únicamente los seres poliplástidos superiores, pero que es absolutamente incomprensible cuando uno se limita á la observación de los protozoarios y de los protofitos. Insistiré sobre el particular en la segunda parte de este libro, limitándome por el momento á indicar que, en los seres monoplástidos, la idea de actividad vital es en absoluto independiente de la idea de muerte. La vida elemental manifiesta (actividad vital de las plástidas) va acompañada *únicamente* de síntesis, de creación orgánica (condición número 1); *la muerte no ocurre jamás* en la condición número 1. Se produce más ó menos rápidamente en las condiciones núms. 2 y 3, es decir, en todos los casos distintos al de la actividad vital, á menos que las condiciones, al modificarse, vengan á ser las de la vida elemental manifiesta, antes de que la obra de destrucción sea completa, en cuyo caso ya no se tratará de muerte, sino de creación y de crecimiento.

He insistido mucho en esta cuestión importantísima para demostrar que la vida elemental manifiesta de un lado, los fenómenos que conducen á la muerte de otro, son para una misma plástida cosas absolutamente distintas y que no tienen ningún punto común, de manera que puede decirse aproximadamente con Bichat, respec-

---

(1) Cl. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 41.

to á las plástidas por lo menos: «La vida es lo contrario (1) de la muerte».

Se sobreentiende que, en todo lo que antecede, he hablado de los *fenómenos* de la vida elemental manifiesta y no de la vida elemental, *propiedad* química de las plástidas. No tengo necesidad de insistir acerca de las definiciones de los cuerpos vivos (dotados de vida elemental) y de los cuerpos muertos (desprovistos de vida elemental). Las he explicado suficientemente con anterioridad. La frase de Bichat puede, pues, traducirse como lo he hecho: «los fenómenos de la vida elemental manifiesta de una plástida son *enteramente distintos* á los que determinan su muerte», y no: «la plástida viva es lo contrario de su cadáver», lo que equivaldría á decir algo como esto: «el sulfato de sosa es lo contrario del cloruro de sodio».

Cierto es, sin embargo, que las plástidas mueren frecuentemente en la naturaleza; ¿cómo ocurre esto? Evidentemente porque el medio que realizaba la condición núm. 1, para una plástida determinada, llega á realizar para la misma plástida la condición núm. 2. Esto puede suceder, *en medio limitado*, á consecuencia de la misma vida elemental manifiesta de la plástida, que determina un agotamiento de las sustancias R (inanición, envenenamiento), pero, en este caso, la muerte no es consecuencia directa de la vida elemental manifiesta de la plástida, sino de la naturaleza limitada del medio en que ha tenido lugar esa vida manifiesta.

Las más de las veces, por otra parte, las modificaciones del medio que trasforman en condición núm. 2 la

---

(1) «Lo contrario» no es exacto. En el ejemplo que he citado en la pág. 122, la producción de ácido clorhídrico cuando se suprime el bióxido de manganeso no es lo *contrario* de la producción de cloro que tiene lugar en presencia del mismo cuerpo. *Es otra cosa y nada más.*

núm. 1 de la plástida, provienen de otras causas extrañas á ella (plástidas de otra especie que producen una sustancia perjudicial, corrientes que arrastran á la plástida á un medio destructor, etc., etc.), pero la muerte tiene siempre lugar en la condición núm. 2, jamás en la núm. 1 (1).

A veces la condición núm. 2 se encuentra realizada porque un elemento se ha agotado, no en el medio, sino en la plástida, según hemos visto anteriormente en la senescencia de los infusorios de Maupas. En este caso también, la muerte es fatal, á menos que no sobrevenga un fenómeno antes de la completa destrucción é introduzca en la plástida el elemento que la faltaba (rejuvenecimiento kariogámico).

---

(1) Véase C. R. *Acad. Sc.*, 2 de Marzo de 1896: A propósito de la asimilación funcional.

## CAPÍTULO XV

---

### Noción de la individualidad de las plástidas.

¿Puede una plástida, pues, ser eterna en determinados casos, no morir jamás? se preguntará. Hay que cuidar de no responder á la ligera á esta pregunta que es capciosa, porque en el ánimo de los que la hacen está la continuación de la vida individual, de la individualidad de las plástidas. Ahora bien, la noción de la individualidad, tomada de los animales superiores, del hombre, evoca instintivamente la idea de la conciencia, del yo. Nos es imposible saber si las plástidas son conscientes, y debemos, por tanto, separar completamente, en lo que á ellas se refiere, la cuestión de conciencia de la individualidad. ¿A qué se reduce entonces la noción de la individualidad de las plástidas? Hemos visto que una masa separada del medio ambiente y compuesta de  $p$  sustancias plásticas determinadas, se dividía en un momento dado, después de cierto crecimiento que no variaba su naturaleza, en dos (protozoarios en general, bacterias, etc.), ó en varias (esporozoarios, hongos, etcétera), masas que devienen semejantes á aquéllas de que habíamos partido. La continuidad de existencia de una masa aislada como tal no puede ir más allá de una bipartición, ¿Qué interés tiene, por consiguiente, la no-

ción de esa continuidad? ¿No ofrece grave inconveniente aplicar á las plástidas la palabra *individuo* que tiene un significado determinado en seres de más complicación, como los vertebrados?

Cojed una cucharada de aceite y echadla con fuerza en una disolución salina de la misma densidad. Se dividirá en cierto número de masas esféricas, que tendrán cada una dimensión de equilibrio propia. Podréis luego dividir por la mitad una de esas esferas y dará dos de menor tamaño. Si aumentáis la alcalinidad del agua, podréis lograr que disminuya la dimensión máxima posible de una gotita de aceite entera, como hemos visto que la dimensión y límite de las plástidas variaba con las condiciones del medio.

¿Sentís la necesidad de hablar de la individualidad de esas gotas de aceite? (1). Bien poco duradera es, puesto que la gota puede dividirse materialmente en dos más pequeñas, que conservan las mismas propiedades. Así, puede decirse de la plástida que proviene por bipartición de otra idéntica, y que puede dividirse en dos partes iguales (comprendiendo el núcleo en el corte), que serán dos plástidas más pequeñas con las mismas propiedades. Balbiani ha logrado hasta siete *Stentores* cortando un *Stentor* en siete partes.

En el caso más general, todas las plástidas que provienen por biparticiones sucesivas de una originaria, son idénticas entre sí, no hay caracteres *individuales* que nos permitan distinguir una de las demás. No obstante, sobrevienen diferencias individuales en el caso de plástidas que cambian de lugar, encontrándose arrastrada cada una por el azar de sus movimientos á partes distintas de un medio heterogéneo. Lo que es una plástida en el tiempo  $T_1$  es función de lo que era en el tiempo  $T_0$ , y de todas

---

(1) Delage, *Ob. cit.* El huevo se divide y al dividirse desaparece (?)

las circunstancias que se han dado en su vida elemental manifiesta en cada instante entre  $T_0$  y  $T_1$ . Pero, entre dos plástidas  $B_1$  y  $B_2$ , procedentes al cabo de cierto número de biparticiones y de vicisitudes de la misma plástida  $A_1$  hay, en el tiempo  $T_2$ , diferencias del mismo orden que las que pueden existir entre la plástida  $B_1$  considerada en el tiempo  $T_2$ , y la misma plástida considerada en el tiempo  $T_3$ . El conjunto de los caracteres propios de una plástida, lo que podría llamarse individualidad de la plástida, es, por tanto, lo repito, algo bien poco consistente. Por consiguiente, es muy difícil responder á la pregunta hecha al principio de este capítulo, pregunta cuyo interés no se comprende si no se concede cierta importancia á la individualidad de la plástida. Con independencia de la muerte, que es un fenómeno de destrucción, es imposible seguir la individualidad de una plástida después de dividirse una vez, y esa noción de individualidad perjudica y estorba más bien para la exactitud del lenguaje.

No obstante, hay un caso en que esa noción se explica de algún modo, el de los infusorios senescentes de Maupas, pero he dicho ya que quizá no es acertado considerar los infusorios como simples plástidas. Sean A y B dos infusorios que acaban de rejuvenecerse por kariogamia, *cada uno por su cuenta*. Las plástidas procedentes de A serán senescentes al cabo de  $n$  biparticiones y las llamo  $A_n$ . Las que proceden de B serán senescentes al cabo de  $m$  segmentaciones, y las llama  $B_m$ . Todas las  $A_n$  tendrán caracteres comunes de que carecerán las  $B_m$ , puesto que la conjugación rejuvenecedora, posible entre una  $A_n$  y una  $B_m$ , será imposible entre dos  $A_n$  ó dos  $B_m$ . Los infusorios C y D, que provendrán por rejuvenecimiento kariogámico de un cambio de sustancia entre una  $A_n$  y una  $B_m$ , podrán ser diferentes uno de otro y diferentes también de A y de B. Habrá, pues, según se ve, ciertos caracteres individuales comunes á todos los

infusorios  $A, A_1, A_2 \dots A_n$ , que provienen de un mismo infusorio entre dos rejuvenecimientos kariogámicos. Puede verse en esto, de algún modo, una individualidad que no dura sino el intervalo restringido que hay entre dos rejuvenecimientos. Así, cuando Maupas descubrió la senescencia de los infusorios, muchas gentes dijeron: «¡Qué maravilla, ni siquiera los protozoarios son inmortales como se había dicho!» Si se había dicho, era abusando sencillamente de las palabras, porque los que hablan de inmortalidad y de muerte piensan siempre en los hombres y los animales superiores, y no hay nada de común entre la muerte de los hombres y la de los protozoarios, como tampoco lo hay entre la individualidad de los vertebrados y la que se concede en el lenguaje á las bacterias y á los hongos. Los que habían hablado de la inmortalidad de los protozoarios, no la habían concedido importancia á no ser porque en ella veían la inmortalidad de un yo, de una conciencia, de una individualidad, y esto es verdaderamente extraño, dado que un protozoario no puede ser inmortal (?), sino dividiéndose en un número sin cesar creciente de masas separadas, aisladas, que pueden proseguir su vida elemental manifiesta en dos tubos diferentes, el uno en Paris, el otro en el Japón.

Consecuencia de todo esto es que no conviene conservar la palabra *muerte* para las plástidas, puesto que significa la ausencia de *vida elemental*, mientras que la misma palabra quiere decir en el hombre la ausencia de *vida*.

La necesidad de una denominación nueva se hará sentir más en la segunda parte de esta obra, en que estudiaré los metazoarios. Se ve entonces sencillamente que la cuestión de la inmortalidad de un protozoario (ausencia de *muerte elemental*) no tiene nada que ver con la inmortalidad de un metazoario (ausencia de muerte).

## LIBRO TERCERO

TERCERA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN DE MUCHO TIEMPO

---

### CAPÍTULO XVI

---

#### **Evolución de la especie de las plástidas.**

Hemos estudiado en el capítulo XIV la evolución de la plástida en medio ilimitado. El mar, un gran río, pueden parecer efectivamente medios ilimitados, aún cuando se trate de una observación relativamente larga, una semana, un mes, un año si se quiere. Pero no ocurre lo mismo cuando se trata de una observación *muy larga*, un siglo, una época, un período geológico (1). Y aun, tratándose de determinadas especies, sería inútil esperar tanto tiempo para observar una modificación sensible de medio tan grande como el mar. Conocido es el cál-

---

(1) La palabra observación infunde realmente risa cuando se habla de períodos geológicos infinitamente más largos que lo que vive el hombre que observa, pero la uso, no obstante, por analogía con los precedentes, y puede observarse, por lo demás, en una hora el *resultado* de un fenómeno que se ha producido durante siglos.

culo hecho respecto á ese pequeño infusorio de agua dulce, *Ichtyophytirius*, que lleva el nombre específico muy característico de *multifiliis*, y en el que la asimilación es tan enérgica, la división tan rápida, que en un medio que contenga todo lo que necesita, podría dar en un mes una masa de sustancias plásticas cuyo volumen sería igual al del sol.

Aun prescindiendo de excepciones tan especiales, es bien seguro que, considerado durante un período geológico, por ejemplo, el medio oceánico es un medio limitado, de todo punto comparable á un frasco de boca ancha que contuviera una infusión de heno y que se observara durante varios días.

Ahora bien, ¿cuáles han sido las consecuencias de la limitación de volumen del medio de esta infusión? La desaparición de las sustancias *Q*, la acumulación de las sustancias *R*, dos factores que determinan la sucesión de las faunas, á menos de que no intervenga una asociación simbiótica de ciertas especies, una de las cuales sea escatófaga con respecto á la otra (véase pág. 180) y pueda además prepararla alimentos. El *Mycordema aceti* puede, por ejemplo, alimentarse á expensas de las sustancias *R* de las *Sacaromicias*, hecho que se observa á diario cuando se avinagran la cerveza ó el vino.

Estos dos casos han tenido y tienen lugar realmente todavía en la naturaleza, tan sólo, hay una diferencia que precisa no olvidar entre el medio terrestre y el de nuestra infusión de heno. El segundo puede recibir del primero plástidas en estado de vida latente, cuya variedad, á consecuencia de la sucesión de las composiciones del medio, determina en él la sucesión de las faunas. El primero no puede recibir nada de ninguna parte, y cuando desaparece en él una especie porque el medio viene á serla desfavorable, no puede sucederla otra especie si no existía antes. El número de las especies disminuiría, pues, constantemente y llegaría á ser rápidamente nulo

si otros fenómenos no intervinieran. El estudio de estos fenómenos va á ser objeto de este capítulo.

Vuelvo á la infusión de heno. He dicho, para no complicar las cosas estudiando todo al mismo tiempo, que al acumularse las sustancias *R* de una plástida *A*, sus sustancias *Q* se agotaban y que la plástida se encontraba muy pronto en la condición núm. 2 ó á veces en la número 3, es decir, que se destruía ó pasaba al estado de vida latente (la cual es sólo una destrucción lenta y puede interrumpirse renovando el medio). Siempre hay en la infusión de heno número grandísimo de especies de plástidas á la vez. Las sustancias *R* que se producen son, pues, en extremo variadas, y el medio deviene muy pronto de gran complejidad química. ¿Realiza forzosamente el conjunto de ese medio complicadísimo la condición núm. 2 de la plástida *A*? En otros términos, dados los elementos rigurosamente necesarios para la vida elemental manifiesta de la especie *A*, ¿no hay sustancias que puedan añadirse al medio sin trasformar en condición núm. 2 la núm. 1 primitivamente realizada? ¿No hay sustancias que no sean inertes y que, sin embargo, no sean venenos para la especie *A*? Esta cuestión merece ser examinada con gran cuidado, y no hay que apresurarse demasiado en la interpretación de los numerosísimos experimentos que pueden ilustrarnos acerca del particular.

ADAPTACIÓN AL MEDIO.—Hemos observado anteriormente (pág. 54) el fenómeno que sigue. Una plástida *A*, es decir, un protoplasma *A*, puesto que el núcleo, según sabemos, no ejerce el menor influjo en el fenómeno, es positivamente quimiotrópico con respecto á un cuerpo químico *B*. Añadiendo, poco á poco, sustancia *B* al medio en que se continúa la vida elemental manifiesta de *A*, de modo que se haga de este medio una disolución cada vez más concentrada de la sustancia *B*, no obser-

vamos en el primer momento ninguna modificación apreciable en la manera de ser de *A*. La sustancia *B*, introducida progresivamente en el medio, no ha impedido, por tanto, la vida elemental manifiesta de *A*, que sigue aumentando y bipartiéndose. La sustancia *B*, no es, sin embargo, inerte con respecto á *A*, puesto que ejerce sobre ella una atracción quimiotrópica. Y, efectivamente, ha influido en ella, porque si hacemos con esa sustancia *B* y lo que ha devenido nuestra plástida *A* un experimento de quimiotaxia, observamos que *B* ya no atrae á la plástida.

Esta se ha modificado por consiguiente, puesto que ha perdido una de sus propiedades características. Ya no es *A*, es un cuerpo nuevo *A'* que recuerda todavía á *A* en número muy grande de sus propiedades, pero que difiere en cuanto á la reacción con respecto á *B*. La idea que más naturalmente ocurre es que la sustancia *B* ya no ejerce influjo sobre *A'* porque, teniendo lugar todos los cambios posibles entre *A* y *B*, hay cierta saturación de *A'* con respecto á *B*.

Quizá no se ha verificado más que un simple fenómeno de ósmosis. Entonces la saturación *B* se añadiría al agua de inhibición, y la saturación sería simplemente física, un equilibrio difusivo. La explicación anteriormente dada (pág. 48) de los fenómenos de quimiotaxia concuerda perfectamente con la hipótesis de una simple ósmosis, capaz de engendrar las fuerzas cuya desigualdad en las dos caras de la plástida determina el movimiento.

En estas condiciones, si se vuelve *poco á poco* á un medio desprovisto de sustancia *B*, es decir, si se siguen en sentido contrario las fases de concentración progresiva por las que se ha pasado en la primera parte del experimento, habrá pérdida lenta, equilibrio difusivo en cada momento, y se obtendrá finalmente un nuevo estado de equilibrio en que la sustancia *B* no entrará ya para

nada. La plástida  $A'$  habrá vuelto á ser la  $A$  (1) y será de nuevo quimiotrópica con respecto á  $B$ . Las sustancias plásticas en nada habrán sido modificadas.

Efectivamente, así ocurre con frecuencia, como resulta de la experiencia. Precisa solamente tener cuidado de aumentar y disminuir *lentamente* la concentración de la disolución salina, para que en cada momento tenga lugar el equilibrio difusivo entre medios interior y exterior poco diferentes. Una variación brusca en un sentido ó en otro acarrearía la destrucción de la plástida.

Pero, á veces también, la modificación aportada á  $A$  es definitiva. Ha habido acción química de  $B$  sobre las sustancias plásticas.  $A'$  tiene propiedades distintas de  $A$ , á veces hasta ha sido influida la forma de equilibrio, y varía la forma específica, según se ha observado en ciertas bacterias, en algunos hongos (atenuación de virulencia, modificación de las propiedades cromógenas, etcétera). Estudiemos con cuidado este segundo caso interesantísimo.

Supongo, para fijar las ideas, que hay en la plástida  $A$ , cinco sustancias plásticas,  $a, b, c, d, e$ . Por definición, digo que la plástida se halla en la condición núm. 1 (vida elemental manifiesta) cuando los elementos del medio son tales, que de la actividad química de la plástida en él resulta la síntesis de una cantidad de las sustancias  $a, b, c, d, e$  mayor que la que antes había en la plástida. En cualquier otro caso, se dará la condición núm. 2. Ahora bien, por hipótesis, en el caso actual, una por lo menos (2) de las sustancias plásticas resulta modificada,

---

(1) Ó las plástidas  $A$ , si ha habido biparticiones en el curso de la observación, lo cual en nada modifica los hechos.

(2) Puede ocurrir que todas las sustancias plásticas resulten químicamente modificadas. Supongo, para simplificar, que no lo sea más que una, como he supuesto con el mismo objeto que no había más que cinco sustancias plásticas.

á consecuencia de la adición progresiva de la sustancia  $B$  al medio.

Sean  $a, b, c, d, e'$  las sustancias que se encuentran en la masa  $A'$ ; no ha habido asimilación, sino condición núm. 2.

Si el conjunto  $a, b, c, d, e'$  no está ya dotado de vida elemental, no es ya susceptible de asimilación, la sustancia  $B$  ha destruido la plástida  $A$  (veneno). Pero si el conjunto  $a, b, c, d, e'$  es susceptible de vida elemental manifiesta en un medio que contenga, á más de las sustancias necesarias á  $A$ , la sustancia  $B$ , esta última, sin dejar de destruir la plástida  $A$ , la *ha sustituido por otra plástida  $A'$*  que, desde el punto de vista de la continuidad como masa aislada, es la continuación de  $A$ , pero que difiere de ella por sus propiedades y por una de sus sustancias plásticas. Luego, hablando con precisión, hay que decir que la ingerencia de  $B$  ha colocado á  $A$  en la condición núm. 2, es decir, la ha condenado á fatal destrucción. Tan sólo, en el curso de esa destrucción, el cadáver de  $A$  ha resultado compuesto de cinco sustancias,  $a, b, c, d, e$ , que constituyen otra plástida  $A'$ , que encuentra en el medio anterior, adicionado con  $B$ , las condiciones de su vida elemental manifiesta. Ha habido un período de transición, durante el cual la plástida  $A$  se hallaba en la condición núm. 2; luego no se ha tratado de  $A$ , que ya no existe, sino de  $A'$ , que se encuentra en la condición núm. 1.

En suma, hablando rigurosamente, debe decirse que *toda* sustancia que no es inerte con respecto á una plástida la destruye, es un veneno para ella, si no es una de las sustancias necesarias al medio de su vida elemental manifiesta. En la mayor parte de los casos, semejante sustancia destruye efectivamente la plástida, la mata. Pero á veces *la transforma en otro cuerpo que es igualmente una plástida*, y si ésta se distingue claramente de la primera por caracteres importantes, diremos que es *de otra*

*especie* (1). Hemos presenciado la evolución artificial de una especie.

En el caso que acabo de considerar, se dice que la plástida *se ha adaptado al medio*. Es una expresión vitalista que proviene de la noción de la individualidad de las plástidas y de la de la continuidad de la vida. En realidad, hemos visto que la plástida *A*, definida por su composición y sus caracteres, *ya no existe*. Diremos, no obstante, para conformarnos al uso, que se ha adaptado al medio, pero con la condición formal de que esta expresión recuerde el fenómeno detallado en las anteriores líneas.

El cambio de constitución que acabamos de estudiar puede traducirse respecto á las plástidas de una manera histológicamente visible. Supongamos que la sustancia modificada *e* sea una de las que forman el protoplasma. La forma general de equilibrio de la plástida podrá modificarse, lo cual se verá al microscopio; pero puede producirse un fenómeno de otro género. Supongo que *a* y *e* son sustancias *que pueden mezclarse*, formando parte del núcleo, por ejemplo. Al sustituir *e'* á *e* cabe que no pueda mezclarse con *d* y *se precipitará en su interior constituyendo una masa de forma determinada*. Así, por ejemplo, una plástida con núcleo nucleolado podrá proceder por evolución de otra de núcleo no nucleolado. Remontando de igual manera el curso de los períodos geológicos, po-

---

(1) No entro aquí en prolijas consideraciones acerca de la noción de especie, de variedad, raza, etc. La sola noción de especie á que nos conducen las consideraciones químicas precedentes, no puede proceder más que de los caracteres, de las *propiedades* de la plástida. Podrá decidirse si se quiere que se precisen tantos caracteres comunes, tantas propiedades idénticas para definir una raza, una variedad, una especie, tantas diferentes para definir dos especies distintas, etc. Será una cuestión convencional. (Vease el párrafo. *La conjugación en los metazoarios*).

demos llegar á comprender cómo tal plástida, en que hoy se observan partes distintas (paraplasma, hialoplasma, núcleo, nucleolo, etc.), ha procedido, por modificaciones químicas progresivas, de una plástida mucho más sencilla histológicamente, reducida si se quiere al principio á una masa de sustancias que podían mezclarse y que al microscopio presentan estructura homogénea, como ocurre con las móneras de Haeckel.

Un fenómeno de este orden tiene efectivamente lugar en el curso de la evolución *individual* de ciertas plástidas. Tal esporozoario comienza bajo una forma absolutamente homogénea (mónera), que se ve complicarse progresivamente por la aparición en su seno de diversas masas de distinto contorno, á medida que las condiciones del medio se modifican en la célula que les sirve de abrigo (véase *Evolución en medio limitado*).

Variaciones en sentido contrario se observan igualmente en los esporozoarios *con gran frecuencia*. En momento dado de la evolución individual de uno de sus seres, determinada parte de contorno distinto, visible hasta entonces en la masa, deja de percibirse (desaparición del contorno del área nuclear). Es que la sustancia *e'* puede mezclarse con aquélla en que la *e*, que no podía mezclarse, tenía forma propia.

Lo que pasa muy rápidamente en el curso de los cambios de composición que experimenta la célula que alberga á un esporozoario, ha debido tener lugar, con más lentitud, en el curso de los cambios más lentos aportados al medio oceánico por la vida elemental manifiesta de las plástidas que contenía durante los periodos geológicos; tal es, expuesta químicamente, la idea fundamental de la doctrina trasformista.

Al dar esta explicación he supuesto que la plástida *abcde* era sustituida por otra *abcde'*, al sustituir la sustancia *e'* á la *e*. Puede ocurrir que sea más bien *abcde'f* la que sustituye á *abcde*, por haberse desenvuelto la sustancia

e en e' y f. Entonces, remontando como lo hemos hecho hasta la etapa más inicial, llegaremos á concebir la *mónera*, no ya como una mezcla de *n* sustancias combinables entre sí, sino como una sustancia *única* de que han podido provenir, por *desenvolvimientos* químicos progresivos, todas las sustancias plásticas que constituyen las plástidas de ellas derivadas. Una *mónera* sería, por tanto, una masa de una sustancia única dotada de vida elemental, es decir, susceptible de asimilación en un medio determinado.

¿Hay *móneras*? Sabios dignos de crédito las han descrito. La primera que se conoció fué observada por el ilustre naturalista Haeckel, en Villefranche, hace treinta años. Puede considerársela como un rizópodo reticulado esférico sin núcleo ni esqueleto. Viendo Haeckel en ella la forma más simple de las plástidas, la llamó *Protogenes primordialis*. Aun cuando sin diferenciación de ninguna clase, tiene tamaño máximo limitado. Al llegar á él, se divide y da lugar á dos *Protogenes* más pequeñas. La forma de equilibrio es esférica con pseudopodios radiales que se asemejan á los de los rizópodos reticulados. Otra *mónera*, la *Protomœba primitiva*, es á los rizópodos lobulados lo que la *Protogenes* á los reticulados. Tiene igualmente un tamaño máximo del que no puede pasar sin dividirse.

Otras *móneras* se han descubierto más tarde, ya en el mar, ya en agua dulce, que manifiestamente tienden á formar colonias, *Myxodictium*, *Monobia*..., etc. Si son de tamaño bastante considerable es que, en realidad, se trata de una colonia (1) de plástidas adherentes. Ahora bien, muchos naturalistas se sorprenden del tamaño limitado de las plástidas y de las *móneras*. Si éstas, por

(1) Véase lo que ha de entenderse por *colonia* á propósito de la individualidad de los metazoarios (cap. XXIII).

ejemplo, están constituidas por una sustancia química determinada, ¿por qué esa sustancia no puede existir en cantidad ilimitada como todos los cuerpos químicos?

Es que las plástidas y las móneras *no están jamás en reposo* cuando se forman, es decir, durante su vida elemental manifiesta. Su síntesis resulta, en efecto, de reacciones químicas que tienen lugar en cada punto de su masa, y podemos comparar, *grosso modo*, el estado dinámico que resulta de esas reacciones químicas constantes con la agitación física del agua que contiene aceite. Jamás podrá el aceite estar en el agua formando masas de dimensiones que superen á un tamaño determinado por la agitación, como ocurre en todas las emulsiones artificiales.

Sí, pero los esporos mismos, las plástidas en estado de reposo químico tienen dimensiones limitadas. Es que cada uno de ellas procede de una plástida en estado de vida elemental manifiesta.

La idea de la necesidad teórica de conocer un cuerpo vivo de dimensiones indefinidas ha hecho que se aplauda tan generalmente el descubrimiento de Carpenter y de Wyville Thomson. Estos dos sabios encontraron ó creyeron encontrar, en 1868, en el fondo del mar, una mónera de *tamaño indefinido*, que llamaron *Bathybius Haekeli*. Se creyó en la existencia de una escarcha viva amorfa é ilimitada que tapizaría el fondo de los mares á partir de cierta profundidad. Por desgracia, Huxley, que la ha descrito, no la ha visto más que conservada en alcohol y su naturaleza ha sido primeramente muy discutida. Muy pronto se ha reconocido que ese *Bathybius* era cosa muy distinta de una sustancia viva. Yo mismo lo he comprobado recientemente, en la campaña de dragados hecha por el *Candan* en el *Océano Atlántico*. El limo extraído de las profundidades de 1.000 á 2.500 metros no contenía, observado en fresco, ninguna huella de mónera. La adición de alcohol de 90° producía un precipi-

pitado de sales inorgánicas en forma coloide, que daba con bastante exactitud la apariencia del protoplasma muerto.

Pocos años después de Wyville Thomson, el doctor Bessels ha encontrado en el fondo del estrecho de Smith una masa viva indefinida que observó fresca y que llamó *Protobathybius*, pero quizá ha incurrido en un error de otro género tomando por sér distinto una parte de la red pseudopódica de un rizópodo reticulado común.

Posible es que haya móneras ilimitadas. Hasta el presente ninguna se conoce de manera enteramente cierta, pero esto no tiene la menor importancia teórica, puesto que las condiciones dinámicas de la vida elemental manifiesta, es decir, de la síntesis misma de las sustancias observadas, bastan para dar cuenta, por comparaciones tomadas de la física, de la limitación de las dimensiones de esos cuerpos.

Bastantes sabios ponen en duda la existencia de las móneras y pretenden que son formas transitorias de especies nucleadas. Hemos visto, efectivamente, que ciertos esporozoarios pasan por estados desprovistos de núcleo en el curso de su evolución individual, pero que existan en la actualidad móneras transitorias ó definitivas no nos impide poder afirmar que, mientras dura su situación de tales, asimilan y se desarrollan, que, por consiguiente, ha podido haber en cierto período de la historia de la Tierra, en condiciones determinadas, móneras dotadas de vida elemental.

Estas móneras, trasportadas al capricho de las corrientes, se han encontrado en condiciones sin cesar variables, de manera general, por el enfriamiento, de manera local, por el influjo local de la vida elemental manifiesta. Por tanto, han evolucionado naturalmente (1), es

---

(1) Salvo cuando se destruyan definitivamente.

decir, que han dado origen á plástidas nucleadas, las cuales á su vez se han transformado en otras plástidas, adaptándose á los cambios del medio. Gran número de plástidas de especies distintas pueden proceder de este modo de otra especie antaño única de mónera, según las variantes de las condiciones por que han atravesado. Esas especies son distintas por la naturaleza química de sus sustancias plásticas, y, por consiguiente, de sus sustancias  $Q$  y  $R$ . Así, todas las plástidas que tienen en el término  $R$  de su ecuación II la sustancia llamada celulosa, son vegetales; las otras, son animales. Entre las sustancias  $R$  pueden presentarse cuerpos, que distribuidos por la superficie del protoplasma de la plástida, son susceptibles de soldar dos plástidas que acaban de separarse por bipartición. Tendremos entonces, en lugar de plástidas aisladas, asociaciones coloniales de las mismas. Ahora bien, consideremos lo que ocurre en la división en dos de una plástida.

Aparece un plano de división, *determinado geométricamente* con relación á la forma de la plástida para una especie determinada, porque es bien cierto que la plástida en vías de división conserva una forma específica dependiente de la cantidad de un protoplasma de naturaleza específica. Las dos plástidas próximas que resultan de la bipartición se hallan, pues, colocadas la una con respecto á la otra en una situación determinada específicamente. Si permanecen pegadas como hemos supuesto, su asociación tiene, pues, forma específica. Cada una de las plástidas asociadas sigue su evolución, pero, en todo su desarrollo, la presencia de la plástida vecina figura como una de las condiciones del equilibrio. Cuando ha logrado el tamaño máximo, se divide conforme á un plano, determinado con respecto á la forma de la asociación en que entra, y así sucesivamente. La forma de equilibrio de la asociación de plástidas así obtenida es determinada en cada etapa, es decir, para cada número

de plástidas y está en relación con las condiciones mecánicas exteriores. Es una de las razones por las cuales se considera esta asociación como un *sér* único determinado, que es el *sér* poliplástido, metazoario ó metafito, el cual estudiaremos en la segunda parte. Por tanto, puede ya preverse que *habrá relación entre la forma de un metazoario y la composición química del protoplasma de su huevo, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas exteriores, si no tiene lugar algún fenómeno nuevo*; pero, en el curso de la multiplicación, que en los metazoarios se llama segmentación, hay plástida que va á encontrarse en un momento dado, rodeada como está de otras, en condiciones diferentes de aquellas en que se encuentra otra, más superficial, por ejemplo, en la masa segmentada, de donde se originarán diferencias en la evolución de ambas, diferencias que podrán traslucirse poco á poco por divergencias de forma, de función...., etc. Esa será la diferenciación de los tejidos. No hago más que indicar en este lugar esta serie de fenómenos (que estudiaremos detalladamente en la segunda parte) para mostrar la importancia que hay que conceder en la evolución de las especies á las sustancias del término *R* de la ecuación II. Si una de esas sustancias pega unas á otras las plástidas, vemos nacer los metazoarios y los metafitos. Si una de ellas tiene propiedades especialísimas, determina grandes grupos naturales: celulosa para los vegetales, quitina para los artrópodos y nemátodos, tunicina para los tunicinos, etc. En general, se verá que todas las sustancias extraídas de los vegetales, por ejemplo, son de una misma familia química (alcaloides de las solanáceas, etc., etc.) para una misma familia *morfológica* de plantas, lo cual prueba cada vez más que, para los seres poliplástidos como para los aislados, hay unión indisoluble entre la morfología y la fisiología.

## CAPITULO XVII

### **Aparición de la vida elemental.**

Ni siquiera podemos precisar, en el estado actual de la ciencia, la composición química de las diversas sustancias plásticas, como tampoco podemos indicar qué estructura común particular tienen todas ellas; pero si sabemos que no pueden subsistir á una temperatura bastante inferior á 200°. Podemos, pues, afirmar que ninguna de esas sustancias existe en el Sol, por ejemplo, en que ningún punto goza de temperatura inferior á 200°. Pero la Tierra fué en otro tiempo un verdadero Sol, y, por consiguiente, de igual modo que no había agua en la Tierra, estamos seguros de ello, cuando su temperatura era muy superior á aquella en que se disocian los elementos del agua, tampoco había sustancias plásticas en tanto su temperatura era muy superior á 200°.

No había agua en la Tierra; la hay actualmente, luego há aparecido. No había sustancias plásticas; las hay, luego la vida elemental ha aparecido.

No podemos afirmar que no haya otras sustancias químicas que, á los 200°, por ejemplo, gocen de la propiedad de asimilación; pero la cosa no tiene importancia alguna desde el punto de vista en que nos colocamos. Á consecuencia del fenómeno de asimilación, un cuerpo

vivo procede de otro que existió anteriormente y así siempre; pero ninguno de los miembros de la serie constituida de esta forma, y de la que hoy formamos parte, ha podido existir á más de 200° (1). Esa serie, por tanto, ha tenido un principio y este principio debe llamarse aparición de la vida elemental.

No nos admira la aparición del agua, porque sabemos reproducir en los laboratorios la síntesis de la misma, aun cuando no sepamos por qué ni cómo se verifica el fenómeno. Pero no sabemos todavía reproducir la síntesis de las sustancias plásticas cuya composición química siquiera desconocemos actualmente. Sabemos, en cambio, qué elementos son necesarios para su síntesis, y que estos elementos se encuentran reunidos en el agua de nuestros mares, por ejemplo, respecto á gran número de especies. Presenciamos á diario la síntesis de cantidades inmensas de esas sustancias protoplásmicas, pero siempre, según han demostrado los experimentos de M. Pasteur, esta síntesis tiene lugar en reacciones en que intervienen cantidades preexistentes de las mismas sustancias. Dicho de otro modo, en el estado actual, asistimos á diario á la vida elemental manifiesta, pero no á la aparición de la vida elemental.

En el fermento de cerveza, por ejemplo, hay todo lo necesario para hacer levadura de cerveza. Pues bien, Pasteur ha demostrado que, en las actuales condiciones, se puede conservar indefinidamente fermento de cerveza sin que en él aparezca levadura.

Verdad es que en una vasija cerrada podemos conservar indefinidamente una mezcla de dos volúmenes de

---

(1) Aún admitiendo que las salamandras de la fábula hayan vivido en el fuego, no habría nada de común entre ellas y las salamandras de hoy, que no pueden haberlas sucedido y se componen de sustancias plásticas que perecen á una temperatura de 200°.

hidrógeno y uno de oxígeno sin que aparezca la menor gota de agua. Tan sólo, desconocemos qué acción física hay que hacer intervenir para determinar la combinación del hidrógeno y el oxígeno. No sabemos producir la levadura, por medio del fermento, aplicando simplemente procedimientos físicos.

La levadura de cerveza es ya un cuerpo de muy complicada constitución, que comprende varios elementos unidos, pero hemos visto en el capítulo anterior que es muy legítimo considerar este cuerpo como derivado por evolución química de otro más simple, procedente, en último término, de una mónera inicial, compuesta de una sola sustancia dotada de por sí de vida elemental. No tenemos, pues, que preguntarnos si llegaremos á formar levadura de cerveza con mosto de la misma (es muy probable que jamás se consiga), sino si podemos concebir la síntesis de sustancia moneriana á expensas de elementos inanimados. Por desgracia, si hay móneras hoy todavía, no conocemos su fisiología y sus necesidades. Sabemos preparar medios convenientes para la síntesis asimiladora de varias especies de plástidas (levaduras, bacterias, aspergillus, etc.), sabemos preparar el líquido Raulin de una mónera, sin lo cual parece probable sería facilísima la síntesis de esa mónera.

En suma, estamos seguros de que la vida elemental ha aparecido. Nos es más fácil concebir su aparición en forma moneriana, y sabemos que una vez formadas las móneras, todas las demás plástidas han podido derivar de ellas por evolución química. Dicho de otro modo, que en condiciones especiales, realizadas una sola vez si se quiere, una molécula moneriana ha sido sintetizada y la vida elemental ha aparecido.

Posible es que esta síntesis haya tenido lugar una vez ó varias, en uno ó en varios puntos. Puede hasta ocurrir que la sustancia moneriana haya sido diferente en varios puntos, que haya habido varias especies de

móneras iniciales. Posible es que esta síntesis haya tenido lugar una vez solamente, en nuestro globo, y no se haya producido en ningún otro planeta.

COMPETENCIA VITAL.—Cuando ha aparecido una mónera, no ha podido encontrarse sino en un medio que contuviera todos los elementos necesarios para su síntesis. Se hallaba, pues, en las condiciones de la vida elemental manifiesta, ha asimilado, se ha reproducido, etc.

¿Cuáles eran las condiciones de medio en aquel momento? No podemos explicárnoslas fácilmente hoy, puesto que no había aún sustancias plásticas y que todos los elementos que en la actualidad constituyen los animales y los vegetales se encontraban en el medio, en una forma que nos es difícil determinar (líquido Raulin de las móneras).

Pero, en cuanto una mónera se ha formado, las condiciones resultan modificadas y así ha sucedido muy rápidamente.

Volvamos al ejemplo simplicísimo de la levadura. Introduzcamos una plástida de dicha especie en un tonel de mosto que sea miles de veces mayor que ella. Se iniciará la fermentación, que se prolongará largo tiempo, y la levadura de cerveza adquirirá considerable desarrollo, pero, en un momento dado, la fermentación se detendrá, y con ella, naturalmente, la multiplicación de la levadura.

Sabemos la causa: 1.<sup>a</sup>, las sustancias Q del medio se han empleado en la síntesis de la levadura y se han agotado; 2.<sup>a</sup>, las sustancias R se han acumulado (alcohol, por ejemplo) y su presencia modificó las condiciones del medio, hasta el punto de detener la vida elemental manifiesta.

Sustituyamos ahora el tonel de mosto por el mar con su inicial composición (en el momento de aparecer la primera mónera) y la plástida de la especie levadura de

cerveza por la mónera inicial. Ocurrirá lo mismo. Al cabo de un tiempo más ó menos largo, la asimilación habrá de detenerse cuando ya no haya más materia asimilable, á menos de que no sobrevenga un fenómeno nuevo.

Ahora bien, hay dos factores en este caso que no se encontraban en el de la levadura de cerveza: 1.º la a-cultad evolutiva existente en grado máximo en mónera, y que poco á poco ha devenido nula en la levadura á causa de las complicaciones múltiples de que resulta; 2.º la heterogeneidad y las corrientes del Océano.

Todas las móneras nacidas de la primera formada tendrán distinta suerte, según el lugar á donde las lleve el movimiento de las aguas. Encontrándose unas en la condición núm. 1, asimilarán sin modificarse. Estando otras en la condición núm. 2, se dividirán en dos grupos, de los que el primero se destruirá, y el segundo, adaptándose á esas nuevas condiciones (véase pág. 199) se trasformará en otras especies (plástidas nucleadas, por ejemplo, etc.)

Cierto es que para gran parte de las plástidas, nucleadas ó no, que procedían de las primeras móneras, la condición núm. 2 ha debido producir la destrucción, la muerte, y que las sustancias plásticas así destruídas han desempeñado el papel de sustancias Q con respecto á otras especies ó quizá á las mismas especies de plástidas. En efecto, si este fenómeno de la destrucción en la condición núm. 2 no hubiera sobrevenido, la vida elemental manifiesta continuando sin interrupción, hubiera sido de tal modo rápido (1) el crecimiento de las plástidas, que

---

(1) La cantidad de las sustancias plásticas crece en progresión geométrica cuando el número de las biparticiones aumenta en progresión aritmética. Esta cantidad es, en definitiva, función exponencial del tiempo, y sabido es que la función exponencial aumenta indefinidamente y con mucha más rapidez que la variable.

al cabo de unos cuantos meses todo lo que era asimilable se hubiera asimilado, y entonces las sustancias Q habiéndose agotado, la vida elemental manifiesta hubiera devenido imposible.

La muerte elemental, la destrucción de las plástidas, aparece, por tanto, como algo fatal *para cierto número de plástidas*, y eso debido á las dimensiones limitadas de nuestro globo. Si la muerte elemental no sobreviniera accidentalmente á algunas plástidas, la vida elemental manifiesta vendría á ser, en cierto momento, imposible para *todas* las plástidas, á consecuencia del agotamiento de las sustancias Q. Pero no hace falta decir, lo repito, que la muerte elemental es una consecuencia de la vida elemental manifiesta. No se produce jamás sino en la condición núm. 2 y no en la núm. 1. Tan sólo, la condición núm. 2 se ve accidentalmente realizada en ciertos casos (corrientes, etc.), y en un medio limitado (como la Tierra), únicamente esa destrucción parcial de las plástidas existentes en un momento dado permite á las otras proseguir su vida elemental manifiesta.

La cantidad de las sustancias plásticas que pueden existir á la vez en la superficie del globo es ciertamente limitada, y fácil de calcular un máximo al cual no llegan. Sea  $1/K$  la proporción de carbono que hay en la que tenga menos de las sustancias plásticas. Un peso  $P$  de carbono da por lo menos un peso  $Kp$  de sustancias plásticas. Luego si  $P$  es el peso (1) de carbono existente en la Tierra,  $K P$  será un máximo grande de la cantidad de las sustancias plásticas posibles en un momento dado, actualmente por ejemplo. Ahora bien, hoy millares y millares de especies de plástidas coexisten y prosiguen juntamente su vida elemental manifiesta. Es preciso que

---

(1) No hay que contar en  $P$  más que el peso de carbono accesible á la vida elemental manifiesta, es decir, no demasiado metida en el suelo.

se equilibren los ingresos y pérdidas de modo que la cantidad de sustancias plásticas permanezca sensiblemente igual, puesto que ha alcanzado ciertamente desde hace mucho tiempo, con pequeños cambios insignificantes, el máximo que les está permitido en el estado actual del globo. Es preciso, pues, que en un lapso de tiempo  $t$ , se destruya una cantidad de sustancias aproximadamente igual á la que en el mismo tiempo se ha producido, á consecuencia de la vida elemental manifiesta de todas las plástidas existentes al principio de este lapso de tiempo.

Cuento entre las plástidas no sólo las que viven aisladas, sino también las que se aglomeran de modo que constituyen seres poliplástidos. Si, en efecto, hay motivo para considerar respecto á esos seres fenómenos nuevos de coordinación, que llamamos fenómenos de la vida, sus elementos no por eso dejan de ser plástidas que obran, desde el punto de vista de las sustancias Q y R, absolutamente como las plástidas aisladas. Para esos seres, como para algunos protozoarios que hemos estudiado anteriormente, el procedimiento mediante el cual las sustancias plásticas de otros seres vienen á ser sustancias Q, es particularísimo. Decimos, por ejemplo, que los mamíferos *comen* otros animales y plantas, y en este caso presenciamos del modo más evidente una transformación constante de las sustancias plásticas. Un cadáver de ballena, por ejemplo, es comido por crustáceos, y éstos á su vez por peces que después traga una ballena, etc..... En general, el ciclo, el torbellino vital es más complicado.

La limitación del medio y de la cantidad posible de sustancias plásticas existentes á la vez engendra, por tanto, la necesidad de la *competencia vital* ó *lucha por la existencia*. Cuando se trata de metazoarios, decimos que los más fuertes se comen á los más débiles, y la expresión *lucha por la existencia* se concibe. No ocurre lo

mismo cuando se trata de seres que no *comen*, como los vegetales. Y, sin embargo, también en ellos existe la competencia vital, pero no puede tratarse en este caso de lucha, de competencia. Es un simple fenómeno químico que he expuesto rápidamente con anterioridad. Considero una infusión de heno de volumen limitado y en la que hay esporas de varias especies de plantas. Desde el principio, las especies *a*, *b*, *c*, *d* se encuentran en la condición núm. 1 y se desarrollan. Otras se hallan en la condición núm. 3; otras, por último, encontrándose en la núm. 2, se destruyen rápidamente. Las sustancias *Q* de las especies *a*, *b*, *c*, *d* se agotan; sus sustancias *R* se acumulan. Al cabo de algún tiempo la especie *a* pasa, á consecuencia de estas modificaciones de medio, á la condición núm. 2 ó á la núm. 3, mientras que la especie *e*, que hasta entonces se había encontrado en la número 3, pasa á la núm. 1, precisamente á causa de la aparición de ciertas sustancias *R* de las otras especies que son indispensables para su vida elemental manifiesta, y así sucesivamente. Es el principio de la sucesión de las faunas y de las floras.

El mismo fenómeno se ha reproducido en grande á través de los períodos geológicos. Tan sólo, en general, la condición núm. 2 y no la núm. 3 es la que se ha visto realizada, y las especies han desaparecido definitivamente. Quizá no siempre, sin embargo, haya sucedido así. Conocidos son los fenómenos de reaparición de una especie vegetal desaparecida de un país desde varios años antes, cuando una excavación profunda, ejecutada para el trazado de una vía férrea, por ejemplo, pone al descubierto semillas que estaban enterradas bastante hondo en la condición núm. 3. No insisto en esta cuestión, que sería fácil prolongar cuanto se quisiera.

La evolución de las especies de plástidas ha debido ser muy rápida desde el comienzo de la aparición de la

vida elemental, porque las condiciones se han modificado extraordinariamente en poco tiempo á consecuencia de introducirse un nuevo factor en las condiciones de equilibrio de la naturaleza. Hoy las condiciones varían con rapidez mucho menor, y son, por el contrario, notablemente constantes á causa del establecimiento del torbellino, del ciclo vital (1). Así, las especies no se modifican ya gran cosa, en comparación con lo que las ha ocurrido al principio de la existencia sobre el globo de la vida elemental, pero hay otra razón para esta fijeza relativamente grandísima de las especies que hoy existen, razón que hace que esas especies se modifiquen poco, aún cuando, en un medio confinado, se encuentren en condiciones que varían enormemente, y es que, como indiqué anteriormente en pocas palabras (pág. 203), las especies actuales no son ya muy modificables. Cuando se encuentran en la condición núm. 2, se destruyen generalmente en lugar de trasformarse en otras, de adaptarse al medio. La explicación de este hecho sería bastante larga para hacerla completa. Podemos dar suficiente cuenta de él remitiendo á la manera misma como se produce la adaptación (véase pág. 199).

Sean *a, b, c, d, e* las sustancias plásticas de una plástida de la especie A. Cuando se determina poco á poco la adaptación de esa especie á un medio que contenga una sustancia nueva B, se sustituye, en suma, la plástida A por otra plástida A que contiene las sustancias plásticas *a, b, c, d, e'*, ó aún, y más probablemente, *a, b, c, d, e, f'*. Pero la sustancia B, que ha determinado la modificación, será *necesaria* para la vida elemental manifiesta de la plástida A', cuya condición núm. 1 será, por tanto,

---

(1) Que mantiene cierto equilibrio, todo lo que puede llegar á ser sustancia plástica siéndolo ya, salvo algunas oscilaciones insignificantes.

más complicada, exigirá un elemento más que la de la plástida A. Parece, pues, probable que A' será más destructible que A, puesto que su condición núm. 2 se realizará con más frecuencia que en ésta, á saber, siempre que falte la sustancia B.

Posible es que A', nacida accidentalmente, desaparezca accidentalmente también al hallarse en la condición núm. 2. Número muy grande de especies han debido aparecer y desaparecer sin dejar huellas. Otras han desaparecido en el sentido de que sufrieron nuevas modificaciones, pero parece legítimo admitir que esa acumulación de modificaciones ha hecho á la especie cada vez menos susceptible para experimentar una más sin desaparecer. Ahora bien, si se piensa en las innumerables vicisitudes por que han pasado todas las especies hoy día existentes, debe suponerse que han experimentado todas las modificaciones que podían experimentar, y es muy poco probable que una sola especie de la época primaria, por ejemplo, haya podido conservarse hasta nosotros.

Por eso es muy posible que ya no haya móneras. Por eso hoy, cuando queremos realizar la evolución artificial de las especies que están á nuestro alcance, logramos apenas razas y variedades, es decir, modificaciones poco importantes, porque las plástidas con que experimentamos están ya muy diferenciadas. Si introducimos una ligera variación en las condiciones de medio, logramos una variación muy ligera en la especie. Si introducimos una variación más intensa en el medio, del género de las que se produjeron poco después de la aparición de la vida elemental, matamos la plástida *susceptible* con que actuamos, mientras que, con la misma variación, una plástida ancestral más resistente, al pasar por la condición núm. 2, en lugar de destruirse, daba origen á otra de especie *notablemente* distinta. He aquí el motivo de que no presenciemos hoy la formación de es-

pecies tan claramente distintas de las anteriores como las que se han producido al principio de la existencia de la vida elemental, cuando seres tan desemejantes como un trilobites y una língula han provenido, quizá en muy poco tiempo, de una especie moneriana quizá única.

---

## SEGUNDA PARTE

Vida.—Seres poliplástidos.

---

### LIBRO CUARTO

---

#### El individuo metazoario.

Hemos estudiado, en la primera parte, la vida elemental y sus diversas manifestaciones. Sabemos que la vida elemental ha de considerarse como una propiedad química de ciertos cuerpos llamados plástidas. En condiciones determinadas (condición núm. 1), esta propiedad química se traduce por los que llamamos fenómenos de la vida elemental manifiesta, el más importante de los cuales, como se desprende de este estudio, es el de la división de la plástida ó segmentación.

En el caso en que la plástida considerada pertenece al grupo de los protozoarios ó de los protofitos, es decir, de los seres monoplástidos, los dos cuerpos que resultan de una bipartición se separan y prosiguen aisladamente en el medio su vida elemental manifiesta. Pero no siempre sucede así. Ciertas sustancias R, procedentes de la vida elemental manifiesta de determinadas plástidas, se acumulan en su superficie formando una capa más ó menos espesa que tiene la propiedad de mantener

adheridos uno á otro los productos de la segmentación. El primer resultado de la existencia de esas sustancias es, por tanto, que haya, después de la primera bipartición, una masa formada de dos plástidas separadas, por lo general, en cuanto á sus sustancias plásticas, pero unidas por una materia de naturaleza especial. Pues bien, supongo que la especie considerada se mueve. Cada una de las plástidas que constituyen esa masa biplástida tendrá por su cuenta, si está aislada, un movimiento determinado. Cada una de ellas, unida á la que tiene al lado, la arrastra en su movimiento. Toda la masa biplástida sufre, pues, un cambio de lugar, que es la *resultante* de las reacciones motoras de las dos plástidas que la constituyen, y esa resultante puede ser muy distinta del movimiento propio que habría tenido cada plástida de permanecer aislada.

Cada una de las dos plástidas pegadas está formada por las mismas sustancias que si fuera sola. Goza, pues, por su cuenta de las mismas propiedades; pero esas propiedades no se manifiestan ya de la misma manera. El movimiento específico de esa plástida se sustituye, por ejemplo, por un movimiento de conjunto de la masa biplástida de que forma parte. *Este movimiento de conjunto es un fenómeno de la vida del sér biplástido*, á cuya formación acabamos de asistir.

Es muy cierto que si no hubiera resultados más importantes de la soldadura de dos ó varias plástidas en una masa única, sería inútil emplear para designarlas un término nuevo, VIDA, diferente por esencia del de *vida elemental* aplicado á cada plástida separada. Pero los fenómenos de conjunto aumentan en complejidad con el número de las plástidas aglomeradas, y, sobre todo, la presencia alrededor de una plástida dada A de todas las que la circundan modifica, á veces muy profundamente, las condiciones de su vida elemental manifiesta, según veremos posteriormente con más pormenor.

Vuelvo al ser biplástido antes considerado, como caso el más sencillo que permite caracterizar la *vida* con relación á la vida elemental. Supongo que por un procedimiento cualquiera conseguimos separar, sin lesionarlas lo más mínimo, las dos plástidas que le constituyen. La vida elemental de cada una se conservará; la del sér biplástido quedará destruída. Ahora bien, ¿qué es lo que habrá desaparecido? Únicamente los fenómenos de conjunto que procedían de la soldadura de las dos plástidas. A ellos, pues, debe aplicarse únicamente la denominación *vida*, con independencia de los fenómenos propios de cada plástida, que también tendrían lugar si no estuvieran reunidas.

Por tanto, hay que considerar en el ser poliplástido dos clases de fenómenos: 1.º, los de *vida elemental* propios de cada una de las plástidas que le constituyen, y que tendrían lugar de igual manera independientemente de la existencia de toda aglomeración; 2.º, los fenómenos de *vida*, que son las manifestaciones de conjunto, la resultante de las actividades elementales de todas las plástidas (1) y que comprenden, además, las reacciones procedentes en cada una del influjo de las plástidas vecinas, es decir, las particularidades que caracterizan la dependencia de cada plástida con relación al conjunto.

A medida que nos elevamos en la serie de los animales, vemos decrecer la independencia de la vida elemental de las plástidas que constituyen los seres, mientras que, por el contrario, los fenómenos de la *vida* devienen cada vez más complejos y perceptibles. Así, en

---

(1) En ciertos casos, la vida de tal sér poliplástido poco complicado recuerda mucho por sus manifestaciones la vida elemental manifiesta de ciertos protozoarios superiores. Tal *planaria* recuerda mucho un *spirostomum*, por ejemplo, pero es que las plástidas constitutivas de la *planaria* son mucho menos complicadas que el *spirostomum*, considerado como plástida.

los vertebrados superiores, casi todas las plástidas constitutivas entran en la condición núm. 2 y se destruyen fatalmente en cuanto se las separa del conjunto del animal. La aglomeración de plástidas llamada *caballo*, por ejemplo, constituye un todo indivisible, del que una parte debe casi fatalmente destruirse si se separa del resto. El caballo es un individuo, en el sentido propio de la palabra. En él, *la vida elemental* de las plástidas depende de la *vida* del animal. La muerte elemental sigue á la muerte, fatalmente.

Por el contrario, en lo más inferior de la escala animal hay aglomeraciones de plástidas en las que la *vida elemental* conserva una independencia muy grande: las esponjas, por ejemplo. Pero también los fenómenos de la *vida* de esos seres son muy poco importantes y se reducen á casi nada. La individualidad, por decirlo así, no existe.

Es más, hasta hay aglomeraciones de plástidas en las cuales la independencia de la *vida elemental* es absoluta. Hay, sí, manifestaciones de conjunto que constituyen la *vida* de la aglomeración, pero la vida elemental manifiesta de cada plástida no está influida en nada por la de su vecina. Cada una permanece en la condición núm. 1 cuando se la separa del conjunto de la aglomeración, y la individualidad es nula. En este caso se ha convenido en considerar la aglomeración, no ya como un sér poli-plástido, sino como una colonia de seres monoplástidos, protozoarios ó protofitos. La vida de semejante colonia es muy poca cosa. Puede destruirse sin que la vida elemental de cada uno de sus miembros resulte lesionada.

Entre una colonia de protozoarios y un vertebrado superior hay un número grandísimo de tipos intermedios, en los cuales la dependencia de las plástidas constitutivas es muy variable, pero, de una manera general, el carácter de superioridad, la importancia mayor de los fenómenos de conjunto, de los fenómenos de la

vida, es correlativa con una menor independencia de las plástidas de la aglomeración, una acentuación de la individualidad.

Se concibe muy bien la extremada complejidad que debe resultar de la formación de los seres poliplástidos, y cómo diferencias relativamente muy ligeras y poco aparentes de dos plástidas iniciales, podrán traducirse al cabo de un número grandísimo de biparticiones por divergencias enormes, pues cada una se realiza de manera que depende las más de las veces de todas las biparticiones anteriores y del estado de la aglomeración en el momento en que tiene lugar. Con frecuencia nos sería difícil distinguir dos huevos que produjeran al desarrollarse dos seres poliplástidos muy marcadamente distintos.

En todos los capítulos que van á seguir me ocuparé sobre todo de lo que se refiere á los animales superiores distintamente individualizados, aun cuando á veces haya de verme obligado á admitir comparaciones con los seres de escala más inferior. No me ocuparé sino muy poco de los vegetales, de los cuales sólo los más superiores presentan fenómenos de vida muy poco desarrollados en comparación con los de los animales superiores, y cuya individualidad, en consecuencia, está poco caracterizada (plantaciones por estacas).

## CAPÍTULO XVIII

---

### Teoría de las plástidas incompletas.

Todo metazoario deriva de una plástida llamada huevo. Veremos más adelante la procedencia de esta palabra. Por el momento, no nos preocupemos de su origen. Como toda plástida, el huevo tiene caracteres específicos debidos á la naturaleza química de las  $n$  sustancias plásticas, que, mezcladas ó no, entran en su formación, pero, en general, su forma es poco marcada, y, como hemos dicho anteriormente, es con frecuencia difícil para un observador poco experimentado distinguir los huevos de dos especies animales muy diferentes. Hay, no obstante, caracteres que permiten determinar la especie de un huevo por medio de un estudio atento, como ocurre con todas las especies de plástidas, cualesquiera que sean, pero esos caracteres son, por lo general, poco salientes.

Cierto es que si la química nos permitiera actualmente analizar por completo las plástidas, podríamos determinar con rigor los huevos por el número y la naturaleza de sus sustancias plásticas (1), pero, á falta de

---

(1) Quizá habría que tener también en cuenta las cantidades relativas de esas sustancias, cuya proporción puede quizá ejercer considerable influjo en la morfogenia.

este conocimiento de las composiciones atómicas, podemos caracterizar los huevos por sus propiedades y especialmente por las que pone en evidencia su vida elemental manifiesta. Ahora bien, ésta aparece en el huevo, lo sabemos, por una serie de biparticiones que se llaman su segmentación, que esta da origen á aglomeraciones sucesivas de 2, 4, 8, etc., 2<sup>n</sup> plástidas.

He hecho notar ya (véase pág. 207) que el plan de partición de una plástida, que forma parte de una aglomeración, se determina específicamente con respecto á ésta, y que á cada una de las etapas sucesivas caracterizadas por un número creciente de plástidas, corresponde una forma específica del sér poliplástido correspondiente. Ahora bien, las divergencias que separan los huevos de especies diferentes, se acentúan cada vez más á medida que aumenta el número de segmentaciones. La observación cada vez más larga de la vida elemental manifiesta de un huevo nos permite, por tanto, caracterizarle más y más claramente.

Para distinguir bien dos microbios de formas casi semejantes estudiamos sus reacciones, ó, lo que es más exacto, las propiedades de sus sustancias R. Pero, en general, podemos también distinguirlas estudiando las formas que adoptan sus colonias en ciertos medios determinados, el caldo gelatinado, por ejemplo. Pues bien, para distinguir asimismo dos huevos de formas casi semejantes, estudiamos las formas que provienen de su germinación, las colonias que de ellos derivan, es decir, que para distinguir, por ejemplo, un huevo de trucha de un huevo de sardina seguimos el desarrollo de ambos hasta que vemos salir los animales correspondientes. Expuesta de este modo la cosa parece infantil, y, sin embargo, es exactamente lo mismo que se hace en química cuando, para distinguir dos cuerpos semejantes en apariencia, se les somete á sus *reacciones características*. El bromuro de sodio y el de potasio dan llamas de color

distinto en el mechero Bunsen, y diríamos en suma: el que da la llama amarilla es «el cuerpo que da la llama amarilla», como el huevo de sardina es el que da origen á la sardina. Y la propiedad de producir este animal, al cabo de cierto número de segmentaciones, en un medio conveniente, es bastante más especial, bastante más característica que la de colorear de amarillo la llama del mechero Bunsen. Luego, sin conocer la composición de los huevos, podemos determinarlos rigurosamente sometiénolos á reacciones características, que se traducen precisamente por su segmentación, su desarrollo. Puede ocurrir que, en el curso de estas reacciones de larga duración, la condición núm. 2 se halle accidentalmente realizada, y entonces hay destrucción. Si el número de biparticiones no ha sido, en este momento, suficientemente considerable para que se haya llegado á una forma característica, la determinación es incompleta, y es lo que ha ocurrido con ciertas larvas que no han podido criarse por completo y cuyo origen se desconocía. Pero si no tiene lugar este accidente, hay la seguridad de no equivocarse al afirmar que el huevo de que ha nacido la sardina es huevo de sardina. Todo esto parece pueril y tiene, sin embargo, gran importancia. *El adulto está determinado en el huevo.* Es muy cierto que el huevo no basta para producir el individuo adulto, pero si, partiendo del huevo, se mantiene constante física y químicamente la condición núm. 1, estamos seguros de que se llegará á una forma adulta *específicamente determinada*, es decir, que si se pudiera decir el número y la naturaleza química de las sustancias plásticas que componen un huevo de sardina tomado al azar, podría afirmarse que toda asociación idéntica de sustancias plásticas, cualquiera que sea su origen, daría una sardina al cabo de un tiempo suficiente de condición núm. 1. Estudiaremos más adelante la lucha del organismo con el exterior y las variaciones individuales que de ella resultan. Por el mo-

mento, limitémonos á afirmar que el adulto de una especie resulta de las reacciones características del huevo de la misma en la condición núm. 1, y aún que puede decirse, en suma, aplicando rigurosamente el lenguaje de la química, que el adulto es la reacción característica del huevo, como cuando el papel tornasol azul se vuelve rojo denota la presencia de un ácido.

Las dos plástidas que proceden de la primera segmentación del huevo permanecen adheridas, según sabemos, á consecuencia de haber en su superficie cierta sustancia que las suelda. He dicho en un principio que esa era una sustancia R. Es cierto, efectivamente, que no se trata de una sustancia plástica, porque las dos plástidas pegadas están en relación de contigüidad, no de continuidad. Me explicaré:

Hemos visto anteriormente, tratando de los experimentos de merotomía, que la continuidad de las sustancias de las plástidas es necesaria para la asimilación. Cualquier parte protoplásmica separada de la masa que contiene el núcleo se halla en la condición núm. 2, aun cuando esté muy próxima al resto de la plástida que se encuentra en la condición núm. 1. Para que la asimilación sea posible, es preciso que estén en continuidad, sin interrupción, un trozo de protoplasma y otro de núcleo. Pues bien, la capa de sustancia que suelda dos plástidas vecinas constituye una interrupción en la masa total del sér biplástido. Hagamos, en efecto, un experimento de merotomía análogo al que representa la fig. 11. Cortemos por el plano que marca  $\alpha\beta$  el sér biplástido A B. La parte  $\alpha\beta\gamma$  de la plástida B permanecerá adherida á la plástida A. Ahora bien, si la sustancia que reúne las dos plástidas A y B fuera una sustancia plástica, el trozo de protoplasma  $\alpha\beta\gamma$ , que ha perdido, á consecuencia de la merotomía, sus conexiones nucleares con B, se hallaría en conexión nuclear con A, en continuidad con el proto-

plasma de A y permanecería en la condición núm. 1, como ocurre con un trozo de protoplasma tomado de una gromia cualquiera y soldado por adición al cuerpo de una gromia nucleada. Ahora bien, no ocurre así:  $\alpha \beta \gamma$ , privado de conexiones con el núcleo de B, se halla en la condición núm. 2 y se destruye. Este hecho se verifica, por ejemplo, siempre en dos células vegetales próximas de una planta cualquiera.

Hay, pues, contigüidad, pero no en general continui-

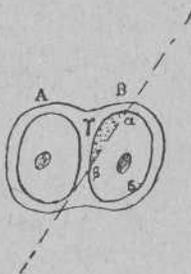


FIGURA 11.

dad protoplásmica (1) entre dos plástidas vecinas procedentes de la segmentación del mismo huevo, pero esas dos plástidas no están, sin embargo, en relación de independencia absoluta. Consideremos, por ejemplo, la plástida A de la fig. 11. Esa plástida está en relación inmediata con el medio, por ósmosis á través de la en-

(1) Algunos autores creen que hay, sin embargo, itsmos de sustancias protoplásmicas que atraviesan la pared que media entre dos plástidas. Esto es difícil de concebir en la mayor parte de los casos; pero si ocurre, hay que admitir que esos itsmos no determinan una continuidad protoplásmica suficiente para que la parte  $\alpha \beta \gamma$  de B pueda ser considerada, desde el punto de vista de la condición núm. 1, como adicionada al protoplasma de A.

volvente de sustancia R que la rodea, en todas sus partes superficiales, excepto las que dan frente á la plástida vecina B. En estas ocasiones, A no se encuentra en relación con el medio, sino con la sustancia de B. Puede anticiparse, por tanto, puesto que el núcleo interviene en todos los fenómenos de la vida elemental manifiesta, que la parte de la sustancia de A comprendida entre el núcleo y B (en una especie de cono cuyo vértice está en el núcleo de A y la base en la superficie de separación) será lugar de reacciones distintas á las que se producen en el resto de la plástida A. La observación prueba que esto no impide continúe realizada la condición núm. 1 respecto al conjunto de la plástida, puesto que las segmentaciones pueden proseguir sin interrupción. Hay que admitir, por tanto, que siempre hay asimilación en el sentido propio de la palabra, pero que la *distribución* de las sustancias plásticas que de ella resultan está influida en la plástida A por la presencia de su vecina, la plástida B.

Por tanto, es de prever ya que la *distribución* de las sustancias plásticas que proceden de la segmentación de un huevo ó *blastomeras*, será diferente de lo que hubiera sido en las mismas plástidas si la sustancia aglutinante R no las hubiera mantenido las unas próximas á las otras.

Acabamos de ver el influjo que ejercen en esta distribución de las sustancias plásticas las relaciones de contigüidad de las blastomeras. Otro influjo mucho más importante en ciertos casos se hará sentir desde los primeros momentos del desarrollo. Voy á estudiarle solamente en un caso, el más sencillo; un huevo alecito que produce una gástrula por invaginación.

Al cabo de un número  $n$  de segmentaciones, todas las blastomeras en número de  $2^n$  están agrupadas en una sola capa formando una superficie esférica continua, lo cual se explica mecánicamente con la mayor fa-

ilidad (1) por la simetría de los diversos influjos exteriores.

Esta forma *blástula* supone, por tanto, una pared celular continua, de una sola capa de células de espesor, circunscribiendo una *cavidad de segmentación* tanto más vasta cuanto más grande es  $n$ . La fig. 12  $\alpha$  representa el corte de esa blástula.

Considero una cualquiera de las blastomeras de ella. Su superficie ofrece tres partes al estudio: un casquete exterior libre, otro interior libre exactamente opuesto al

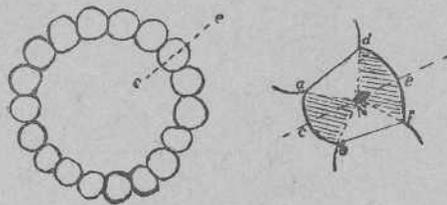


FIGURA 12.

$\alpha$ , corte de una blástula.— $\beta$ , una de las blastomeras de la blástula.

primero, y una zona limitada por ambos y en que la blastomera se pone en contacto con sus vecinas.

Esta disposición presenta una gran simetría con respecto al eje común *ce* de los dos casquetes (fig. 12  $\beta$ ). Parece, por tanto, según lo que hemos visto anteriormente, que la distribución de las sustancias plásticas debe ser igualmente simétrica con relación á ese eje y que deben considerarse tres partes en la blastomera, simétricas todas ellas con relación al eje *ce*: primero, la

(1) La explicación de esta simetría por simples razones de equilibrio mecánico se encuentra en todos los Tratados de embriología.

parte limitada en la blastomera por el cono  $Ndf$ , situada entre el núcleo y la superficie libre exterior  $def$ ; segundo, la parte limitada en la blastomera por el cono  $Nab$ , situada entre el núcleo y la superficie libre interior  $acb$ ; tercero, la parte comprendida entre esos dos conos,  $dab$ , situada entre el núcleo y las superficies de contacto con las plástidas vecinas.

Esas tres partes son, lo repito, simétricas con respecto al eje  $ce$ , y toda segmentación de la blastomera determinada por un plano en que esté incluido, será una segmentación igual, es decir, dividirá la blastomera considerada en dos iguales.

Pero estudiemos las dos superficies  $def$  y  $acb$ . La primera está en contacto con el medio exterior; la segunda, con el líquido de la cavidad de segmentación. Ahora bien, el medio exterior es vasto en general, el líquido de la cavidad de segmentación tiene un volumen restringido y se carga en consecuencia rápidamente de los productos R de la vida elemental manifiesta de las diversas blastomeras. Los dos polos de una blastomera cualquiera de la blástula se hallan, pues, en condiciones enteramente distintas, hay un polo interno y un polo externo, y las partes correspondientes de la blastomera ( $Nabc$   $Ndef$ ) pueden estar constituidas por sustancias plásticas dispuestas diferentemente. *Hay heterogeneidad con respecto á un plano que pase por N y sea perpendicular al eje ce.* Demostraré inmediatamente la importancia considerable de este hecho.

Prosigamos el estudio de nuestra blástula. Por segmentaciones sucesivas, que se producen según planos radiales, es decir, que contienen los ejes  $ce$  de las diversas blastomeras, el número de éstas aumenta sin que se produzcan diferenciaciones especiales entre ellas, puesto que sabemos que todo es simétrico en cada una con respecto á un plano cualquiera que contiene el eje  $ce$ . La superficie de la blástula aumenta, pues, sin dejar de es-

tar compuesta de una sola capa de blastomeras, pero el volumen de la cavidad de segmentación que limita aumentaría más rápidamente aún (1) si la blástula siguiera siendo esférica. Ahora bien, el líquido que llena esa cavidad figura en cantidad limitada. Si no puede penetrar constantemente en su interior, á través de las capas de blastomeras, nueva cantidad suficiente para compensar á cada momento el aumento de volumen correspondiente al desarrollo superficial de la esfera, la forma esférica de equilibrio devendrá imposible, y esto es lo que precisamente nos muestra la observación. A consecuencia del aumento insuficiente de la cantidad de líquido de

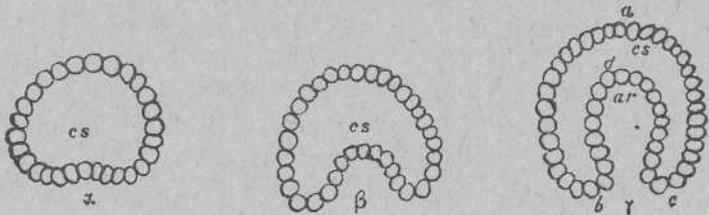


FIGURA 13.

Gástrula por invaginación.—*cs*, cavidad de segmentación.—*ar*, intestino primitivo ó arquenterón.

la cavidad de segmentación, la blástula adopta naturalmente la forma misma que una pelota de goma cuando se agujerea, se escapa el aire que contiene y la presión interior resulta menor que la exterior. Esa forma se llama *gástrula*. La gástrula adopta las formas sucesivas  $\alpha \beta \gamma$  (fig. 13), haciéndose la cavidad de segmentación cada vez más pequeña con respecto á la superficie total, que aumenta constantemente con el número de las blastomeras.

(1) El volumen de la esfera aumenta según el cubo del radio, mientras que la superficie aumenta según el cuadrado.

Observemos con atención la etapa  $\gamma$ . Las blastomeras están distribuidas en dos grupos perfectamente distintos: la capa exterior  $a b c$ , que está en contacto por un lado con el exterior, por el otro con el líquido de la cavidad de segmentación, y la capa interior  $b d c$ , que está en contacto por un lado con el contenido de la cavidad  $ar$  ó intestino primitivo, por el otro con el líquido de la cavidad de segmentación. Ahora bien, siendo cada vez más pequeño el orificio  $b c$  ó blastóporo, el contenido de la cavidad arquenterica  $ar$  devendrá rápidamente distinto del medio exterior, de suerte que las blastomeras de la capa  $a b c$  se hallarán por su medio externo en condiciones de medios diferentes á las de las blastomeras de la capa  $b d c$ . Habrá *adaptación al medio* (véase pág. 199) y las blastomeras de la capa  $b d c$  vendrán á ser diferentes de las de  $a b c$ . Compruébalo la observación ordinaria.

En tanto las blastomeras de la capa exterior (exodermo) y de la interior (endodermo) se multiplican por segmentación, siempre formando una sola capa celular, y permanecen distribuidas en un solo espesor, no hay fenómeno nuevo, puesto que el plano de segmentación de cada blastomera pasa siempre por el eje  $c e$  correspondiente (fig. 12  $\beta$ ) y hay simetría con respecto á dicho eje, según ya hemos visto. Las blastomeras exodérmicas producen otras del mismo género; las endodérmicas dan origen á otras análogas á ellas. Aumenta el número de elementos sin que se modifique su naturaleza.

Pero llega un momento en que las condiciones de equilibrio exigen segmentaciones en lo hondo, segmentaciones por planos perpendiculares á los ejes  $c e$  de las blastomeras (fig. 13  $\beta$ ). La observación nos muestra que esto ocurre primeramente en las proximidades del blastóporo (fig. 13  $\gamma$ ). Ahora bien, sabemos que la distribución de las sustancias plásticas es heterogénea en cada blastomera con relación á ese plano perpendicular al eje  $c e$ . Una *segmentación por ese plano dará, pues, dos blas-*

*tomeras distintas*. Se llamará elementos *mesodérmicos* á esas blastomeras procedentes de la parte honda de los elementos superficiales (1). Muchos de estos elementos serán, pues, *por su origen mismo*, distintos de los que provengan de la parte exterior de las mismas blastomeras, y que seguirán tapizando por fuera el embrión. Esto merece un examen atento.

Hemos visto diferenciarse los elementos endodérmicos de los exodérmicos, *por adaptación al medio*, en el caso de la invaginación de la gástrula. Otras diferenciaciones semejantes se producirán aún por igual motivo cuando el crecimiento superficial de la capa de blastomeras produzca en ella plegamientos, involuciones, etc. Así los elementos nerviosos centrales se diferenciarán de los demás elementos exodérmicos en un canal que vendrá á ser un tubo cerrado, etc., etc. He aquí un primer procedimiento de diferenciación histológica; división igual de las blastomeras, por planos que pasan por el eje *c e* (fig. 12  $\beta$ ) de las mismas, luego cambio de naturaleza de esas blastomeras por adaptación á medio de condiciones distintas.

El segundo procedimiento de diferenciación histológica es enteramente distinto, y consiste en la división desigual de las blastomeras por planos perpendiculares al eje *c e*. El mesodermo puede aparecer al principio (2) por uno ú otro de estos dos procedimientos, pero casi siempre se completa definitivamente por el segundo, y el resultado de este segundo procedimiento de segmentación es el que voy á estudiar ahora.

He demostrado anteriormente que debe haber hetero-

---

(1) Toda esta descripción está sumamente simplificada y no se refiere á ningún caso efectivo.

(2) Aparece por el primer procedimiento, es decir, por una involución de la capa interna, en el *amphioeus*, la *sagitta* y en todos los enterocelios en general.

geneidad en la distribución de las sustancias plásticas de la blastomera superficial de la blástula ó de la gástrula, con respecto á un plano que pasa por N y es perpendicular al eje *c e* (fig. 12 β). La segmentación por semejante plano dará, pues, dos blastomeras diferentes. Por ejemplo, esto ocurre con la blástula en las *Medusas geriónidas*, en las cuales se forma de este modo lo que se llama una gástrula por delaminación. Pero se observan fenómenos más interesantes al estudiar cómo se forman por este procedimiento elementos mesodérmicos. Tomo

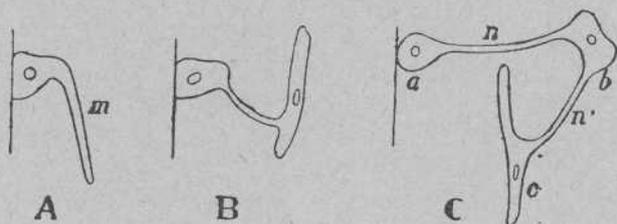


FIGURA 14.

un ejemplo típico en ciertas especies de celenterios estudiados por los hermanos Hertwig.

En una de ellas, las células de la superficie del cuerpo presentan, por el lado interno, una prolongación más contráctil que el resto de su protoplasma (fig. 14 A, *m*) que puede llamarse rudimento muscular. He aquí un caso notabilísimo de la distribución heterogénea de las sustancias plásticas con respecto á un plano perpendicular al eje *c e* (fig. 12 β).

En esa célula, en que las partes constitutivas del protoplasma están desigualmente distribuídas, es posible que una sustancia, indispensable para la vida elemental manifiesta de la célula, esté *absolutamente* localizada en esta ó la otra parte del protoplasma. Si á esa célula se

la privara entonces por merotomía de dicha parte protoplásmica, llegaría á ser tan incapaz de asimilación como un protozoo desprovisto de núcleo, y estaría condenada á una destrucción cierta. Jamás ocurría esto en los protozoarios, en los que hemos visto que un trozo de núcleo rodeado de una capa de protoplasma bastaba siempre para regenerar la plástida. Es imposible hacer la merotomía en el caso que examinamos, y no daría resultado definitivo, por otra parte, sino cuando una sustancia esencial estuviera absolutamente localizada en la prolongación muscular, por ejemplo, en tanto es posible que esa sustancia sea tan sólo más abundante en aquel lugar sin que el resto del elemento esté por completo desprovisto de ella. Veremos más adelante experimentos de merotomía decisivos en casos de diferenciación más adelantada.

En otra especie de celenterios, el elemento mixto que acabamos de estudiar se complica ligeramente, el núcleo se segmenta y uno de los trozos se sitúa en la parte muscular, que por estrangulación se separa muy pronto en parte del resto del elemento primitivo (fig. 14 B). Tenemos así dos masas nucleadas reunidas por una parte protoplásmica muy tenue. ¿Son realmente dos plástidas, diferentes tan sólo de las ordinarias por la comunicación que entre ellas subsiste? No es evidente *à priori*. Hace un momento, en la célula A, la intervención de *todas* las partes podía ser indispensable para la vida elemental manifiesta. En B tenemos, sí, dos núcleos; ¿pero contiene cada una de las masas nucleadas *todo* lo que es necesario para la vida elemental manifiesta? Nada nos da derecho á suponerlo, puesto que la segmentación no ha sido igual y que solamente el conjunto de las dos plástidas nos aparece completo. En este caso también, sería necesario un experimento de merotomía imposible de verificar.

En esta misma especie, una etapa más avanzada de

la diferenciación nos muestra tres elementos histológicos asociados (fig. 14 C), elementos que pueden llamarse, según su modo de actividad, epitelial, nervioso y muscular, reunidos por dos filamentos protoplásmicos que se consideran como dos hilillos nerviosos, centrípeto el uno, centrífugo el otro, con respecto al elemento nervioso medio. En realidad, este sistema de tres elementos histológicos no es quizá comparable más que á una sola plástida trinucleada, cuyas tres partes, *a b c*, son profundamente diferentes y están unidas entre sí. Un experimento de merotomía podría solamente probarnos que cada uno de los elementos, considerado aisladamente, no es una plástida.

Constantemente, la diferencia de estos tres elementos es palmaria y su solidaridad también. Una modificación cualquiera que tenga lugar en el elemento epitelial, único que está en relación con el exterior, no se traduce á nuestra vista sino por una contracción del elemento muscular (1). Evidentemente, por tanto, hay transmisión de *a* á *c* y también una diferencia considerable en la naturaleza de los tres elementos, de los que uno sólo se contrae.

Cuando los filamentos *n* y *n'* son suficientemente largos (2), se observa que la transmisión de *a* á *c* es rapidísima. Si los filamentos son sumamente delgados, es difícil de concebir el transporte efectivo de sustancia en tales condiciones de velocidad. La acción de un punto al punto próximo es más verosímil, y si se admite esta última hipótesis, he aquí cómo se presenta la vida elemental manifiesta de nuestro sistema de tres elementos asociados. Modificada una molécula en el origen del filamento *n*, la modificación química pasa á una molécula

---

(1) Véase anteriormente la explicación de la transmisión química sin transporte efectivo de sustancia (nota de la pág. 150).

(2) Como ocurrirá en los vertebrados.

del elemento  $b$ , y permite de esta suerte la producción en  $b$  de ciertas reacciones imposibles sin ella. Una molécula del origen del filamento  $n'$  se encuentra, por consiguiente, modificada, y, en virtud de una trasmisión del mismo orden, ciertas reacciones, hasta entonces imposibles, tienen lugar en  $c$  y se nos manifiestan al exterior por la contracción de este elemento.

El conjunto de todos estos fenómenos sucesivos se traduce en la ecuación II para *todo* el sistema. La observación nos obliga á admitir que en cada uno de esos elementos  $a b c$ , considerados separadamente, la síntesis de las sustancias plásticas de ellos se realiza *in situ*, puesto que cada uno de ellos conserva sus caracteres propios. Por esto, cada uno parece una plástida, pero en realidad la síntesis de una molécula de sustancia plástica no tiene lugar en  $c$ , por ejemplo, sino por una reacción en la que interviene una molécula procedente del filamento  $n'$ . Dicho de otro modo, no podría haber para las sustancias plásticas de  $c$  una ecuación análoga á la ecuación II, no teniendo en cuenta más que las sustancias de  $c$  y las del medio (1).

En el caso que acabamos de estudiar, la formación de elementos anatómicos que son *plástidas incompletas* está tomada de la realidad, en el curso mismo del desarrollo. La segmentación desigual procedente de una distribución heterogénea de las sustancias plásticas, nos ha mostrado la célula epitelio-muscular deviniendo una asociación de dos elementos, epitelial y muscular; luego de tres elementos, epitelial, nervioso y muscular. Sería

---

(1) Los autores que consideran la acción nerviosa de naturaleza puramente física, deben pensar que los elementos  $a b c$  son plástidas completas cuya vida elemental manifiesta exige, á más de las condiciones normales de temperatura y de medio, un nuevo agente físico. Insistiré más adelante en las graves dificultades que provoca esta teoría.

preciso subir poco á poco la escala de los seres y seguir la complicación creciente de la diferenciación histológica; pero esto nos llevaría á pormenores demasiado prolijos. Por otra parte, hay numerosos vacíos en la historia de la histogénesis de muchos grupos zoológicos. Lo que acabamos de ver basta para darnos cuenta de cómo se explica la diferenciación histológica y de la existencia de plástidas incompletas. Entraré, pues, inmediatamente en el estudio de los metazoarios de organización superior y mejor conocidos desde el punto de vista fisiológico, los vertebrados, y consideraré esos seres en su edad adulta, sin preocuparme de la historia todavía oscura de la génesis de sus tejidos. Observaremos claramente en esos seres superiores la existencia de plástidas incompletas, cuya naturaleza nos permiten afirmar experimentos de merotomía y cuyo estudio nos enseñará la importante ley de la *asimilación funcional*. Pero es necesario, antes de llegar á esto, dar algunas nociones acerca del *medio interior* y sobre el *sistema nervioso*.

---

## CAPÍTULO XIX

---

### Medio interior.

Cuando hemos estudiado las plástidas viviendo aisladas, hemos sido inducidos á considerar su vida elemental manifiesta como el conjunto de las reacciones que tienen lugar *directamente* entre las sustancias de las plástidas y el medio. La evolución individual de las plástidas variaba según que el medio era ilimitado ó restringido. No ocurre lo mismo cuando se trata de los metazoarios, y especialmente de los más elevados entre ellos, los vertebrados. Basta leer un tratado de Fisiología elemental para comprenderlo. Ni uno solo de los elementos histológicos que constituyen un vertebrado limita su actividad química á cambios directos con el medio exterior. La superficie del cuerpo está constituida en parte por elementos protectores que se oponen á los cambios directos con el medio, en parte por elementos que permiten estos cambios entre el medio exterior y el *medio interior*.

Hemos encontrado ya, en el capítulo anterior, un primer ejemplo de ese medio interno en el contenido de la cavidad de segmentación. Pero mientras que, en la blástula, los cambios directos con el exterior eran, por lo menos, tan importantes para nosotros como los cambios

con el líquido interno, los elementos histológicos del vertebrado reaccionan sobre todo, y aun casi exclusivamente, con el medio interior.

La superficie de los pulmones permite los cambios gaseosos; la de una parte del tubo digestivo, los cambios líquidos, etc... Realícense esos cambios directamente ó por mediación de la actividad de ciertos elementos superficiales, no por ello es menos verdad que, aún tratándose de esos elementos superficiales, el medio exterior sería insuficiente para que se cumpliera la condición número 1.

Se debe considerar al vertebrado como un saco cerrado por todos lados (1), y cuya pared es, según los lugares, permeable ó impermeable á los líquidos ó á los gases. La pared del saco está formada únicamente de elementos histológicos particulares, los elementos epiteliales, á veces recubiertos al exterior de una capa protectora de sustancia inerte. Todos los demás elementos histológicos están contenidos en ese saco, y todo lo que en el saco no es elemento histológico constituye el medio exterior.

Hay que ponerse de acuerdo en este punto de definición. Todo lo que en el saco que constituye el organismo no es sustancia plástica, formando parte de una plástida (séalo completa por sí misma ó formada por una asociación de plástidas incompletas), es parte del medio interior, hasta las sustancias no plásticas que están incluidas dentro de los elementos histológicos. Esto es importantísimo. Por ejemplo, cuando diga que un músculo crece, querré decir que en él se verifica una asimilación que determina el aumento en cantidad de sus sustancias plásticas, fenómeno que puede ser concomitante de una disminución de peso de lo que se llama vulgar-

---

(1) Salvo algunas raras excepciones, poco importantes para lo que tratamos.

mente el músculo, es decir, del músculo con su grasa, sus sustancias de reserva de cualquier especie, etc. Cuando diga que hay crecimiento, podrá, pues, en realidad, haber adelgazamiento, si el aumento de las sustancias plásticas no equilibra (y así ocurre las más de las veces) la pérdida de peso de las sustancias no plásticas anejas al músculo. Trazo de una vez para siempre una línea de separación bien clara entre el organismo y el medio interior, definiendo éste como el conjunto de *todo* lo que en el cuerpo no es sustancia plástica que forme parte de una plástida.

Los fenómenos macroscópicos de la fisiología, respiración, nutrición, función excrementicia, son cambios entre el medio exterior y el interior, es decir, la respiración, la nutrición, la excreción del medio interior del vertebrado, y no deben, por tanto, en manera alguna, compararse con los fenómenos que malamente llevan los mismos nombres en las plástidas que viven aisladas.

Entre el medio interior y los elementos histológicos se verifican los cambios que permiten la manifestación de la vida elemental de estos últimos. Del medio interior toman esos elementos las sustancias Q y expelen (1) las sustancias R de su ecuación II. El medio interior es, por tanto, muy complejo. El conjunto de su composición, en un momento dado, resulta de sus cambios, con el medio exterior de un lado, con todos los elementos histológicos de otro. La circulación agita constantemente ese medio interior.

Pues bien, cuanto más superior es el organismo de un animal, más numerosos y diferenciados son sus elementos histológicos, más precisas también las condiciones de medio necesarias á cada uno de los elementos. Es preciso que el medio en que vive un elemento histológico determinado, y al que se ha acomodado, perma-

---

(1) Es preferible decir: producen.

nezca entre límites de composición cada vez más próximos á medida que el animal es más perfecto. Las mismas condiciones físicas han de ser muy poco variables (animales de temperatura constante).

El mecanismo de las reservas (1) facilita la realización de todos estos fines; pero esa realización, sin embargo, no es siempre perfecta, según veremos más adelante al estudiar los fenómenos de fatiga. Se concibe, en todo caso, la necesidad de una coordinación casi invariable entre los diversos elementos constitutivos del organismo, y que la falta momentánea de ella puede producir perturbaciones generales en el organismo. Por ejemplo, si por una causa accidental gran número de elementos resultan destruidos, resultarán variaciones en el medio, que no permanecía constante sino cuando todos los elementos coexistían. Lo mismo ocurrirá si plástidas extrañas, introducidas accidentalmente en el medio, toman de él las sustancias Q y vierten las sustancias R de su vida elemental manifiesta (enfermedades microbianas).

Insistiré más adelante en estas cuestiones de coordinación, á propósito de la muerte. Comprendiendo la vida, tal como la hemos definido, todas las manifestaciones de conjunto de la asociación de plástidas que constituyen un animal, y, además, todas las reacciones que provienen en cada plástida del influjo de las plástidas vecinas, esa coordinación de que acabo de hablar viene á ser naturalmente uno de los atributos más característicos de la vi-

---

(1) Las reservas deben considerarse las más de las veces, si no siempre, como resultado de la actividad química de las plástidas en la condición núm. 2. Hemos visto ya (pág. 180) que los productos de la destrucción de ciertas plástidas vienen á ser sustancias Q con relación á otras ó aún á plástidas de la misma especie. Comprendemos entonces que un músculo que trabajando se desarrolla adelgace al mismo tiempo, y que, por el contrario, el músculo que descansa engruese cuando se destruye.

da. El término de esa coordinación acarrea el de la vida, es decir, la muerte.

Tengo que hacer notar una vez más á este propósito cuán ilógico es comparar el conjunto de los fenómenos que presenta un metazoario y el de los que presenta un protozoario, confundir en una misma denominación la *vida* y la *vida elemental manifiesta*. Respecto á los movimientos generales, por ejemplo, los cambios directos entre el animal y el medio lo explican todo en el protozoario. No intervienen, por decirlo así, generalmente en los vertebrados, cuyos movimientos se deben á reacciones que tienen lugar en el interior del animal.

---

## CAPITULO XX

---

### Sistema nervioso.

Hemos tenido una primera idea del sistema nervioso al estudiar el elemento epitelio-neuro-muscular de ciertos celenterios. No puedo extenderme aquí en la descripción anatómica é histológica de este sistema en los vertebrados, descripción que puede encontrarse en todos los tratados de Zoología y de Fisiología. Voy solamente á estudiar los movimientos reflejos en cuanto aclaran la teoría de las plástidas incompletas expuesta en el capítulo XVIII.

Se creía antes que todos los elementos nerviosos se hallaban en continuidad de sustancia por las prolongaciones llamadas protoplásmicas de sus células. Los nuevos métodos histológicos parecen haber probado que no hay nada de eso y que solamente están contiguas esas prolongaciones. El elemento nervioso se compone de una masa protoplásmica nucleada (fig. 15), que emite en todos sentidos prolongaciones ramificadas, una de las cuales tiene estructura notable (que se encontrará descrita en los tratados de Histología) y se ramifica á su vez en su extremidad distal en varias ramitas muy separadas. Según las partes del sistema nervioso en que se estudia, ese elemento presenta modificaciones bastan-

te profundas, pero conserva siempre el mismo tipo fundamental.

Considero, por ejemplo, un elemento nervioso que forma parte de los centros motores de la médula espinal. Las ramitas de su prolongación están en *continuidad* íntima con la sustancia de una ó de varias fibras musculares, como lo representa muy esquemáticamente la figura 15. Esas ramitas penetran efectivamente hasta el protoplasma de las fibras musculares. Hay continuidad absoluta entre el nervio y el músculo, aun cuando las últimas prolongaciones de aquel puedan distinguirse aún,

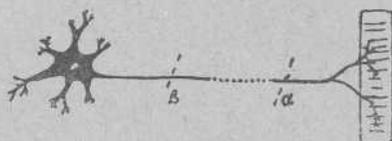


FIGURA 15.

por procedimientos especiales, en el interior de la fibra muscular (1).

¿No hay ahí una asociación enteramente comparable, desde el punto de vista de la continuidad de sustancia, con el elemento epitelio-muscular binucleado de los celenterios? (fig. 14 B). Pero en este caso la prolongación es extremadamente larga y puede verificarse la merotomía. Pues bien, el resultado de ella es la degeneración, caso de que un fenómeno de cicatrización no reproduzca las conexiones primitivas.

(1) La continuidad que existe entre el nervio y el músculo es del mismo género que la que hay entre el núcleo y el protoplasma de una plástida. No hay envoltura de sustancia R que separe las sustancias plásticas, puesto que la de este género que rodea al nervio es continua con la que rodea al músculo al nivel de la lámina muscular.

Supongamos que el corte se hace en  $\alpha$  (fig. 15). La parte de la prolongación situada á la derecha de  $\alpha$  degenera muy rápidamente, lo cual prueba que siendo muy especializados los núcleos de los elementos musculares, la conexión (1) con ellos de cierta cantidad de sustancia de la prolongación no basta para mantener á ésta en la condición núm. 1; pero, resultado mucho más importante, el elemento muscular y el nervioso separados por el experimento de merotomía degeneran á *la larga* en un medio en que elementos similares vecinos, que han conservado sus conexiones recíprocas, siguen prosperando.

Esto prueba, con la mayor evidencia, que los dos elementos de que tratamos son *plástidas incompletas*. La asimilación no es posible sino cuando se asocian esos dos elementos en relación de continuidad, lo que sólo verifica, por definición, una plástida completa. ¿Pero cómo tiene lugar la asimilación en la reunión de ambas? En ciertos vertebrados hay prolongaciones nerviosas que pueden alcanzar longitudes que asombran, un metro y más. He discutido anteriormente (véase pág. 150) la probabilidad de un transporte directo de sustancia de un extremo á otro de una prolongación protoplásmica de esa longitud, y he demostrado que es más verosímil la creencia en la trasmisión de un punto á otro, análoga á la que Grothus ha imaginado existir entre los dos electrodos de un voltámetro.

Esa trasmisión constituye lo que se llama acción nerviosa. Va acompañada de fenómenos físicos (eléctricos, por ejemplo), y ciertos autores llegan á considerarla como un fenómeno puramente físico. La discusión de estas diversas teorías no tiene sino muy escaso interés para el fin que perseguimos, puesto que *la ley de la asimilación funcional resultará con igual claridad, ya se consideren*

---

(1) Conexión, en el sentido de la nota anterior.

*los elementos anatómicos como plástidas completas que exigen una condición física especial ó como plástidas incompletas.* Hay, sin embargo, un fenómeno que milita en favor de la teoría de una trasmisión química de un punto á otro.

Según el experimento de merotomía hecho anteriormente, se ve poco á poco, con particularidades de por menor que no entro á examinar, que la prolongación cortada se alarga de un modo que, si se la deja tiempo, renueva sus conexiones primitivas con los elementos musculares de que había sido separada. Es un fenómeno de regeneración análogo al que hemos observado anteriormente en los protozoarios, y que tiene lugar mucho más rápidamente que la degeneración de la misma célula nerviosa. ¿Cómo admitir que un simple fenómeno físico determine el alargamiento de la prolongación nerviosa? ¿No es mucho más verosímil la trasmisión química de un punto á otro? Esa trasmisión se verifica, como hemos visto anteriormente, por una serie de destrucciones y de reconstituciones moleculares. ¿Pero, entonces, produciendo por un procedimiento cualquiera, en cualquier punto, una destrucción molecular en la prolongación nerviosa, se obtendría una trasmisión de igual naturaleza? Pruébalo precisamente la experiencia. Si en  $\alpha$  (fig. 15), después de la merotomía, pincho fuertemente la extremidad del trozo de nervio que ha permanecido en conexión con el músculo, obtengo en la extremidad distal, en el músculo, un efecto idéntico al de la acción nerviosa común. He determinado una acción nerviosa.

Preveo aquí una objeción. ¿Cómo ocurre, si el elemento nervioso no constituye por sí solo una plástida, cómo ocurre que separado del elemento histológico que le completa pueda regenerar una de sus partes? Los dos fenómenos son, sin embargo, bien conocidos. *A la larga* un elemento nervioso, privado de sus conexiones periféricas normales, se atrofia, y, por otra parte, la prolongación nerviosa cortada se regenera. La contradicción en-

tre ambas proposiciones no es más que aparente, porque privado el filamento nervioso de una parte distal, puede regenerarse á expensas de la sustancia protoplásmica preexistente de la célula nerviosa, sin que la síntesis de nueva cantidad de esa sustancia sea necesaria; pero si á la larga nuevas conexiones no restablecieran la plástida en su integridad, el elemento nervioso entero acabaría por desaparecer. Dicho de otro modo, en la condición núm. 2, puede deformarse y crecer su filamento, pero si nuevas conexiones no restablecen la condición núm. 1, la destrucción proviene fatalmente de la condición núm. 2 prolongada (1).

Demasiado conocida es la historia de los reflejos para que me detenga en ella. Quiero solamente dar una idea en relación con las consideraciones precedentes. El reflejo más sencillo debe considerarse, en último término, como resultado del influjo de la vida elemental manifiesta de una plástida completa (elemento periférico + elemento nervioso centripeto) sobre una plástida completa vecina (elemento nervioso centrifugo + elemento periférico). Los cambios de sustancias plásticas no tendrían lugar sino en la extensión de una plástida completa, y serían solamente fenómenos físicos (ó quizá sustancias R) resultantes de la vida elemental manifiesta de esa plástida las que influyeran en la plástida vecina.

Consideremos una superficie periférica sensible (figura 16 a). Sabemos que es sensible á una acción mecánica exterior determinada, acción que, en ciertos casos, no ejercería influjo alguno directo sobre el nervio corres-

---

(1) En el experimento de merotomía que acabo de estudiar, la destrucción del músculo se conoce mucho mejor y es mucho más clara que la de la célula nerviosa. Esto puede obedecer únicamente á que los fenómenos musculares son más evidentes que los nerviosos, y también quizá á que el elemento nervioso es de alguna suerte menos incompleto que el muscular.

pondiente (1) (excitabilidad propia del elemento, véase página 153).

Según hemos visto, tratando de la excitabilidad, hay que interpretarla de esta suerte: La acción mecánica exterior de que se trata determina en el protoplasma del elemento periférico una reacción química. Ahora bien, el elemento nervioso centripeto, que completa como plástida ese elemento periférico, tiene prolongaciones que entran en su sustancia misma. Esas prolongaciones serán, pues, impresionadas por la reacción química que la excitación exterior ha determinado en el elemento peri-

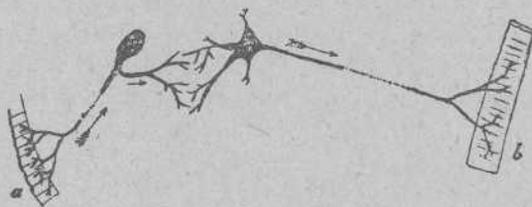


FIGURA 16.

férico; pero sabemos que toda reacción química producida en un punto de un elemento nucleado va seguida de trasmisión al núcleo de dicho elemento.

La excitación exterior adecuada á la naturaleza del elemento periférico sensible que estudiamos, determinará, por tanto, un *influxo nervioso nucleípeto*. Y lo que no sabíamos todavía, pero que debíamos prever y nos enseña la observación actual, es que ese influxo nervioso nucleípeto va seguido de otro nucleífugo, que notaremos por sus efectos y que prueba haber acción sucesiva y

(1) Véase en un Tratado de fisiología la cuestión de la *energía específica*. Es el estudio del hecho de que ciertos elementos histológicos periféricos son *excitables* por agentes exteriores que no influyen en elementos de naturaleza distinta.

recíproca, primero, del protoplasma sobre el núcleo, luego, del núcleo sobre el protoplasma.

El influjo nervioso se nos presenta, pues, como un caso particular de la conductibilidad protoplásmica estudiada anteriormente, caso cuya particularidad se debe á la gran longitud de las prolongaciones protoplásmicas del elemento nervioso. Ahora bien, esa acción nerviosa, esa trasmisión sabemos que es uno de los fenómenos de la vida elemental manifiesta del elemento considerado. Va, por tanto, acompañada de asimilación y de producción de sustancias R. Insistiré más adelante en el fenómeno de asimilación. La producción de sustancias R es quizá uno de los factores de la acción que ejerce el elemento nervioso, considerado en curso de vida elemental manifiesta, sobre un elemento vecino cuyas prolongaciones afectan relación de contigüidad con las suyas. Quizá esas sustancias R, producidas en el curso del fenómeno anterior, actúan químicamente sobre las prolongaciones del elemento vecino, de manera que determinan en él una trasmisión análoga á la que ha tenido lugar en el primero. Quizá también hay que buscar la causa de esa acción en uno de los fenómenos físicos (eléctricos, por ejemplo), que acompañan á la actividad del primer elemento, fenómeno físico que obraría sobre el segundo elemento nervioso, como la excitación mecánica exterior ha obrado primitivamente sobre el elemento periférico.

En todo caso, notamos que hay influjo de la vida elemental manifiesta del elemento nervioso de la primera plástida sobre el elemento nervioso de la segunda, en la que observamos que se producen efectivamente fenómenos análogos á los que han tenido lugar en la primera: primero, trasmisión nucleípeta; luego, trasmisión nucleífuga por la prolongación nerviosa. Sabemos que hay que considerar probablemente esa trasmisión por la prolongación nerviosa como un fenómeno químico, que

se produce de un punto á otro y se traduce, en definitiva, por modificación química de una ó de varias moléculas de su extremidad distal, moléculas que vienen á añadirse al elemento periférico incompleto (músculo, glándula,

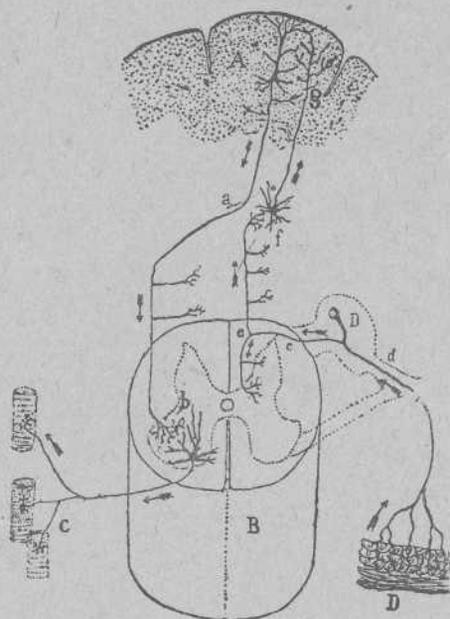


FIGURA 17.

Esquema de la marcha de las incitaciones motoras voluntarias y de las excitaciones sensibles conscientes (según Cajal).

A, región psico-motora de la corteza cerebral. — B, médula espinal. — C, fibra muscular. — D, piel.

etcétera) y en él completan las condiciones de la vida elemental manifiesta. El resultado de este fenómeno complicado, el reflejo, será, pues, que la vida elemental manifiesta de un músculo ó de una glándula, con sus manifestaciones específicas ordinarias (contracción, secre-

ción), habrá sido provocada por una excitación mecánica exterior, actuando sobre un elemento periférico enteramente distinto, en el punto de partida del reflejo.

Se ve, pues, como anunciaba anteriormente, que el reflejo más sencillo debe ser, en último término, considerado como producto de la acción de la vida elemental manifiesta de una plástida completa (elemento periférico + elemento nervioso centripeto) sobre una plástida completa vecina (elemento nervioso centrifugo + elemento periférico).

He aquí un efecto de la dependencia de unas con respecto á otras de las diversas plástidas que constituyen un metazoario, que, á causa de la extremada longitud de los elementos nerviosos, es mucho más notable que aquellos á que aludía anteriormente al caracterizar la vida (pág. 222). Dos elementos histológicos situados *muy lejos* uno de otro pueden, sin embargo, estar enlazados de tal manera que la actividad del uno, determinada por un agente exterior, determine fatalmente la actividad del otro.

Pues bien, ese fenómeno de dependencia es todavía mucho mayor de lo que parece después del estudio del reflejo *más sencillo*.

Las prolongaciones de la primera célula nerviosa no están contiguas á las de otra célula solamente, sino á las de varias otras células de la médula espinal, que á su vez entablan relaciones de contigüidad con otras y así sucesivamente, de manera que la excitación (física ó química) que actúa en la última célula nerviosa considerada y se trasmite por ella á un músculo, por ejemplo, puede haber recorrido, antes de llegar á él, un camino muy complejo, como lo indica la fig. 17, que tomamos de Cajal (1).

---

(1) Remito al lector á la obra de Cajal, *Nuevas ideas sobre la constitución del sistema nervioso*.

Otro resultado de la existencia de relaciones de contigüidad entre cada célula nerviosa y *varias otras* células nerviosas, es la generalización á una parte, á veces muy grande, del organismo, del efecto de una excitación exterior que haya alcanzado á un solo elemento periférico. Esta última nota nos conducirá más tarde á la noción más clara de la individualidad.

La teoría de las plástidas incompletas (1), en la que he basado esta explicación de los fenómenos reflejos, deja quizá mucho que desear, aunque parece proceder naturalmente del estudio del paso de los protozoarios á los metazoarios. En todo caso, conduce directamente á la ley de la *asimilación funcional*, ley que parece estar en un principio en contradicción con todos los hechos conocidos de la historia de los vertebrados, pero que no es en realidad incompatible más que con hipótesis generalmente admitidas para explicar estos hechos, y que concuerda, por el contrario, maravillosamente con gran número de fenómenos difíciles de comprender sin ella.

---

(1) Esta teoría es incompatible con la hipótesis de la naturaleza puramente física de la acción nerviosa. He dicho ya qué hechos militan contra esa hipótesis, pero, aun admitiéndola, llegamos, sin embargo, aun cuando menos directamente, á la ley de la asimilación funcional.

---

## CAPÍTULO XXI

---

### Ley de la asimilación funcional.

Copio el pasaje siguiente de un Tratado didáctico que es actualmente una autoridad: los *Elementos de Fisiología humana* de L. Frédéricq y J.-P. Nuel, porque en él creo haber de hallar la expresión fiel de las ideas que hoy se admiten generalmente. «Como el trabajo, las contracciones musculares *gastan ciertos principios químicos de la sustancia contráctil, esos principios acaban por agotarse.* Después de varias excitaciones, el músculo aislado se contrae con menos fuerza, y es preciso que el excitante sea más enérgico para que se origine la contracción. Por último, el músculo se niega en absoluto á reaccionar. El músculo aislado y cansado recobra su contractibilidad, se restaura si se le deja descansar ó si se hace pasar á través de sus vasos sangre oxigenada... *El fenómeno fundamental en el músculo que funciona es una reacción química, un desgaste de ciertos principios de la sustancia contráctil...*»

Paréceme imposible comprender en lo que antecede otra cosa que esto: «*El funcionamiento de un músculo tiene por resultado disminuir la cantidad de sus sustancias plásticas*», es decir, todo lo contrario de lo que hemos hecho notar en una plástida aislada cualquiera en el es-

tado de vida elemental manifiesta. Pero, entonces, durante el reposo del músculo, ¿se repararía esa pérdida de sustancias á expensas de los elementos tomados del medio? Es absolutamente contrario á lo que se observa. Un músculo en reposo se atrofia, degenera. Copio otro pasaje del mismo libro que sigue muy de cerca al citado: *La simple falta de ejercicio muscular, la ausencia prolongada de contracciones, atrofia los músculos.* Es cosa que se observa por lo regular si, á consecuencia de una luxación persistente, de una anquilosis, etc., ciertos músculos permanecen mucho tiempo inactivos. Por el contrario, *el ejercicio sólo basta para hipertrofiar los músculos.* Pruébalo la hipertrofia del corazón cuando la sangre no circula bien, los músculos abultados de la pantorrilla de los bailarines, los biceps voluminosos de los herreros y los panaderos y los resultados higiénicos y terapéuticos de la gimnasia. «Los autores explican estos fenómenos por el hecho de que la circulación sanguínea y linfática, y, por tanto, la nutrición íntima, no se realizan bien en el músculo sino cuando se contrae de tiempo en tiempo» (1). Se ve inmediatamente cuán poco fundamento tiene esta explicación si, como el autor dice, el músculo se desgasta cuando se contrae y se atrofia cuando está parado.

Hay, pues, contradicción evidente entre los dos pasajes sucesivos del mismo libro. Como procede precisamente de la interpretación, á mi entender equivocada, de los fenómenos de funcionamiento, se encuentra con frecuencia en los escritos de Claudio Bernard, y voy á presentar algunos ejemplos para responder al cargo que

---

(1) El influjo nervioso que la determina, y no la contracción, desarrolla el músculo. Podéis hacer funcionar maquinalmente todo cuanto queráis un miembro cuyo nervio ha sido cortado; no por ello dejarán sus músculos de atrofiarse. Ahora, si el hecho se explicara realmente por la circulación, habría, por el contrario, hipertrofia rápida en estas condiciones.

se me ha hecho de haber atribuido al ilustre fisiólogo un modo de ver distinto del que realmente tenía (1).

«Considero que hay necesariamente en el sér vivo dos órdenes de fenómenos:

»1.º Los de creación vital ó de síntesis organizadora.

»2.º Los de muerte ó destrucción orgánica.

»Es necesario explicar, en pocas palabras, lo que entendemos por *creación* y *destrucción* orgánica.

»Si, desde el punto de vista de la materia inorgánica, se admite con razón que nada se pierde ni se crea, desde el del organismo no ocurre lo mismo (?). En el sér vivo todo se crea morfológicamente, se organiza, y todo muere, se destruye. En el huevo que germina, los músculos, los huesos, los nervios aparecen y ocupan su lugar, repitiendo la forma anterior de que el huevo procede. La materia ambiente se asimila á los tejidos, ya como principio nutritivo, ya como elemento esencial. El órgano se crea, desde el punto de vista de su estructura, de su forma, de las propiedades que manifiesta.

»Por otra parte, *los órganos se destruyen, se desorganizan á cada momento por su mismo funcionamiento*, y esta desorganización constituye la segunda fase del gran acto vital.

»El primero de estos dos órdenes de fenómenos es el único que no tiene directamente otros análogos. Es particular, especial al sér vivo. *Esa síntesis evolutiva es lo que existe verdaderamente vital*. Recordaré con este motivo la fórmula que he significado hace ya mucho tiempo: «La vida es la creación» (2).

»El segundo, por el contrario, la destrucción vital, es de orden fisico-químico, las más de las veces resultado

(1) Vuillemin, *Assimilation et activité*. C. R. Acad. Sc., Febrero de 1886.

(2) Todo lo que contiene este párrafo es rigurosamente exacto. Lo que contienen los anteriores y los siguientes es su contradicción formal. ¿Qué es un fenómeno de creación que sólo se mani-

de una combustión, de una fermentación, de una putrefacción (?), de una acción, en una palabra, comparable á gran número de hechos químicos de descomposición ó de desenvolvimiento. Son éstos los verdaderos fenómenos de muerte cuando se aplican al sér orgánico.

»Y, cosa digna de notarse, somos en este caso víctimas de una ilusión habitual, *y cuando queremos designar los fenómenos de la vida, indicamos en realidad fenómenos de muerte.*

«No nos sorprenden los fenómenos de la vida. *La síntesis organizadora permanece interior, silenciosa, oculta en su expresión fenomenal, reuniendo sin ruido los materiales que han de gastarse.* No vemos directamente esos fenómenos de organización. Sólo el histólogo, el embriogenista, al seguir el desarrollo del elemento ó del sér vivo, percibe cambios, fases que le revelan este trabajo escondido. Aquí, un depósito de materia; allí, una formación de cubierta ó de núcleo; allá, una división ó multiplicación, una renovación.

»Por el contrario, los fenómenos de destrucción ó de muerte vital son los que nos saltan á la vista y los que nos llevan á caracterizar la vida. Sus signos son evidentes, brillantes, *cuando se produce el movimiento al contraerse un músculo; cuando la voluntad y la sensibilidad se manifiestan, cuando el pensamiento funciona; cuando la glándula segrega, la sustancia de los músculos, de los nervios, del cerebro, del tejido glandular se desorganiza, se destruye y consume.* De suerte, que *toda manifestación de un fenómeno en el sér vivo va necesariamente unida á una destrucción orgánica,* y es lo que he querido expresar cuando, en forma paradógica, he dicho en otro lugar (*Revue des Deux Mondes,*

---

fiesta por fenómenos de destrucción? Algo absolutamente confuso é incomprensible, y todas estas contradicciones son, lo repito, consecuencia del error de creer que los fenómenos de funcionamiento, de *actividad vital,* no se realizan sino á costa de destrucción orgánica.

1875), LA VIDA ES LA MUERTE» (*Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 39).

He demostrado ya (pág. 190) que, respecto á los seres monoplástidos al menos, esa supuesta paradoja oculta un error absoluto. Se puede traducir en suma en el lenguaje adoptado aquí: la condición núm. 1 es la número 2, lo cual, como se dice en matemáticas, es absurdo.

Sin embargo, es ciertamente lo que piensa Claudio Bernard, y nó es ilusión achacárselo, porque dice más adelante:

«...Dividimos los fenómenos de la vida en dos grandes órdenes:

»1.º Los de desgaste, de *destrucción vital*, que corresponden á los fenómenos funcionales del organismo.

»2.º Los plásticos ó de *creación vital*, que corresponden al *reposo funcional* y á la regeneración orgánica.

»Todo lo que tiene lugar en el sér vivo se refiere ya á uno ya á otro de estos tipos, y la vida se caracteriza por el encadenamiento de esos dos órdenes de fenómenos. Esa división de los fenómenos de la vida nos parece la mejor de las que pueden proponerse en fisiología general. Es á la vez la más vasta y la que más se conforma á la verdadera naturaleza de las cosas. Cualesquiera que sean las formas que la vida pueda revestir, la complejidad ó la sencillez de esas formas, les es aplicable la división precedente» (*Ob. cit.*, pág. 25).

¿Qué es, pues, ese *reposo funcional* de que Claudio Bernard habla y que coincide con la generación orgánica? No es ciertamente la indiferencia química, ni se concibe que la síntesis orgánica coincida con la indiferencia química. Pero ¿qué es entonces? Puesto que la división anterior de los fenómenos vitales se aplica á todos los seres vivos cualquiera que sea *la simplicidad de sus formas*, debemos encontrar ejemplos *evidentes, brillantes* (Cl. B.) en el estudio de los seres monoplástidos. He de-

mostrado ya anteriormente (pág. 190) que no ocurre nada de eso. Una célula de levadura de cerveza, introducida en un mosto azucarado, le hace fermentar, y, *al mismo tiempo*, lejos de morir en él, se multiplica (condición núm. 1); ahora bien, ¿qué es el funcionamiento de la levadura de cerveza sino la fermentación del mosto? He aquí, pues, una síntesis orgánica que corresponde á los fenómenos funcionales del organismo, lo cual es lo contrario de lo que afirma Claudio Bernard. Pero, ¿y el descanso funcional? No puede corresponder más que á la condición núm. 2 ó á la núm. 3, es decir, á la destrucción orgánica más ó menos rápida ó á la indiferencia química. Me parece que este ejemplo es de una claridad absoluta. Pues bien, lo mismo ocurre con todos los que se tomen de los seres monoplástidos.

Quizá á causa de la dificultad, de la imposibilidad con que se ha tropezado para hallar en esos seres sencillos un caso de reposo funcional que coincida con una síntesis orgánica, según él ha afirmado que debía ocurrir (probablemente por el estudio de los seres poliplástidos), el ilustre fisiólogo ha querido hacer menos absoluta esa misma afirmación, y ha rectificado su claridad unas cuantas líneas más adelante, haciendo en extremo confusa la separación de los dos tiempos de la vida, que acababa de exponer tan luminosamente.

«Esos fenómenos se producen SIMULTÁNEAMENTE en todo sér vivo, *en un encadenamiento que no podría romperse*. La desorganización ó la desasimilación gasta la materia viva en los órganos *que funcionan*; la síntesis asimiladora regenera los tejidos. Reúne los materiales de reserva (1)

---

(1) ¿Gasta ahora, por tanto, la función del órgano las reservas y no su misma sustancia? Es verdad, lo veremos, pero es precisamente lo contrario de lo que el autor ha afirmado en la página 39, y hasta en la línea anterior: gasta la materia *viva* en los órganos en función.

que el funcionamiento ha de gastar. Esas dos operaciones de destrucción y de renovación, contrarias la una á la otra, son absolutamente *conexas é inseparables*, en el sentido al menos de que aquella es la condición necesaria de ésta. Los fenómenos de la destrucción funcional son los precursores ó instigadores de la renovación material, del proceso de formación que se verifica silenciosamente en el interior de los tejidos. Las pérdidas se reparan á medida que se producen, y como el equilibrio se establece en cuanto se ha roto, el cuerpo mantiene su composición».

Se ve bien que en todo este pasaje el autor considera los metazoarios, los vertebrados mismos, puesto que habla de *órganos* en función. Seguramente no los hay en la levadura de cerveza; toda ella *funciona* á la vez. Luego, según Claudio Bernard, toda la sustancia de la levadura de cerveza en función ha de desorganizarse, de destruirse. Pues bien, sabemos que se multiplica.

¿Hay un solo hecho conocido que permita afirmar lo que Claudio Bernard afirma, que sólo la destrucción orgánica va acompañada de fenómenos exteriores?

¿A qué querer *à priori* que las síntesis asimiladoras se realicen *silenciosamente* en el seno de los tejidos? La síntesis, como la destrucción, es una reacción química, y estamos acostumbrados á ver reacciones químicas, tanto sintéticas como analíticas, que van acompañadas, por ejemplo, de calor y de luz.

Creo que la manera de ver de Claudio Bernard, generalmente adoptada hoy, no puede explicarse sino por la ilegítima comparación entre un animal superior y un mecanismo, una máquina de vapor, por ejemplo, y que esa comparación ha procedido naturalmente del uso del mismo vocablo función, funcionamiento, tratándose de máquinas y de animales, según voy á tratar de demostrar.

¿Qué es el funcionamiento? Claudio Bernard define la función sólo en los seres superiores y de una manera teleológica. «La *función* es una serie de actos ó fenómenos agrupados, armonizados, *en vista* de un resultado fijo. Para que la función se realice intervienen las actividades de multitud de elementos anatómicos, pero la función no es la suma *brutal* de las actividades elementales de las células unidas. Estas actividades elementales se continúan unas á otras. Se armonizan y se conciertan de tal manera que concurren á un resultado común. Este resultado, que vislumbra el espíritu, enlaza y une esos fenómenos componentes, constituye la función» (*Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 370).

He aquí algo que va á traernos confusión, pues las palabras *función* y *funcionamiento* se refieren evidentemente á cosas distintas. Es preciso, no obstante, que la segunda se refiera á algo general á todos los seres, tanto monoplástidos como poliplástidos, puesto que Claudio Bernard la emplea en la división en dos grupos de los fenómenos de la vida para *todos* los seres vivos. Pues bien, en los protozoarios y los protofitos, la palabra funcionamiento no puede concebirse más que como un conjunto de fenómenos de la vida elemental manifiesta. Lo que llamamos funcionamiento de una plástida es algo por lo cual se nos hace manifiesto que la plástida vive. La levadura de cerveza funciona haciendo fermentar el mosto; el microbio, segregando su toxina; la amiba, deformándose; el infusorio, moviéndose sin cesar por medio de sus pestañas vibrátiles. Damos el nombre de funcionamiento al de los fenómenos de la vida elemental manifiesta de una plástida que nos sorprenden más especialmente en su especie. Es de orden químico (fermentación) para la levadura de cerveza, y el microbio (1); es de

---

(1) Como para las glándulas.

orden físico (movimiento) para el infusorio, la amiba (1) etcétera.

En un principio, la palabra funcionamiento se aplicó á las máquinas construídas por el hombre con determinado objeto, para realizar cierto trabajo. La máquina funciona haciendo el trabajo á que la destinaba el que la construyó. Ese trabajo es su función. Es, por tanto, naturalísimo que el uso de la palabra función traiga consigo una idea teleológica, la de fin que hay que realizar. Así ha sucedido, como lo prueba la definición de Claudio Bernard, cuando se ha aplicado, aparte las máquinas, la palabra funcionamiento á toda producción de un trabajo especial, y particularmente cuando ese trabajo era útil á alguien. De donde la idea natural de un plan preexistente y de la formación de todos los cuerpos en vista de su funcionamiento.

Así la levadura de cerveza *funciona* cuando nos fabrica cerveza con mosto. Ahora bien, en este caso particular es muy fácil ver que no podemos separar el funcionamiento de la vida elemental manifiesta, ni recíprocamente, la vida elemental manifiesta del funcionamiento. Dicho de otro modo, el funcionamiento es un fenómeno de la condición núm. 1.

Lo mismo ocurre con todas las plástidas aisladas, y no puede proceder ciertamente de su estudio la idea de una destrucción orgánica durante la actividad y de una reparación durante el descanso.

Claudio Bernard define la función solamente en los animales superiores. Hay, en efecto, notable coordinación entre los diversos actos que ejecutan los distintos órganos. Es, pues, naturalísimo suponer que cada órgano funciona con objeto determinado. Ahora bien, lo cual no tenía lugar ha poco con la levadura de cerveza en la condición núm. 1, el funcionamiento es intermiten-

---

(1) Como para los músculos.

te. Un músculo funciona contrayéndose, pero no se contrae constantemente. En el intervalo de sus períodos de funcionamiento decimos que descansa. Ahora bien, el músculo está *vivo*. Hay, pues, en este caso algo que parece nuevo, la vida con funcionamiento y la vida sin funcionamiento. Sabemos que se trata de una apariencia, de una ilusión, que depende de un abuso de palabras, de la forma de participio del adjetivo viviente.

La levadura de cerveza en la condición núm. 3 es viviente y no vive, no se halla en disposición de vivir. ¿El músculo que no se contrae, está en disposición de vivir? Sin duda, se dirá, puesto que forma parte de un cuerpo vivo y activo.

En este caso aparece claramente la necesidad de distinguir la vida de una aglomeración poliplástida y la vida elemental manifiesta de sus elementos. Desde el punto de vista en que nos colocamos, no tenemos que preocuparnos de la vida (coordinación), sino solamente de la vida elemental (propiedad química), puesto que queremos solamente saber lo que pasa en un músculo, en un elemento muscular que funciona. Es, pues, necesario buscar una comparación en los seres monoplástidos.

Tiene un sér monoplástido dos estados de *actividad* química: la condición núm. 1 (vida elemental manifiesta, funcionamiento, *asimilación*), y la núm. 2 (*destrucción*, falta de funcionamiento). Hay también un estado de reposo químico, la condición núm. 3.

La comparación legítima de un elemento muscular con una plástida aislada nos lleva, por tanto, á admitir para él dos estados: condición núm. 1 (funcionamiento, *contracción*, *asimilación*); condición núm. 2 ó núm. 3, falta de *contracción* (*destrucción* ó reposo) (1).

---

(1) Veremos inmediatamente que hay que decir: condición núm. 2 (*destrucción*), puesto que ciertos fenómenos nos prueban que la núm. 3 (reposo) no se verifica.

La asimilación, la síntesis, la creación orgánica concordaría, por tanto, con el funcionamiento. Importa discutir este resultado, que está en contradicción respecto á los metazoarios con el modo de ver universalmente adoptado; pero preguntémosnos, ante todo, por qué se ha adoptado ese modo de ver, si se basa en una comparación tan legítima como la que acabamos de hacer.

Es muy cierto que cuando se realiza un trabajo mecánico representa un gasto, ¿pero por qué admitir desde luego que ese gasto recae sobre las sustancias del medio y las de reserva y no que coincide con una producción de sustancias plásticas en el elemento que trabaja?

Cuando se habla de trabajo se piensa naturalmente en la máquina, pero la comparación entre ella y el organismo vivo es imposible. La máquina de vapor gasta carbón y rinde trabajo; no ha variado al cabo de unas cuantas horas de estar funcionando. Su actividad ha sido exclusivamente física; cada una de sus fuerzas ha recibido un impulso procedente de la fuerza elástica del vapor y ha transmitido ese impulso sin modificarlo.

En el organismo vivo, por el contrario, no hay actividad puramente física. El músculo que se contrae es lugar de reacciones químicas en las que interviene su propia sustancia, las materias de reserva y las del medio. El fenómeno mecánico de la contracción del músculo acompaña á esas reacciones químicas, como el desprendimiento de calor á la combustión del hidrógeno. El trabajo resultante de la contracción ha hecho que se compare equivocadamente, se ve bien, el músculo á una máquina, y como *la máquina que funciona se gasta á la larga, se ha pensado que el músculo se gasta igualmente funcionando* (1).

---

(1) Y esto ha parecido tanto más natural cuanto que el músculo que trabaja *adelgaza*, pero la grasa no es sustancia plástica, sino elemento de reserva procedente de la actividad química de diversos elementos anatómicos en la condición núm. 2.

No veo otra cosa que pueda conducir á la idea de destrucción funcional admitida por Claudio Bernard, y estoy tentado, por lo tanto, á conceder más importancia á la comparación natural entre un elemento muscular y una plástida aislada que á la ilegítima entre ese elemento y una máquina física. No obstante, esta comparación no bastaría, si la conclusión que de ella se desprende no se comprobase *à posteriori* con entera claridad.

Formulemos primeramente esta conclusión. La glándula segrega; es su manera de funcionar. Pretendo que ese funcionar es concomitante de la asimilación, como ocurre en el microbio que segrega toxina. La secreción es uno de los fenómenos concomitantes de las reacciones de la vida elemental manifiesta de los elementos glandulares, como la fermentación respecto á la levadura. Lo mismo ocurre con el músculo que se contrae.

Por el contrario, aparte la actividad funcional, no puede haber, como ocurre constantemente en las plástidas aisladas, más que reposo químico ó destrucción lenta. No existe el primero, puesto que constantemente hay oxidación (respiración), por ejemplo, luego se da la segunda.

¿Qué debe resultar, pues, de todo esto? 1.º, que el órgano que funciona mucho se desarrolla, porque la asimilación funcional supera á la asimilación en reposo; nadie desconoce que la observación corriente nos lo prueba con abundancia. Los músculos de los luchadores son notables por su desarrollo; 2.º, que el órgano que no funciona en absoluto se atrofia (músculos de los miembros inmovilizados, órganos rudimentarios, etc.) He aquí hechos que parece difícil explicar si se admite el principio de Claudio Bernard.

He dicho que el período de reposo funcional coincide con la condición núm. 2 y no con la núm. 3. La respiración (oxidación) que es sabido se produce en un

músculo, aun en el estado de reposo, basta para probar que no hay en este caso indiferencia química. Ahora bien, no hay asimilación, según lo que acabamos de ver, luego se da la condición núm. 2, destrucción.

¿Qué resultados produce esa destrucción? Podemos darnos cuenta de ello refiriéndonos á lo que se ha dicho con anterioridad á propósito de la competencia vital (pág. 213). Cuando ciertas plástidas pasan á la condición núm. 2, hacen posible por el mismo hecho la condición núm. 1 de otras, devolviendo al medio, por su destrucción misma, sustancias Q necesarias para estas últimas.

Pues bien, sabemos, y en esto el reposo funcional es útil al conjunto de la asociación, que este período coincide con la «reunión de materias de reserva que el funcionamiento ha de gastar». (Claudio Bernard, *Ob. cit.*) Esas materias útiles para que se realice la condición núm. 1 provienen, por tanto, de la destrucción misma de las sustancias plásticas que se hallan en la condición núm. 2. La expresión corriente «*degeneración grasosa*» es en efecto, absolutamente comparable á la *degeneración* del protoplasma separado del núcleo en los experimentos de merotomía, es decir, á la condición núm. 2. Ahora bien, sabemos que en las gromias, por ejemplo, el producto de esa degeneración puede servir de alimento á la gromia nucleada.

Fácil es concebir otra causa del error admitido siguiendo á Claudio Bernard. He insistido anteriormente en la necesidad de distinguir con precisión lo que es sustancia plástica de lo que es medio interior. Un músculo que disminuye como tal puede *engrasar*; un músculo que aumenta como tal puede adelgazar. De donde, como el adelgazamiento sigue á la función, la creencia de que esta gasta los órganos como gasta las máquinas.

Pero, ¿qué es entonces el fenómeno de fatiga? «Después de varias excitaciones, el músculo aislado se con-

trae con menos energía y es necesario que el excitante sea mayor para que la contracción se verifique, hasta que, por último, el músculo deja de contraerse. El músculo aislado y *fatigado* vuelve á contraerse, se *restaura* si se le deja en reposo ó si se hace pasar por sus vasos sangre oxigenada.» (Frédéric et Nuel, *Ob. cit.*) Los autores atribuyen, recordémoslo, este fenómeno de fatiga á que «gastando las contracciones musculares ciertos principios químicos de la sustancia contráctil, esos principios acaban por agotarse». Sabemos que eso no es cierto. ¿Qué ocurre, pues, en realidad?

Cuando la levadura de cerveza ha permanecido largo tiempo en el mosto en que se hallaba en la condición núm. 1, sabemos que la acumulación de alcohol acaba por oponerse á su vida elemental manifiesta, aun cuando el mosto contenga todas las sustancias Q necesarias.

Elimínese ese alcohol de un modo cualquiera, y el medio más sencillo es trasportar la levadura á un mosto nuevo, y *la vida elemental manifiesta se reanuda inmediatamente*. Es este fenómeno muy común en la vida de las plástidas. Una ó varias de las sustancias R de su ecuación II gozan de la propiedad de impedir, cuando son bastante abundantes, su vida elemental manifiesta. Elimínense esas sustancias y esa vida volverá á ser posible. Pues bien, podría decirse, usando la expresión misma para los metazoarios, que la acumulación de las sustancias R *fatiga* las plástidas y que su eliminación las *quita la fatiga*.

Consideremos un músculo que trabaja. Se halla en estado de vida elemental manifiesta. Gasta sustancias Q y produce sustancias R. Si trabaja con bastante lentitud para que la circulación elimine constantemente las sustancias R, antes de que su concentración haya llegado á ser perjudicial, y renueva las sustancias Q, antes de que se hayan agotado por completo, no habrá fatiga.

Por el contrario, si el trabajo del músculo es muy activo, la eliminación circulatoria no bastará para impedir que se acumulen las sustancias R. Esas sustancias, al producirse más deprisa que se eliminan, aumentan en proporción constantemente en el medio del músculo. La vida elemental manifiesta se hace cada vez más difícil de realizar y el músculo se fatiga (1). Si se le deja descansar tiempo suficiente, la circulación eliminará las sustancias R, y, al propio tiempo, una parte de las sustancias plásticas sintetizadas durante la función se destruirá, según hemos visto, dando origen en esta condición núm. 2 á productos que podrán en la próxima condición núm. 1 servir de sustancias Q para la vida elemental manifiesta. La fatiga desaparecerá, el músculo quedará descansado.

Las sustancias R, es decir, todas las que no son sustancias plásticas producidas por las reacciones de la condición núm. 1, se llaman equivocadamente *productos de desasimilación*. La denominación proviene naturalmente del error que consiste en creer que el funcionamiento concuerda con la destrucción orgánica, la desasimilación. Sabemos, por el contrario, que esas sustancias resultan de las reacciones mismas de la asimilación, y es fácil comprender, estudiando los fenómenos conocidos de la fisiología, que esas sustancias proceden únicamente de la vida elemental manifiesta. No parece que se produzcan en el curso de la condición núm. 2, puesto que *el reposo no fatiga. En suma, en la condición núm. 1, es decir, durante la actividad, las reacciones producen sustancias*

---

(1) Sabido es que el músculo que funciona produce ácido láctico (sustancia R). Pues bien, inyéctese cierta cantidad de ácido láctico en un músculo, y éste se sentirá fatigado en tanto el ácido no se elimine. No puede hacerse intervenir, en la explicación de este experimento, el desgaste por funcionamiento, puesto que el músculo no se ha movido.

*plásticas del órgano que funciona y sustancias R, cuya acumulación es causa de fatiga. En la condición núm. 2, es decir, en el reposo funcional, las reacciones destruyen sustancias plásticas del órgano que descansa y producen sustancias Q, es decir, reservas. Estos dos periodos, actividad y reposo, son, por tanto, contrarios y se equilibran, pero son contrarios de muy otro modo de lo que creía Claudio Bernard y de lo que se enseña hoy en casi todos los tratados de Fisiología.*

He aquí un hecho bien determinado: los elementos histológicos que constituyen los órganos de los animales superiores se hallan unas veces en la condición núm. 1, otras en la núm. 2. Dos elementos similares, vecinos y que se encuentran por consiguiente en las mismas condiciones de medio, pueden estar, *al mismo tiempo*, cada uno en una de las dos situaciones opuestas, funcionamiento (asimilación) y reposo (destrucción). Jamás ocurría esto en los seres monoplástidos. Dos células de levadura de cerveza situadas en el mismo mosto se hallan siempre en igual situación. Aquí interviene la teoría de las plástidas incompletas para explicarnos la alternativa de reposo y de actividad de esos elementos histológicos.

Si el elemento muscular, por ejemplo, fuera una plástida completa, hallaría en todo momento en el medio interior, cuando este medio fuera conveniente, las condiciones de su vida elemental manifiesta. Funcionaria, por tanto, sin interrupción hasta que estuviera *fatigado* por la acumulación de sus sustancias R, como lo hace la levadura de cerveza en el mosto azucarado, hasta que se *fatiga* por la acumulación del alcohol que produce.

Ahora bien, no sucede así. El elemento muscular, por tanto, no es una plástida completa. No se encuentra en la condición núm. 1 sino cuando la actividad ner-

viosa le lleva una ó varias moléculas de una sustancia plástica de que carece (1). Cuando recibe la ó las moléculas que necesita, es lugar de las reacciones de la condición núm. 1 que esas moléculas pueden producir, luego vuelve á entrar en reposo, es decir, en la condición núm. 2, absolutamente lo mismo que una parte de protoplasma de protozooario separada de su núcleo en un experimento de merotomía.

Ahora bien, ese influjo nervioso no es provocado sino por una excitación exterior, según hemos visto en la producción elemental de los reflejos. Se ve, pues, intervenir en este caso también el *medio exterior*, hasta en reacciones íntimas que parecerían haber de depender en el primer momento únicamente del medio interior. Y desde este punto de vista, puede decirse verdaderamente que la vida es una lucha del organismo con el medio.

Podría repetir respecto á los elementos glandulares lo que he dicho hablando de los musculares. Pflüger ha descrito prolongaciones nerviosas que se colocan directamente en relación con los elementos glandulares. La actividad de estos elementos se manifiesta, no ya por contracción, sino por emisión al exterior de ciertas sustancias R. Fibras nerviosas del cordón del tímpano son capaces de provocar la secreción de la glándula salivar submaxilar. Paralizándolas con atropina se suprime la secreción. Conocidos son los experimentos ingeniosos que han probado que la mayor ó menor fuerza de la circulación en la glándula no influye para nada en el fenómeno segregador.

El elemento glandular, lo mismo que el muscular, es

---

(1) Ó una excitación física especial, para los partidarios de la teoría puramente física del influjo nervioso, en cuyo caso el elemento anatómico no sería plástida incompleta, sino plástida que necesita de una condición física nueva para hallarse en situación de vida elemental manifiesta.

una plástida incompleta, que, separada del elemento nervioso, es incapaz de provocar en un medio favorable las reacciones sintéticas de la vida elemental manifiesta.

Pero, ¿y los elementos nerviosos? Muchos de ellos son ciertamente plástidas incompletas, como lo prueban los fenómenos de atrofia. No hablo de la atrofia de las fibras nerviosas separadas por merotomía de sus células correspondientes (véase pág. 249). Prueba que el elemento nervioso (célula y prolongación) es una plástida incompleta el hecho de que: «cuando un órgano periférico se ha destruido ó eliminado hace ya tiempo, la parte de los centros nerviosos á que van á parar los nervios de dicho órgano acaba por atrofiarse; ha llegado á utilizarse la localización de dicha atrofia para buscar la terminación central de los nervios periféricos. Así Panizza, estudiando individuos atacados de anoftalmía congénita ó muertos mucho tiempo después de haber perdido un ojo, reconstituyó en parte, siguiendo la marcha de la atrofia ascendente, el trayecto de las fibras ópticas é indicó su terminación en el lóbulo occipital. Así también una parte de la médula espinal se atrofia en los que de antiguo han sufrido amputaciones, etc... Gudden ha trasportado estos hechos al dominio experimental». (Nicollas, en el *Tratado de Anatomía* de Poirier.)

He aquí, pues, dos pruebas del hecho de que ciertos elementos nerviosos, al menos los que están en relación directa con elementos histológicos periféricos, son plástidas incompletas. La vida elemental manifiesta no es posible, en condiciones favorables de medio, sino para una asociación de elementos histológicos, tal como, por ejemplo, la de un elemento nervioso y las fibras nerviosas que vienen á terminar su filamento. Desde el punto de vista estrictamente químico, semejante asociación sola puede ser considerada como una plástida.

Pero hay elementos histológicos que sin duda alguna son plástidas completas y se encuentran en el estado de

vida elemental manifiesta en el organismo, sin interrupción en tanto el medio es conveniente. Se trata de las plástidas que no tienen conexión alguna con el sistema nervioso. Sólo cito un ejemplo: los *leucocitos*, que viven en el medio interior absolutamente igual que las amibas en el agua. Siendo el medio interior en extremo particular para cada especie de vertebrado superior, los *leucocitos se han adaptado* á un género de vida particularísimo. Las adaptaciones sucesivas que han experimentado (véase pág. 199) bastan para explicar la variación considerable que han tenido desde el huevo, variación que no es nada menos que la transformación en protozoarios de ciertos productos de la segmentación de un huevo de metazoario.

La conclusión de todas las consideraciones anteriores es la *ley de la asimilación funcional*, que se aplica tanto á los seres monoplástidos como á los poliplástidos.

Se considera en general que un elemento histológico funciona, y además se alimenta para reparar las pérdidas ocasionadas por su actividad. Hemos visto que hay en esto un error absoluto, y que *la actividad de un elemento histológico no es otra cosa que una de las manifestaciones exteriores, físicas ó químicas, propias de dicho elemento, de las reacciones que determinan precisamente la síntesis de su sustancia* (1). Dicho de otro modo, *la actividad es uno de los fenómenos de la vida elemental manifiesta del elemento; funcionamiento y vida elemental manifiesta son inseparables.*

---

(1) He dicho anteriormente que el funcionamiento exclusivamente físico de una máquina no podría compararse al de un órgano. Por esto es difícil tomar de las máquinas un ejemplo que permita darse cuenta, por comparación, del fenómeno singular de la asimilación que acompaña á la actividad. He aquí, sin embargo, una comparación muy poco exacta con una máquina físico-química: en la pila de Marié Davy que funciona, el zinc amalgamado, lejos de gastarse, se amalgama sin cesar.

Encontramos, tanto para los elementos histológicos como para las plástidas aisladas, los dos grandes órdenes de fenómenos mediante los cuales Claudio Bernard caracteriza la vida, pero invertidos y con significación enteramente distinta:

1.º *Los fenómenos de síntesis plástica, de ORGANIZACIÓN VITAL, que corresponden á la actividad funcional de los elementos (vida elemental manifiesta, condición núm. 1).*

2.º *Los fenómenos de destrucción plástica, de MUERTE VITAL (?), que corresponden al reposo funcional (condición núm. 2).* En las plástidas aisladas, particularmente, esa destrucción puede ser muy lenta y casi insensible (condición núm. 3, indiferencia química, vida elemental latente). La diferencia principal entre las plástidas aisladas y los elementos anatómicos consiste en que, *en un medio conveniente*, los últimos funcionan con intermitencia, y este solo hecho prueba que son plástidas incompletas.

De esta ley de asimilación funcional se desprende inmediatamente una conclusión importantísima:

Las máquinas que el hombre construye se gastan funcionando. No se hacen ellas mismas, mientras que *lo contrario ocurre con los seres vivos*. El principio de la destrucción funcional de Claudio Bernard impide concebir la síntesis morfológica. Si la glándula se gastase segregando, no habría glándulas. Si el músculo se gastara contrayéndose, no habría músculos. Si los cuerpos vivos se destruyeran viviendo, no habría cuerpos vivos.

El fisiólogo que estudia, en un momento dado de la vida de un perro, el funcionamiento de los diversos órganos de este animal, se limita á determinar las reglas de ese funcionamiento, sin preguntarse cómo se ha formado el cuerpo que observa. Durante una observación fisiológica, ese cuerpo no se modifica casi, y así no es fácil observar la influencia que las operaciones eje-

cutadas hoy por el animal tendrán en la forma que ofrecerá mañana. Pues bien, la destrucción funcional impide comprender, no solamente cómo el cuerpo llega á ser lo que es, sino también cómo sigue siendo así en la edad adulta. Esta teoría debe admitir, para explicar la adaptación de los órganos á su función, la hipótesis teleológica de un plan preconcebido: «Admitiendo que los fenómenos se enlazan con manifestaciones físico-químicas, lo cual es cierto, la cuestión no se aclara en su esencia, porque el encuentro fortuito de fenómenos físico-químicos no forma cada sér conforme á un plan y según un modelo fijos y *previstos de antemano*, y suscita la *admirable subordinación y el armónico concierto de los actos de la vida*.

»Hay en el cuerpo animado una disposición, una especie de orden que no podría olvidarse, porque es realmente el carácter de más relieve en los seres vivos... Los fenómenos vitales tienen, sí, sus condiciones físico-químicas rigurosamente determinadas, pero al mismo tiempo se subordinan y suceden en encadenamiento y *según ley determinada*. Se repiten eternamente, con orden, regularidad y constancia, y se armonizan para un resultado que consiste en la organización y crecimiento del individuo, animal ó vegetal.

»Hay como un modelo preestablecido de cada sér y de cada órgano, de suerte que, si se considera aisladamente, cada fenómeno de la economía es tributario de las fuerzas generales de la naturaleza, y considerado en sus relaciones con los demás, revela una unión especial, parece dirigido por alguna mano invisible en el camino que sigue y llevado al lugar que ocupa». (Claudio Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 50.)

Y algo más adelante: «No puede explicarse por una propiedad del protoplasma la morfología del animal ó de la planta. Por esto distinguimos la síntesis morfológica que crea las formas de la síntesis orgánica, que crea

las sustancias y la materia viva amorfa. Es como un nuevo grado de complicación en el estudio de la vida. Después de haber fijado las condiciones del sér vivo *ideal* (?) amorfo, reducido á su sustancia (?), hay que conocer el sér vivo REAL (!!!) hecho, que aparece con un mecanismo, con una forma específica» (1) (*Id.*, pág. 293).

Esta notable coordinación de los actos de la vida es una consecuencia inmediata de la *asimilación funcional*. El perro hace hoy tal cosa, todo lo complicada que queráis, resultado del funcionamiento de cuantos elementos histológicos os plazca. Todos los elementos que hayan funcionado para lo que el perro hizo, se habrán, por este hecho, *consolidado*, si me atrevo á expresarme así. Lo estarán tanto más cuanto más se repita el hecho, en tanto que otros elementos que hayan permanecido inactivos en el mismo tiempo habrán estado en la condición número 2, y, en consecuencia, se habrán destruído en parte.

Luego un movimiento ejecutado viene á ser más fácil de ejecutar (actos habituales, costumbres), mientras que, si la teoría de Claudio Bernard fuera verdadera, cada vez que el movimiento se ejecutara originaría un desgaste de los elementos cuya función es necesaria para realizarlo, y vendría á ser, por tanto, más y más difícil y hasta imposible de ejecutar, lo cual es contrario á la experiencia.

El reflejo que tiene lugar consolida el camino por que pasa y que seguirá luego más fácilmente. Es el fenómeno elemental de la memoria (2). En la teoría de la destrucción funcional, no existiría la memoria.

---

(1) Véase anteriormente el capítulo de la primera parte titulado *Morfología y Fisiología*.

(2) Entiéndase bien, hablo del fenómeno fisiológico de la memoria, de la memoria misma, y no del fenómeno psicológico de conciencia que la acompaña.

Los fenómenos de fatiga, que proceden de la acumulación de las sustancias R que no se eliminan con rapidez suficiente, ó del agotamiento de las sustancias Q insuficientemente renovadas, se oponen al crecimiento indefinido de un tejido determinado, exigiendo un período de descanso durante el cual los elementos de dicho tejido están en la condición núm. 2 y se destruyen poco á poco. Hay equilibrio entre los crecimientos en la condición núm. 1 y las disminuciones en la núm. 2.

En suma, *lo que es un perro hoy se explica COMPLETAMENTE por lo que era ayer y por todo lo que ha hecho desde ayer; lo que era ayer se explicaba por lo que era anteayer y por todo lo que había hecho en el intervalo, y así sucesivamente, remontando indefinidamente hasta el huevo.* Hay una relación íntima entre la fisiología y la morfología, entre el funcionamiento y la morfogenia. La síntesis morfológica es una consecuencia directa de la ley de la asimilación funcional.

No hay, por tanto, nada misterioso en la correlación de las formas y la adaptación tan notable de los órganos á su cometido. Cuando, en el curso de la segmentación del huevo, consecuencia de las diversas condiciones que hemos estudiado anteriormente, se establece un grupo de elementos que se distingue del resto del conjunto, llamamos á ese grupo *un órgano*. Cuando la condición núm. 1 se realiza en ese grupo de elementos, en ese órgano, *funciona*. Es decir, que asistimos á una manifestación exterior procedente del conjunto de las vidas elementales manifiestas de sus elementos, y, al propio tiempo, el órgano se desarrolla, precisamente por su *funcionamiento*, y de tal manera que éste es siempre posible. Cuando el órgano se ha desarrollado por completo, vemos en él la *función* en el sentido en que la entiende Claudio Bernard (véase pág. 264), y si no sabemos lo que ha pasado antes, pensamos que el órgano se ha formado para el cumplimiento de su función.

Si, por el contrario, ese grupo de elementos que forma un conjunto distinto se ve que no funciona en lo sucesivo, que permanece en reposo á consecuencia del desarrollo de los órganos vecinos ó por cualquier otra causa, permanece constantemente en la condición núm. 2 y entra en retroceso más ó menos rápido. De donde la ley de los órganos rudimentarios: *Todo órgano inútil* (es decir, que permanece en la condición núm. 2 á consecuencia de las condiciones generales del organismo) *tiende naturalmente á atrofiarse y á desaparecer.*

En ciertos casos, todos los órganos, una vez constituidos, vienen á ser inútiles (en el sentido de las palabras anteriores), á consecuencia de variantes en las condiciones generales de la existencia. Entonces se destruyen todos poco á poco (1) (degradación parasitaria; desaparición de todos los órganos de locomoción en los crustáceos, que se fijan en otro animal y hacen en él vida de parásitos, etc...)

Podría citar miles de ejemplos tomados de la zología y de la embriología, y que comprueban *à posteriori* la ley de la asimilación funcional. Esto me llevaría á pormenores demasiado prolijos. Hay que conservar en la memoria, de todo lo que antecede, que la actividad de un elemento no es constantemente más que uno de los fenómenos de su vida elemental manifiesta.

¿De qué concepción de la vida parte M. Delage (2) cuando, atribuyendo la vejez y la muerte á la diferenciación celular, se pregunta «por qué una célula, diferenciada ó no, no puede *vivir* (?) indefinidamente sin crecer y multiplicarse; por qué no puede recibir energía y desenvolver trabajo sin modificar su sustancia, ó recorriendo,

---

(1) ¿Qué vienen á ser en este caso el plan preconcebido, la admirable subordinación y el armónico concierto de los actos de la vida?

(2) Delage. *La structure du protoplasma*, etc., pág. 771.

en sus cambios, un ciclo cerrado que la vuelva exactamente al punto de partida?» Pero ¿cómo, entonces, se formaría la máquina animal en la que observamos esa célula? ¿Cómo el huevo de langosta llegaría á ser langosta? ¿Cómo el niño se haría hombre?

La teoría de las plástidas incompletas no se aplica más que á los metazoarios superiores, al menos respecto á la mayor parte de los elementos histológicos que constituyen el cuerpo. En el árbol, cada célula vive por su propia cuenta, siempre que el medio realice las condiciones de su vida elemental manifiesta. Así los fenómenos de plantación, de ingerto, son en él muy comprensibles. Lo son todavía en los animales inferiores, pero cada vez menos á medida que nos elevamos en la serie de los metazoarios, en los más superiores de los cuales devienen cada vez más restringidos. Cortad la pata á un gato y mantened en ella una corriente de sangre constantemente renovada; ¿se desarrollará? No lo hará más que si el mismo órgano, adherido al animal, fuera privado de sus conexiones nerviosas.

Se ve que la teoría de las plástidas incompletas se relaciona con la cuestión de la individualidad, y que ésta es tanto más marcada cuanto mayor es la diferencia celular. Antes de abordar la cuestión delicada de la individualidad, me detengo algunos momentos en el examen de una teoría muy generalmente adoptada para explicar la diferenciación celular, la *excitación funcional*.

---

## CAPÍTULO XXII

---

### La excitación funcional y la diferenciación celular.

Hemos establecido anteriormente la ecuación general de la vida elemental manifiesta. Para algún caso particular (infusorios senescentes) la hemos sustituido por la ecuación III (pág. 177) que encierra una parte de hipótesis.

Roux (1) admite sin demostración una hipótesis análoga á ésta, en condiciones en que me parece absolutamente inaceptable. Cree que, para las células que constituyen un metazoario, la síntesis de cada sustancia plástica se verifica en proporciones que varían *según la naturaleza del medio*, de suerte que, al cabo de algún tiempo, una de dichas sustancias predomina en cada célula, de donde la diferenciación celular.

Nada nos autoriza, en los protozoarios, para admitir semejante hipótesis. Hemos visto en los infusorios que se producían diferencias muy ligeras al cabo de un gran número de segmentaciones, y en estos casos la muerte era inevitable á menos de que no sobreviniera una conjugación. Y para esos infusorios, el fenómeno era siem-

---

(1) Delage, *La structure du protoplasma*, pág. 724.

pre el mismo, cualquiera que fuese el medio, todo lo rico que se quiera en sustancias nutritivas, siempre que la vida elemental manifiesta fuera posible en él. Si no lo era, el infusorio se destruía ó pasaba al estado de indiferencia química.

Roux atribuye en la diferenciación así obtenida, en la especialización de los elementos histológicos, papel preponderante á *excitaciones* cuya significación no puedo comprender. Se abusa mucho de la palabra excitación, que, desde el momento en que se trata de fenómenos químicos, no tiene significación clara. Hace pensar instintivamente en las fuerzas catalíticas de los antiguos químicos.

Por el contrario, es facilísimo, por consideraciones muy sencillas, explicar la diferenciación histológica por la división heterogénea de las plástidas, en que la distribución de las sustancias plásticas es heterogénea porque las condiciones del medio lo son. He citado anteriormente un ejemplo que proviene de un hecho de observación. Podría citar otros mil semejantes (véase página 237).

Sigo con Roux: «Cuando una excitación, favoreciendo una sustancia á expensas de las demás, ha diferenciado químicamente la célula, ha devenido *excitación funcional*, porque no ha dejado en la célula más que la sustancia que era especialmente apta para excitar, y la presencia de esa excitación ha devenido la función de la célula... Necesita de ella, no sólo para funcionar, sino para vivir. En efecto, la excitación funcional no ha llegado á ser tal sino porque favorecía la asimilación, y es natural que faltando ella la asimilación disminuya, la sobrepuje la desasimilación y la célula se atrofie y perezca».

Por todo lo que puedo comprender, á pesar de la vaguedad de la palabra excitación, me parece que esa manera de razonar consiste en tomar el efecto por la causa.

Supongo que una plástida *a* contiene en cantidad mayor que otra plástida *b* una sustancia contráctil, es decir, una sustancia cuya vida elemental se manifiesta por la contracción, y es evidente que la vida elemental de *a* se manifestará por contracciones más manifiestas que las de *b*. En virtud de la ecuación II, cada sustancia aumentará *en la misma proporción* durante el funcionamiento de *a* y de *b*, de suerte que la sustancia contráctil de *a* se producirá cada vez en mayor cantidad que la de *b*, y habrá ciertamente relación entre la intensidad de las contracciones y la cantidad de sustancia contráctil producida.

He aquí, pienso yo, de dónde procede esta idea: de que, *excitando la función contráctil* (?), es decir, me parece, contrayendo artificialmente una plástida, se desarrolla su cantidad de sustancia contráctil, favoreciendo toda causa que determine la contracción de una plástida el desarrollo de su contractibilidad. Es oscurísimo, pero, además, es falso, como lo prueba la atrofia de los músculos de un miembro falto de nervio, aun cuando se sostengan artificialmente sus movimientos.

Y luego, una célula diferenciada no obedece más que á la excitación funcional (?), tiene necesidad de esa excitación (?), no sólo para funcionar, sino para vivir. ¿No equivale simplemente á decir? La vida elemental manifiesta de una célula no se muestra más que por lo que llamamos precisamente su función. La función de una célula es la forma exterior de su vida elemental manifiesta, de suerte que se han podido tomar las condiciones de la vida elemental de una célula diferenciada por una excitación (?) especial de su función propia.

El azúcar del mosto de cerveza es la *excitación* adecuada á la función fermentadora de la levadura de cerveza. Si no se excita esa función mediante la presencia del azúcar en el mosto, la levadura de cerveza deja de ser capaz de asimilar. Cualquiera *excitación* capaz de fa-

vorecer otra función, como la presencia de un sulfato favorece, por ejemplo, la función sulfurosa de los tiocistis, no ejercerá influjo alguno de asimilación sobre la levadura de cerveza. Presentado de este modo, el razonamiento es pueril. Es, no obstante, idéntico al que me refiero.

Sigo el estudio de la excitación funcional de Roux: «Para las glándulas, el excitante funcional es la sangre (sabemos que no es cierto, véase pág. 273): para los músculos, lo es la corriente nerviosa...» (1). Me detengo aquí; se ve, pues, de dónde procede esa teoría de la excitación funcional. Es muy cierto que la acción nerviosa, completando las condiciones de la vida elemental manifiesta de un músculo, no le hará realizar una función glandular. La llama introducida en una mezcla de hidrógeno y oxígeno determinará la formación de agua y no la de ácido carbónico.

¿Hay, por lo demás, diferencia notable entre la acción nerviosa que determina el funcionamiento de una glándula y la que ejerce igual cometido respecto á un músculo? Es poco probable, pero no podemos afirmarlo, porque para ello sería necesario conocer un mismo filamento nervioso que comunicara energía á un músculo y á una glándula, y se desprende naturalmente de la evolución que cada nervio impulsa á un grupo fisiológico de elementos histológicos.

En todo caso, hay que volver á lo que he dicho anteriormente: cada elemento histológico, como cada cuerpo químico, funciona según su naturaleza y debe considerarse, como *excitación funcional* de ese elemento histológico, cualquier causa que complete respecto á él las condiciones de la vida elemental manifiesta.

Insisto en esta teoría de la excitación funcional, por-

---

(1) Delage, *Ob. cit.*, pág. 731.

que Delage (1) la acepta y la atribuye gran importancia morfogénica. Ahora bien, parte evidentemente de una idea antropomórfica. Si una de las partes de un animal se somete á frotamientos constantes, se forma en ella una excrescencia, un callo, porque el acto reflejo procedente del frotamiento realiza en los elementos histológicos de la región á que aludimos las condiciones de la vida elemental manifiesta, de una manera más continua que en las regiones próximas; pero cortad el nervio de esa región y todos los frotamientos que hagáis no harán nacer ninguna dureza.

De igual modo, si un brazo funciona con frecuencia, el músculo se desarrolla, pero cortad el nervio correspondiente y podréis agitar indefinidamente el músculo sin que se hipertrofie. Ahora bien, esa es la teoría de la excitación funcional. Tomad una plástida completa y sometedla á tirones frecuentes: ¿llegará á hacerse músculo? No veo motivo alguno para creerlo. Si así suspendéis su vida elemental manifiesta se destruirá; si no, tendrán lugar los mismos fenómenos químicos y las mismas sustancias serán sintetizadas. Tan sólo, su distribución podrá modificarse en la plástida bajo ese influjo mecánico.

He indicado anteriormente la importancia que los hechos de observación común nos aconsejan conceder, por el contrario, á la división heterogénea en la diferenciación histológica, y cómo esa división heterogénea es consecuencia de las relaciones de la plástida considerada con las vecinas y con los medios que la bañan. Una vez realizada la diferenciación, cada plástida funciona según su naturaleza, pero su funcionamiento, que no es más que el conjunto de los fenómenos exteriores concomitantes á su vida elemental manifiesta, no puede alterar en nada sus propiedades, puesto que es, por el contrario,

---

(1) Delage, *Ob. cit.*, pág. 738.

resultado de un conjunto de reacciones que determinan el crecimiento de todas sus partes en las mismas proporciones. Es, por tanto, imposible separar la evolución de un metazoario del estudio de su vida en un momento dado. Es imposible estudiar completamente su vida sin partir del huevo para llegar al individuo adulto y aun al viejo.

---

## CAPÍTULO XXIII

---

### La individualidad de los metazoarios.

He hablado ya de la individualidad á propósito de las plástidas, pero esta noción, tomada de los animales superiores, es de muy escaso interés con respecto á los protozoarios. Individuo es, en el sentido etimológico de la palabra, un cuerpo que no puede dividirse sin perder sus propiedades especiales. Para el cuerpo vivo, la propiedad más especial es la vida. Individuo vivo es, por tanto, un cuerpo que no puede ser dividido sin que una por lo menos de las partes resultantes de la división pierda la vida.

Un metazoario es una aglomeración de plástidas. Los fenómenos de la *vida* de esa aglomeración son, de un lado, las manifestaciones de conjunto (coordinación, sinergia), la resultante de las actividades elementales de todas las plástidas; de otro las reacciones procedentes, en cada plástida, del influjo de las que están próximas, es decir, las particularidades que caracterizan la dependencia de cada plástida con respecto al conjunto. Debemos, pues, considerar la individualidad desde dos puntos de vista: 1.º, dependencia recíproca de los elementos histológicos; 2.º, coordinación, manifestaciones de conjunto resultantes de las actividades elementales de todas las plástidas.

Desde el primer punto de vista, el medio interior nos da una definición inmediata de la individualidad.

Consideremos un perro, por ejemplo. Es, como ya he dicho, un saco cerrado, atravesado de parte á parte por el tubo digestivo, pero, no obstante, absolutamente cerrado. Ese saco, constituido á su vez por elementos histológicos, encierra los elementos histológicos y el medio interior.

Todos los elementos histológicos toman en ese medio interior las sustancias Q que les son necesarias, y en él arrojan sus sustancias R. Hay, pues, solidaridad entre todas las plástidas contenidas en el saco, en el sentido de que las condiciones en que se encuentra cada una de ellas dependen del funcionamiento de todas las demás.

La individualidad así definida puede aplicarse á un acuario que contenga protozoarios, microbios, metazoarios, lo mismo que á un perro. Cada uno de los seres que viven en el acuario se encuentra en condiciones de medio modificadas á cada instante por todos los que con él habitan.

Por otra parte, imaginad un parásito en los tejidos del perro, microbio, esporozoario ó cualquier otro, y será igualmente solidario de los elementos anatómicos del perro, en el sentido de que se hallará en un medio sin cesar modificado por ellos y que modificará á su vez. ¿Cuántos parásitos no habrá que no pueden vivir sino en cierto tejido de determinada especie, porque en él solamente encuentran las condiciones favorables para su evolución? Evidentemente, si sólo se definiera la individualidad por el medio, habría que considerar á esos parásitos cual formando parte de la individualidad del perro, y eso sería muy racional desde el punto de vista fisiológico.

Se restringe la definición de la individualidad haciendo intervenir la cuestión de origen. Sólo formarán parte de la individualidad de un animal las plástidas pro-

cedentes de una única por división. Esto elimina inmediatamente los parásitos, y todavía hay cierta dificultad para los que, como la pebrina de los gusanos de seda, están en germen en el huevo.

Peró no es éste el único punto por el que peca tal definición. Hagamos á un perro un ingerto epidérmico ú óseo con partes tomadas de uno de sus congéneres: ¿no formarán parte las células del ingerto de su individualidad? Sin embargo, son de origen distinto.

Además, consideremos en un tubo de caldo puro un microbio único. Se desarrolla y produce millares de microbios semejantes. Teniendo todos esos microbios un origen común y siendo solidarios unos de otros en un medio común ¿forman un individuo? Con esto aparece la cuestión de continuidad. Ed. Perrier define al individuo: «todo conjunto de partes capaz de vivir por sí mismo, formado por plástidas de un mismo origen, y unidas entre sí, ya por continuidad protoplásmica, ya por simple contacto, ya por mediación de una sustancia inerte producida por ellas». Hay que leer las reflexiones de este sabio sobre la noción de la individualidad en la serie animal; habrá de considerarse con él que la *individualidad* de los organismos superiores, habiendo dado origen á la concepción particular de la individualidad, es equivocado querer extender esa concepción á los organismos inferiores. Se ha propuesto, por lo demás, gran número de definiciones de la individualidad, según que se considera la individualidad zoológica ó fisiológica.

Del estudio de los vertebrados ha nacido la idea de la individualidad. En ellos hay que estudiarla y tratar de darle un sentido preciso.

Cierto es que el medio interior no debe olvidarse. Aun cuando los parásitos introducidos eventualmente gocen de él lo mismo que los elementos anatómicos, la naturaleza de ese medio es capital en la vida elemental manifiesta de las partes constitutivas del cuerpo.

La cuestión de origen es asimismo importante. El vertebrado normal, que no ha sufrido ningún ingerto y que no encierra ningún parásito, está enteramente compuesto de elementos procedentes de una plástida única.

Pero la individualidad no es absoluta en el sentido de que toda parte separada del conjunto esté forzosamente condenada á la destrucción. Es posible el ingerto en otro vertebrado semejante. El huevo procedente de la madre puede combinarse con el espermatozoide del padre y resistir á la destrucción.

La condición de continuidad, en el sentido en que la admite Edmundo Perrier, basta para informarnos sobre este caso; la parte ingerta en otro vertebrado es separada del individuo, no forma ya parte de él, puesto que no está en continuidad con él.

Pues bien, á esa noción de continuidad, pero entendida de manera más especial, recurriremos para llegar á la noción de individualidad, de personalidad, tal como se ha adquirido realmente en un principio por la observación imperfecta de los vertebrados, del hombre sobre todo.

Volvamos al saco que constituye el cuerpo de un vertebrado. Todos los elementos histológicos que en él están contenidos, se hallan, cada uno por su propia cuenta, sometidos á las reacciones de la vida elemental manifiesta. Cada uno de ellos influye mediante su actividad propia en las condiciones de actividad de todos los demás, á causa de las modificaciones que aporta á la constitución del medio. Esta composición permanece sensiblemente constante á consecuencia del funcionamiento simultáneo de todos los elementos y de los cambios que tienen lugar entre el medio y el exterior. Luego todos los elementos son sólidos unos de otros, como ya he dicho. Pero si no lo fueran más que de esta suerte, las diferencias entre dos individuos serían bien escasas y exclusivamente de orden químico.

Hay continuidad de muy otro orden entre ciertos elementos histológicos, continuidad gracias á la cual un fenómeno que tiene lugar en uno de ellos puede tener resonancia rápida en grandísimo número de otros, sin que este fenómeno haya determinado, siquiera localmente, una modificación sensible del medio interior.

Algunos elementos, los leucocitos por ejemplo, se sustraen á esa continuidad, que es la continuidad nerviosa (1).

Se conoce la teoría de los reflejos. He expuesto anteriormente, con rapidez, el mecanismo del más sencillo, que se reduce en suma á la acción probablemente física del funcionamiento de una plástida completa (elemento periférico + elemento nervioso) sobre otra plástida completa (elemento nervioso + elemento periférico).

El elemento nervioso de tal plástida completa tiene frecuentemente una prolongación muy larga (hasta un metro en el hombre.) Ahora bien, las células nerviosas de esos diversos elementos están reunidas en partes muy localizadas del cuerpo, y las prolongaciones protoplásmicas de cada una de ellas se hallan en relación de contigüidad con prolongaciones de gran número de otras células nerviosas, de las que unas forman parte de una plástida completa de elemento periférico, otras tienen solamente relaciones de contigüidad con otras células nerviosas, análogas..., etc. No puedo extenderme aquí en esta descripción, que se encuentra en todos los Tratados recientes de Anatomía.

En tiempo común, *todos* los elementos nerviosos del cuerpo de un vertebrado están en relación de contigüi-

---

(1) Entiéndase bien, la expresión «continuidad nerviosa» no indica continuidad de sustancia en todo el sistema nervioso, sino conducción posible de un extremo á otro del sistema, por continuidad en la extensión de una plástida completa, por contigüidad de una plástida á la vecina.

dad unos con otros, de suerte que una reacción local, que interese á un solo nervio, la excitación de un elemento periférico sensible, por ejemplo, *puede* repercutir en todos los elementos nerviosos, y, por consiguiente, en todos los elementos histológicos que están en conexión con ellos. Se da el nombre más particular de centros nerviosos á reuniones de elementos nerviosos que tienen contigüidad más íntima entre ellos que con el resto del sistema. Naturalmente, el resultado de la *excitación* de un elemento periférico se transmitirá con preferencia, según hemos visto, por los puntos en que la contigüidad es mayor, menor la resistencia. Se concibe, por tanto, que ciertas excitaciones débiles no influyen sino en número restringido de elementos anatómicos, y especialmente en los que se hallan en relación con el mismo centro nervioso, pero las excitaciones más fuertes se transmiten á un número mayor de elementos. No obstante, se ve que, si se define la individualidad por la continuidad nerviosa, cada centro nervioso determinará de algún modo una individualidad de segundo orden.

Si se produce un fenómeno de discontinuidad por una razón cualquiera (sueño, por ejemplo), entre un centro nervioso y el resto del sistema, hay momentáneamente dos individualidades distintas.

Los epifenómenos de conciencia, que estudiaremos en la última parte, acompañan á los fenómenos de conducción nerviosa. La individualidad psicológica es, por tanto, paralela á la fisiológica, definida por la continuidad del sistema nervioso. Ahora bien, es ciertísimo que la noción primera de individualidad ha procedido de la del *yo*. La individualidad fisiológica, que está más en relación con la individualidad, en el sentido vulgar, debe, pues, definirse por la continuidad del sistema nervioso.

Pero todos los elementos histológicos que entran en la constitución del cuerpo de un hombre, por ejemplo, no forman parte de la individualidad así definida. Esta

individualidad no comprende más que los elementos nerviosos y las plástidas incompletas que están en conexión inmediata con algunos de ellos. Los leucocitos, por ejemplo, los productos genitales, están fuera de la individualidad así definida.

Hay, pues, en suma, dos maneras de definir la individualidad: una, por el medio interior, que comprende todos los parásitos internos, á más de los elementos del cuerpo; otra, por la continuidad nerviosa, que no comprende ciertos elementos que proceden notoriamente del huevo. Esta última corresponde solamente á la individualidad psicológica, y no entraña la necesidad de un origen común. Plástidas incompletas, procedentes de un sér B, y habiendo contraído por ingerto conexiones con elementos nerviosos de otro sér A, forman parte de la individualidad, por continuidad nerviosa, de ese segundo sér A.

La posibilidad del ingerto prueba que la individualidad no es absoluta ni aún en los seres de organización más elevada, el hombre por ejemplo. Deviene cada vez más confusa á medida que se encuentran, descendiendo la serie animal, series de centros nerviosos cada vez más en independencia mutua (gusanos, equinodermos, ect.). Es casi inconcebible en los celentéreos, en que solamente hay cierto número de grupos epitelio-neuro-musculares, según hemos visto anteriormente. Sabido es, en efecto, que trozos cualesquiera de una hidra pueden reproducir una hidra completa. Finalmente, no existe ya en absoluto en las colonias de protozoarios y en los vegetales. Sólo, pues, por una serie de convencionalismos se llegará á definir el individuo en cada grupo zoológico.

Fuera de la cuestión del *yo*, ¿qué significa la noción de individualidad por continuidad nerviosa en los seres de organización más elevada, los mamíferos, por ejemplo? Corresponde á cierto número de caracteres diferen-

ciales que hacen distinguir á un sér de todos los demás seres semejantes, caracteres diferenciales que provienen de la disposición particular del sistema nervioso. Ahora bien, dado lo que sabemos acerca del papel morfogénico del funcionamiento, debemos prever que será absolutamente imposible que dos seres de una misma especie sean idénticos. Aun admitiendo que esos dos seres provinieran de huevos rigurosamente idénticos (1), habría que admitir que se hubieran encontrado ambos, rigurosamente, en las mismas condiciones durante todo su desarrollo, lo cual es irrealizable. Ahora bien, un perro hoy es el resultado de lo que era ayer y de *todo lo que ha hecho desde ayer*. Habrá, pues, siempre diferencias individuales que se manifestarán por la manera de reaccionar á tal ó cual excitante.

La individualidad variará, por tanto, á cada momento, por la asimilación funcional. Pero en la edad adulta, hay una correlación que hace se mantenga casi igual durante tiempo bastante largo, y, fuera de ella, se producen con el tiempo en lo que llamamos un mismo individuo, desde la infancia á la vejez, variantes de ordenación mucho más grandes que las que distinguen en un mismo momento á dos adultos diferentes.

En la edad adulta, cuando la individualidad se modifica poco, es preciso, no obstante, darse cuenta de que la sustancia constitutiva se renueva sin cesar. Sólo la ordenación de los partes persiste, aproximadamente, gracias á la asimilación funcional.

---

(1) Lo cual es casi imposible, lo veremos, puesto que para esto sería preciso que todos los ascendientes de esos dos huevos hubieran estado siempre en las mismas condiciones, desde un principio.

## CAPÍTULO XXIV

---

### Vida.—Edad adulta.—Equilibrio orgánico.

Claudio Bernard, considerando la noción de *vida* como una noción primitiva, declara que es ilusión tratar de definirla. Todo lo que acabamos de ver en los capítulos anteriores nos muestra que la vida de un metazoario es algo en extremo complejo, y que si fracasamos en un ensayo de definición de la vida, es porque resulta demasiado complicada y no por su excesiva sencillez, ó más bien porque es demasiado distinta en cada caso diferente.

«Basta que nos entendamos acerca de la palabra *vida* para emplearla, pero es preciso sobre todo que sepamos que es ilusorio y quimérico, contrario al espíritu mismo de la ciencia, tratar de definirla absolutamente» (*Leçons sur les phénomènes de la vie*, pág. 24).

He hecho ya notar que la palabra *vida* se aplica en tantas acepciones diversas que es imposible entenderse acerca de ella si no se restringe su significación, y he empezado por separar del conjunto de los seres llamados vivos á todos los seres monoplástidos. Hemos visto que la *vida elemental* de estos últimos es susceptible de una definición precisa y general. La vida elemental mani-

fiesta, la vida elemental latente, la muerte elemental se definen con el mismo rigor. Al tratar de definir la vida que se refiere no ya á plástidas, sino á aglomeraciones de plástidas, tendremos, por tanto, derecho de servirnos de las expresiones precedentes como términos perfectamente claros.

Pero vamos á tropezar inmediatamente con una grave dificultad. Hemos visto desde el principio de esta segunda parte que lo que caracteriza más claramente la vida, es la coordinación de un número grandísimo de actividades elementales. Un metazoario, CONSIDERADO EN LA EDAD ADULTA, es perfectamente comparable, por tanto, á una *máquina montada*. Si queremos definir ésta de una manera tan completa que nuestra definición se aplique exclusivamente á la *máquina capaz de funcionar* (vida) y no á la que está fuera de uso (muerte), como la supresión de la pieza más insignificante puede impedir el funcionamiento de la máquina, *nos vemos obligados á describir minuciosamente toda ella*, lo cual es imposible en la mayor parte de los casos, porque no podemos conocer la mayor parte de sus piezas, ocultas en el interior, sino después de que la máquina se ha deshecho (muerte), y esa destrucción de la máquina, en el caso de los seres vivos, produce la más ó menos rápida de sus piezas constitutivas.

Además, en virtud de la asimilación funcional, la máquina varía á cada momento en su estructura por su mismo funcionamiento. Sería necesario, pues, para definir la vida de un perro en cada momento preciso, describir por completo el perro en ese momento preciso.

Una definición general de la vida considerada en los adultos exigiría, pues, la descripción, en un momento dado, de todos los individuos de todas las especies en ese momento dado. Inútil es demostrar la imposibilidad de lograrlo.

En una definición general y completa de las máqui-

nas de vapor, se estudia primero el vapor y sus propiedades, se explica cómo el vapor puede ser origen de movimiento, y luego se describen minuciosamente, pieza por pieza, todas las máquinas de vapor, sin lo que sería imposible para el que antes no las conociera afirmar que ésta ó la otra de dichas máquinas está ó no en buen estado. De igual modo, en una definición general y completa de los seres poliplástidos adultos, empezamos por estudiar las plástidas, es decir, la vida elemental y sus propiedades, y sería preciso luego describir punto por punto todos los seres poliplástidos adultos, lo cual es imposible según hemos visto.

Por otra parte, dado lo que sabemos del íntimo enlace que hay entre la fisiología y la morfología, parece que si se pudiera hacer una definición inmediata de la vida de todos los seres poliplástidos adultos en un momento dado, se enseñaría con esa sola definición toda la zoología y toda la botánica.

Pues bien, precisamente esta unión de la fisiología y de la morfología, esa acción morfogénica del funcionamiento, esa propiedad del organismo de formarse él mismo, va á permitirnos salir de la dificultad, pero para ello será necesario considerar la vida en toda su duración y no ya en un momento dado de la edad adulta.

La vida empieza en el huevo fecundado. Veremos más adelante, á propósito de la reproducción de los seres poliplástidos en general, que los dos gametos que se unen para formar el huevo no son plástidas completas, no están dotados de vida elemental, sino que son reuniones de sustancias plásticas, cada una de las cuales, separadamente, no puede estar más que en la condición número 2. Para un sér que proviene del huevo fecundado hay, pues, un principio bien claro: *vida elemental*, que aparece por la fecundación misma; luego, *vida* procedente de la segmentación (no seguida de separación), que es la consecuencia natural de la vida elemental manifiesta

del huevo. A partir de la primera segmentación, la vida existe, se continúa en el curso de las segmentaciones sucesivas, que dan una aglomeración de plástidas cada vez más numerosas. Tiene, por tanto, caracteres especiales en cada momento, puesto que se refiere á un número variable de elementos, dispuestos de una manera que cambia á cada instante.

Constantemente, la aglomeración poli-plástida considerada está viva. Hay que considerar su vida desde tres puntos de vista: 1.º, como *estructura*; 2.º, como *estado*; 3.º, como *fenómeno*. Pero estas tres maneras de considerar la vida no pueden, en general, separarse. No es ya, como para la vida elemental, *propiedad*, que podía manifestarse ó no, según los casos.

El estado de indiferencia química, por ejemplo, tan frecuentemente realizado en las plástidas aisladas, no podrá serlo en general en los metazoarios, jamás en los vertebrados. En el vertebrado, efectivamente, la diferenciación de los elementos histológicos es extremada. Serían necesarias condiciones muy especiales á cada uno de ellos para que pudieran, sin destruirse, pasar al estado de vida latente. Ahora bien, sabido es con qué facilidad las menores modificaciones de medio destruyen esos elementos delicados. Además, si la vida latente se realizara por gran número de ellos solamente, las modificaciones resultantes en la composición del medio interior producirían la destrucción de los demás.

En el vertebrado, por tanto, no hay que considerar la vida latente y la vida manifiesta. La vida indica un estado de cosas que no puede dejar de ser sin que las vidas elementales de los elementos histológicos se destruyan rápidamente. La vida es, sin cesar, manifiesta. La palabra vida, por tanto, representa siempre en el vertebrado la *situación particular* de un cuerpo que tiene *especial estructura*, y que, en esa situación particular, presenta *fenómenos particulares*. En otros términos, por

oposición á lo que hemos visto en las plástidas, el vertebrado *vivo* está siempre *viviendo* (1).

Gran número de elementos histológicos son plástidas incompletas. Así su vida elemental manifiesta es discontinua.

Durante estos intervalos de discontinuidad, los hay que perecen. El sér vivo se compone en un momento dado de todos los de esos elementos histológicos que forman parte de una plástida completa. Todos los fenómenos que resultan de la actividad parcial ó total de los elementos histológicos de un sér son fenómenos de la vida de ese sér. Observamos generalmente, á consecuencia de la asimilación funcional, tal coordinación entre todos los elementos constitutivos de un metazoario, que la actividad que se manifiesta en una parte ó en el conjunto de sus elementos, mantiene condiciones de medio que no dan lugar á su destrucción.

Pues bien, en tanto sucede así, decimos que el sér está vivo. Cuando esa coordinación cesa, y, por consiguiente, la mayor parte de los elementos histológicos están condenados á destrucción fatal, decimos que el sér muere. Veremos más adelante que puede definirse la muerte en cada caso particular sin tomar nada de la noción de vida. Definiremos, por tanto, la vida determinando su principio y su fin. La vida empieza en el hue-

---

(1) En ciertos metazoarios inferiores se ha observado una verdadera *vida latente* por desecación. Ciertos rotíferos adultos pueden ser completamente desecados sin dejar de conservar la estructura característica de la vida (anhidrobiosis). Todos sus elementos histológicos pasan, pues, á la vez, al estado de vida elemental latente, sin que ninguno de ellos se destruya. La coordinación de esos diversos elementos subsiste, y se encuentra manifiestamente la misma cuando se devuelve la humedad al animal.

Pero es una excepción rarísima. En general, el metazoario vivo está siempre viviendo. Vive sin interrupción desde la fecundación hasta la muerte.

vo fecundado y acaba con la muerte. Sabemos que el huevo fecundado es una plástida dotada de vida elemental. Veremos después lo que es la muerte. Entre la fecundación y la muerte, el sér está vivo. Su vida se caracteriza en cada momento por una *estructura especial*, que depende de la existente un momento antes y de todo lo que el sér ha hecho en el intervalo (véase pág. 279). Se manifiesta en cada instante por *fenómenos especiales* que dependen de la estructura correspondiente y del *estado* de los elementos en el mismo instante, en relación con las condiciones de medio.

A partir del momento en que hay dos plástidas juntas, ya no puede hablarse de vida elemental respecto al embrión (1), porque una de sus plástidas dependerá más ó menos de la otra. El conjunto de las reacciones que se producen en una de ellas en un momento dado puede diferir, por influjo de su vecina, de lo que sería si la plástida estuviera sola en el medio. En particular, la distribución de las sustancias plásticas en cada plástida podrá ser influida por la presencia de la otra, puesto que hay toda una parte de la superficie de cada una de ellas, la superficie de contacto, que se halla en condiciones de cambios diferentes á las del resto de la superficie. Podrá ocurrir, pues, que desde la segmentación siguiente, cada una de las dos plástidas dé origen á plástidas diferentes. Esto es aún posible desde la primera segmentación, cuando el huevo era ya una plástida disimétrica. Los interesantes experimentos de Chabry han mostrado el grado de independenciam de las primeras blastomeras.

Pero, sobre todo á partir del momento en que la

---

(1) O por lo menos no hay que considerar más que la vida elemental de las plástidas constitutivas del embrión, pero también la vida que de su asociación resulta.

blastomera tenga un medio interior, la división de las plástidas podrá llegar á ser heterogénea, según anteriormente hemos visto.

En este momento, la individualidad fisiológica está determinada por la presencia de ese medio interior común. Puede ocurrir, según el grado de diferenciación procedente de las divisiones heterogéneas, que una parte separada del embrión en un experimento de merotomía, contenga todavía, ó no contenga ya, todo lo que es necesario para la manifestación de la vida elemental de sus diferentes partes. En el primer caso, esa parte separada sigue asimilando (hidra de agua dulce adulta), en el segundo perecerá infaliblemente. Todos estos puntos exigirían ser expuestos detalladamente. No puedo hacer más que indicarlos.

El embrión crece naturalmente á consecuencia de la vida elemental manifiesta de sus diversos elementos. Fijémonos un instante en las condiciones químicas de este crecimiento.

Cuando se trataba de plástidas libres en un medio, observábamos que se necesitaba cierto tiempo para que la asimilación se produjera. Las reacciones de la ecuación II son, en efecto, sucesivas, como hemos visto. En todos los casos, para una especie determinada, sabíamos, en condiciones determinadas y que se suponen invariables, calcular  $\lambda$  en función del tiempo. Dicho de otro modo, si hemos observado que  $\lambda = 2$  en el intervalo de una hora, sabemos que  $\lambda = 2^n$  en un intervalo de  $n$  horas, *suponiendo que las condiciones no han variado*. Pero, por grande que sea el medio con relación á la plástida, las condiciones cambian forzosamente á consecuencia de la disminución de las sustancias Q y del aumento de las sustancias R.

En un mosto azucarado, la levadura de cerveza deja de aumentar en un momento dado por el simple aumento de las sustancias R. Halla de nuevo las condiciones

de su vida elemental manifiesta en un mosto nuevo (rejuvenecimiento de la levadura).

Consideremos ahora un metazoario y un medio interior. Sabemos que entre este medio y los elementos histológicos tienen lugar las reacciones de la vida elemental de estos últimos. Ahora bien, la capacidad del medio es muy limitada con relación al volumen de los elementos histológicos. La disminución de las sustancias Q y el aumento de las sustancias R tendrá, pues, en este caso considerable influjo. La nutrición del medio interior reparará las pérdidas de sustancias Q, la excreción eliminará las sustancias R cuya presencia se opondría á las reacciones de la vida elemental manifiesta de los elementos.

Para darnos cuenta de la rapidez del crecimiento de un metazoario, no habremos de tener ya en cuenta únicamente el tiempo que necesita una plástida del organismo para doblar *en las condiciones favorables constantes*, sino también la renovación del medio interior á consecuencia de la nutrición y de la excreción.

Por ejemplo, la nutrición gaseosa consiste á la altura del pulmón en la absorción de oxígeno y la eliminación de ácido carbónico y de agua. Este fenómeno se rige por las leyes de la disolución de los gases y de la disociación. Dada la tensión del gas carbónico, por ejemplo, en la sangre venosa que corre por los vasos capilares del pulmón (1) y la del mismo gas en esos alveolos, conocida de otra parte la superficie de dichos alveolos, se concibe que pueda calcularse la cantidad de ácido carbónico que puede espirarse en veinticuatro horas. El ácido carbónico es una de las sustancias R de la ecuación II. Hay otras sustancias del término R que consti-

---

(1) Hay que tener en cuenta también la fuerza de disociación de las combinaciones carbonatadas más ó menos estables que existen en la sangre venosa.

tuyen quizá obstáculo más grande á las reacciones de la vida elemental manifiesta que el ácido carbónico, y que se eliminan por los riñones, por las glándulas, etc. Considerémos la que de entre ellas es más lenta para eliminarse, y sea  $r$  la cantidad de esa sustancia que puede expelerse en veinticuatro horas. La ecuación II del conjunto del cuerpo, en veinticuatro horas, no deberá tener en el término R una cantidad de dicha sustancia mayor que  $r$ .

Si esa cantidad  $r$  es mayor que la que correspondería á la vida elemental manifiesta de todos los elementos del cuerpo, en las condiciones más favorables, durante veinticuatro horas, la vida elemental manifiesta no será en modo alguno estorbada por la lentitud de la eliminación, y si es de igual modo posible la introducción de las sustancias Q en cantidad más que suficiente para mantener esas condiciones las más favorables, el crecimiento del cuerpo, la  $\lambda$  de la ecuación II de conjunto para veinticuatro horas, no dependerá más que de la lentitud de la asimilación, según hemos visto verificarse en las plástidas aisladas en un medio que se supone constante. El crecimiento será indefinido.

Peró no ocurre nada de esto. He hablado ya del fenómeno local de la fatiga muscular, debida á la eliminación demasiado lenta de las sustancias R. La sensación general de cansancio que experimentamos todas las noches es un fenómeno del mismo orden.

Hemos visto que muchos elementos histológicos son plástidas incompletas. Su vida elemental manifiesta no es posible sino cuando una causa cualquiera determina la acción nerviosa correspondiente, *es, por tanto, discontinua*. Supongamos, por ejemplo, que un músculo haya funcionado durante dos horas de veinticuatro, la ecuación II de ese músculo para veinticuatro horas, no corresponderá más que á una asimilación producida durante dos horas. Pero por poco tiempo que haya funcio-

nado, no por eso habrá dejado de producirse una síntesis de su sustancia; el músculo habrá aumentado consiguientemente. Si, pero durante las veintidós horas restantes, no se halla en estado de indiferencia química; está sometido á influjos destructores, puesto que no se encuentra en situación de vida elemental manifiesta, y esta destrucción podrá compensar y aún superar al aumento de sustancia debido á su funcionamiento.

De donde la atrofia del músculo que se mueve poco, la hipertrofia del que se mueve demasiado.

Habría que examinar toda la fisiología para darse cuenta de todos los fenómenos concomitantes en el metazoario. En el hombre, cuando está despierto, el número de elementos histológicos que funcionan á la vez es demasiado grande para que la eliminación de las sustancias R correspondientes sea posible en el mismo tiempo. Esas sustancias se acumulan, por consiguiente, en el cuerpo y producen el cansancio general de la noche (1). La acumulación de esas sustancias influye en la continuidad del sistema nervioso y determina normalmente el sueño, durante el cual, por ser la actividad menor, las sustancias R se producen en menor cantidad, lo cual permite la eliminación del exceso de ellas acumulado durante la vigilia.

Notamos que la resultante de todos los fenómenos concomitantes es el aumento de las partes durante los primeros tiempos que siguen á la segmentación del huevo (niño.) Al cabo de cierto tiempo se establece el equilibrio que hace que la cantidad de cada tejido permanezca sensiblemente igual (adulto).

La actividad de un elemento histológico no es otra, lo repito una vez más, que la manifestación de su vida elemental. Va, pues, acompañada de asimilación, y toda actividad de un elemento histológico es morfogena. *El*

---

(1) Véase más adelante, *El sueño*.

*hombre adulto es, por tanto, el resultado de todo lo que ha hecho desde que era huevo, es decir, de todas las condiciones exteriores por que ha atravesado desde aquel estado, y ello es verdad tanto respecto á la forma de sus músculos, de sus glándulas, de sus órganos exteriores, como á la de su sistema nervioso (á la que corresponde, según veremos, la de su individuo psicológico).*

En cuanto se determina la continuidad nerviosa, define una individualidad, pero esa individualidad se modifica siempre que la actividad de un elemento nervioso determina la asimilación en el mismo, lo cual hace variar más ó menos las relaciones de ese elemento con sus vecinos. Así se ven desarrollarse en número y en longitud las prolongaciones protoplásmicas de las células nerviosas.

Esas modificaciones son más ó menos profundas, más ó menos visibles según los casos, pero existen. Ningún acto, cualquiera que sea, puede resultar de la vida elemental manifiesta de un elemento histológico, sin que ese elemento se modifique (educación, memoria, véanse *Herencia é Individualidad psíquica*).

La cantidad de sustancias R que puede ser eliminada en un tiempo dado tiene sus límites. Lo mismo ocurre con la cantidad de sustancias Q que puede introducirse, en el mismo tiempo, en el medio interior. La forma media del individuo adulto de una especie dada corresponde á cierta relación del número de horas de actividad con el de las de reposo para cada órgano determinado. La suma de las sustancias R producidas en estas condiciones por la actividad general en veinticuatro horas puede ser eliminada en el mismo tiempo. Hay un máximo de la cantidad de sustancias R eliminables en veinticuatro horas. Por tanto, si un órgano supera su actividad media, será preciso que otro disminuya la suya, sin lo cual las sustancias R se acumularían incesantemente en el or-

ganismo, aumentaría la fatiga en un principio, y luego cesaría por completo la vida elemental manifiesta al cabo de algún tiempo.

Ahora bien, si esa actividad exagerada de un órgano dura poco, bastará un descanso más prolongado del mismo órgano para restablecer el equilibrio, pero si se hace crónica, será necesario también que la actividad disminuída de otro órgano adquiera igual carácter ¿Cuál será la consecuencia? El volumen de equilibrio de un órgano para cierta relación  $g$  de un número de horas de actividad con el de las de reposo es determinado en un individuo dado. Si  $g$  aumenta y se mantiene mucho tiempo en ese valor más elevado, habrá aumento de volumen del órgano, *hipertrofia*. Si  $g$  disminuye y se mantiene mucho tiempo en este valor menor, habrá disminución de volumen del órgano, *atrofia*. Luego, la consecuencia fatal del límite de la renovación posible del medio interior en un tiempo dado, es que la hipertrofia de un órgano determina forzosamente la atrofia de otro en el mismo individuo. Es la ley de EQUILIBRIO DE LOS ÓRGANOS.

En el luchador de feria, el cerebro no podrá desarrollarse mucho. El sistema muscular del hombre de ciencia no podrá estar nunca tan desarrollado como el del luchador. De manera general, en una especie animal, los órganos cuya actividad más frecuente determinan las condiciones exteriores, los órganos denominados *más útiles para la especie*, se desarrollan más que los otros. Las patas traseras del insecto saltador son mayores que las delanteras que le sirven poco, etc.

En suma, la forma del adulto que procede de un huevo, depende no sólo de las propiedades de éste, sino de todas las condiciones exteriores por que ha pasado en el curso del desarrollo (órganos esenciales, órganos rudimentarios). A esta ley de equilibrio de los órganos se refiere también el desarrollo extraordinario de los pro-

ductos genitales en los parásitos cuyos órganos de relación decrecen.

La edad adulta dura un tiempo que varía con las especies, en el que hay tal coordinación de las actividades elementales, que el medio interior permanece sensiblemente constante. Esta coordinación se establece por sí misma en el curso del desarrollo, *por lo mismo que todo exceso de producción de sustancias R suspende la actividad de las plástidas*. Se complica cada vez más con el tiempo y deviene cada día más delicada, por haber precisado más la diferenciación de las plástidas las condiciones necesarias para su vida elemental manifiesta. En las mamíferos esta coordinación es muy marcada; el conjunto de las reacciones que pueden producirse mantiene constante la temperatura. Si un accidente cualquiera (traumatismo, veneno, etc.), destruye momentáneamente la coordinación, si hay un órgano que no puede funcionar por tal motivo, ú otro funciona demasiado, la temperatura varía, aparece la fiebre, etc., etc.

---

## CAPÍTULO XXV

---

### Vejez y muerte.

Recordemos por un momento lo que nos han enseñado los seres monoplástidos. Hemos visto que, contra las ideas generalmente admitidas, la muerte elemental no es en absoluto consecuencia directa de la vida elemental manifiesta. Tan sólo las dimensiones limitadas del medio producen la necesidad de la destrucción de ciertas plástidas, cuyas sustancias plásticas destruidas proporcionan sustancias Q para la vida elemental manifiesta de las otras. Sabemos también que las plástidas pueden *envejecer* de dos maneras: 1.ª, de una manera general para todas las plástidas, y que depende, no de su naturaleza propia, sino de la limitación del medio en que se encuentran; 2.ª, de una manera especial á algunas especies, y que depende, por el contrario, de su naturaleza propia y no de la limitación del medio.

Ejemplo del primer caso nos ofrece la levadura de cerveza que mora en un mosto en fermentación en que el alcohol se acumula. Ejemplo del segundo es la senescencia observada por Maupas en los infusorios y que se corrige mediante el rejuvenecimiento kariogámico.

¿A cuál de esos dos fenómenos corresponde la vejez de los metazoarios, de los vertebrados, por ejemplo?

El primero ocasiona, lo hemos visto, la fatiga local en los órganos que han trabajado con exceso, la fatiga

general todas las noches, después del trabajo cotidiano. El reposo permite la eliminación de los productos que determinan el cansancio local del órgano; el sueño permite la eliminación de los productos que determinaban el cansancio general del organismo.

¿Pero, se eliminan *todas* las sustancias R? Evidentemente no, porque sin eso no habría en el organismo más que sustancias Q y sustancias plásticas, lo cual no ocurre. Desde el principio de la segmentación, á una sustancia R se debe que se peguen las dos primeras blastómeras. Lo mismo ocurre con las siguientes. Generalmente, *la sustancia fundamental* de los tejidos está compuesta de sustancias R. Esa sustancia, casi nula en los epitelios, es algo más importante en los músculos, mucho más en los cartilagos, en los huesos donde se incrusta de sales calizas, etc. Pero hay todavía ciertos órganos esenciales cuya resistencia se modifica por la acumulación de las sustancias R, las arterias, por ejemplo, que cada vez se hacen más quebradizas. Tenemos la edad de nuestras arterias, ha dicho un célebre médico. Por otra parte, hay gran número de órganos distintos cuya actividad se hace cada vez más difícil por la acumulación de ciertas sustancias R.

Por tanto, si nos colocamos en el punto de vista de la *utilidad* de los diversos productos de la vida elemental para la de la aglomeración poliplástida, vemos que algunos de ellos, indispensables al principio, puesto que llegan á determinar la formación de la aglomeración poliplástida, devienen luego nocivos por su acumulación, para el funcionamiento de ciertos órganos.

Por eso hemos visto que al llegar á la edad adulta se empieza inmediatamente á envejecer. El cuerpo es limitado, pero como siguen produciéndose la sustancias R *estables* (1) á consecuencia de la actividad de los elemen-

---

(1) No eliminables.

tos anatómicos, adquieren cada vez mayor importancia en el organismo á expensas de los mismos elementos dichos.

La sustancia de los huesos, por ejemplo, adquiere cada vez más partes muertas, y así es imposible en ocasiones que se resuelva una fractura, siempre es difícil en los viejos, etc. Pero, sobre todo, gran número de órganos esenciales funcionan con más dificultad, algunos han perdido mucha consistencia. Si llega á romperse un vaso, la coordinación general se destruye, la vida cesa casi siempre. Las causas de muerte resultan, pues, cada día más numerosas, á medida que se envejece.

En cuanto á la senescencia de los infusorios de *Mau-pas*, no podemos afirmar que un fenómeno análogo tenga lugar en los metazoarios. Ninguna observación nos permite creer que el elemento anatómico de un viejo no sea susceptible de asimilación y de segmentación. Por el contrario, la actividad de ciertos órganos en el viejo es absolutamente comparable á la del adulto. Ahora bien, sabemos que la actividad es un fenómeno que acompaña á las reacciones de la vida elemental manifiesta; es decir, de la síntesis asimiladora. Hay motivo, no obstante, para reservarse en este punto, en tanto no nos hayan ilustrado observaciones precisas.

La acumulación de las sustancias R no eliminables basta para explicarnos satisfactoriamente la vejez. El equilibrio obligatorio entre los períodos de actividad y los de descanso proviene de la necesidad de que se eliminen ciertas sustancias R que pueden hacerlo (aquéllas cuya acumulación produce el cansancio). Este equilibrio obligatorio determina la edad adulta. Una vez realizado, gran número de órganos no funcionan sino merced á las sustancias R que los incrustan (huesos, por ejemplo), pero como las mismas sustancias siguen produciéndose durante los períodos de actividad y no se destruyen durante los de descanso, como las sustancias plásticas, llenan

poco á poco el organismo con daño de los elementos anatómicos, y estorban el funcionamiento de ciertos órganos esenciales. Y así sigue en constante aumento. Se empieza á envejecer en cuanto se es adulto y se envejece luego más y más.

La *muerte natural* sobrevendría cuando, á consecuencia de la acumulación normal de las sustancias R no eliminables, un órgano esencial no pudiera funcionar, lo que haría imposible el mantenimiento de la coordinación vital. Fenómeno semejante debe ser muy raro, porque, en el envejecimiento, las probabilidades de muerte accidental por ruptura de éste ú el otro órgano vienen á ser cada vez más abundantes á causa de la debilidad creciente de éstos. Basta, pues, una causa de escasísima importancia para determinar accidentalmente la muerte, y vamos á estudiar las diversas clases de muerte accidental que pueden sobrevenir en un momento cualquiera de la vida, tanto en el niño como en el adulto ó en el viejo. Pero antes quiero decir algunas palabras respecto á una teoría reciente de la vejez.

Delage (1) ve una causa de senilidad en la diferenciación celular que disminuye—dice— la aptitud de los elementos para dividirse. Acepta al mismo tiempo la idea de Roux, de que ocupando cada elemento un lugar determinado, impide el desarrollo de los que están próximos. No creo que haya un solo hecho que fundamente esta hipótesis. Considérese un individuo adulto, en el que, según Delage y Roux, no haya ya sitio para que los elementos se desarrollen, y en el que, además, los elementos diferenciados tengan menos aptitud para dividirse. Hágase trabajar á ese individuo en una fragua, y, al cabo de algún tiempo, los músculos habrán adquirido desarrollo considerable, lo cual prueba que hay lugar para nuevos elementos y que los musculares (¿los hay

---

(1) *Ob. cit.*, pág. 769.

más diferenciados?) son perfectamente aptos para dividirse (véase *Equilibrio de los órganos*).

Por otra parte, una vez logrado el estado adulto, hemos visto que, á causa de la eliminación necesaria de las sustancias R, hay relación determinada entre la duración de los períodos de descanso y de actividad, y que el trabajo compensa con bastante exactitud las pérdidas de sustancias plásticas realizadas durante el descanso. Por tanto, si no hubiera ciertas sustancias R no eliminables, que se acumulan en determinados órganos, no habría razón alguna (1) para que las cosas no siguieran así indefinidamente, aún cuando la capacidad del organismo sea limitada, como hemos visto. Pero sabemos, con absoluta certeza, que esas sustancias R no eliminables existen y se acumulan en el organismo, originando la vejez.

*Muerte accidental.*—Hemos visto que puede definirse la individualidad fisiológica de dos maneras, según el punto de vista en que nos coloquemos: por el medio interior común, por la continuidad nerviosa. Como la continuidad nerviosa regula la mayor parte de las actividades celulares y las coordina, es evidente que la naturaleza del medio interior depende de ella, tomando de él cada elemento anatómico las sustancias Q, y dejándole las sustancias R en el curso de su actividad, dejándole también los productos de la destrucción plástica en el reposo. Pero es cierto también que la continuidad nerviosa depende del medio interior, puesto que no se realiza sino por la vida elemental manifiesta de elementos nerviosos que, como todos los elementos anatómicos, tienen por ambiente el medio interior, en él toman sus sustancias Q y en él dejan sus sustancias R. Hay, pues, correlación íntima entre las dos individualidades, anterior-

---

(1) Prescindo del caso de una senescencia comparable á la que Maupas ha descrito en los infusorios y que ningún hecho conocido nos permite atribuir á los elementos anatómicos.

mente definidas, de un mismo metazoario (1). La muerte, término de la vida, destrucción de la individualidad, es, por tanto, la misma, cualquiera que sea la definición de la individualidad en que nos fijemos, produciendo fatalmente la muerte por el medio interior la muerte por discontinuidad nerviosa, y al contrario.

1.º *Muerte por el medio interior.*—El medio interior debe contener, en todo momento, lo necesario para la vida elemental manifiesta de los diversos elementos anatómicos, las sustancias Q de su vida elemental manifiesta. Si esas sustancias Q se agotan hay *inanición*, y muchos elementos anatómicos se encuentran en la condición núm. 2. Si el estado de inanición se prolonga, no renovándose las sustancias Q por alimentos que procedan del exterior, hay destrucción total de gran número de elementos esenciales. La coordinación acaba por este hecho. Es la muerte por inanición.

La vida elemental manifiesta produce sustancias R cuya acumulación es perniciosa. Si, por una ú otra razón, la eliminación de dichas sustancias se hace imposible, por el riñón (uremia), por la piel (quemaduras), por el pulmón (asfixia), gran número de elementos anatómicos se encuentran en la posibilidad de funcionar, varios perecen, y la coordinación acaba.

Un fenómeno análogo se produce cuando un elemento dañino penetra del exterior al medio interior, ya en forma química (venenos), ya de plástidas extrañas (bacterias, esporozoarios), cuyas sustancias R son para ciertos elementos anatómicos verdaderos venenos. Si la presencia del elemento dañino no es demasiado larga (eliminación de los venenos por las vías ordinarias, fagocitosis, etc.), la coordinación, un momento destruída, se restablece poco á poco antes de que elementos esencia-

---

(1) Aludo principalmente á los vertebrados en este punto, y, particularmente, á los mamíferos y al hombre.

les hayan desaparecido por completo (enfermedad, curación); pero si la presencia del elemento dañino es demasiado larga, si su efecto es bastante rápido para destruir por completo en poco tiempo un elemento esencial, el resultado es la muerte. Cuando un elemento esencial se destruye, todos los demás perecen poco á poco, porque están adaptados á condiciones de existencia especiales, en un medio particularísimo. La muerte elemental es, por tanto, la consecuencia más ó menos rápida, según los elementos, pero siempre fatal en los vertebrados, de la muerte. El elemento nervioso, en particular, se destruye rápidamente.

2.º *Muerte por discontinuidad nerviosa.*—La discontinuidad nerviosa sobreviene siempre en el curso de los fenómenos de muerte por el medio, y ella precisa el momento de la muerte. Á veces empieza y entonces la muerte es súbita, corte de la médula espinal, derrame sanguíneo que determina la destrucción de ciertas partes del cerebro (apoplejía), descabellamiento, etc. Pero siempre, como su destrucción lleva consigo el término de la coordinación, el medio interior varía más ó menos pronto y determina la muerte elemental de todos los elementos (1).

Habría que estudiar gran número de casos particulares, pero esto nos llevaría demasiado lejos. Hay que señalar, no obstante, la discontinuidad nerviosa especial que produce el sueño, discontinuidad que es normalmente de corta duración y que naturalmente cesa cuando se verifica la eliminación de las sustancias R acumuladas durante la vigilia. Esa discontinuidad pasajera no sepa-

---

(1) Hay un caso patológico célebre en el que un microbio produce directamente la discontinuidad nerviosa: el microbio de la rabia vive únicamente en el sistema nervioso, que destruye poco á poco, sin que el influjo de sus sustancias R sobre el medio interior se deje sentir de una manera notable.

ra del conjunto del sistema nervioso más que los centros llamados psíquicos, y no deshace para nada la coordinación de los elementos anatómicos á que corresponden las funciones de la nutrición. No me extendiendo en hechos que se exponen en los libros de Fisiología.

En suma, la vida se nos manifiesta por fenómenos de conjunto que se hacen imposibles en cuanto la muerte sobreviene. La muerte produce siempre, más ó menos pronto, en los animales superiores, la muerte elemental de los elementos anatómicos, pero puede tener lugar sin que uno solo de los elementos se destruya (discontinuidad). En la mayor parte de los casos, proviene de la muerte elemental de cierto número de elementos anatómicos *esenciales para la coordinación general*, muerte elemental que se debe comúnmente al medio interior (inación ó envenenamiento).

Desde la fecundación hasta la muerte el *individuo* vive. Se da el nombre de vida al conjunto de las particularidades de organización que ofrece en un momento cualquiera de ese intervalo, ó también al conjunto de los fenómenos que en el mismo presenta, etc. Está vivo y siempre en disposición de vivir en tanto no está muerto, lo cual no es una perogrullada, sino una definición. En un momento cualquiera de su vida, ofrece cierta coordinación orgánica que se mantiene sin cesar hasta la muerte, igual que ha aparecido en el curso del desarrollo, á consecuencia de la asimilación funcional.

Las particularidades de esa coordinación determinan la individualidad, la personalidad fisiológica, á la que corresponde la personalidad psíquica, según veremos. Acabando la muerte con esa coordinación, la individualidad cesa. No hay que decir un hombre muerto, sino el cadáver de un hombre, puesto que la palabra hombre, como la palabra perro, como la palabra salmón, representa algo que está vivo. Tan sólo, hay una semejanza sorprendente entre el hombre y su cadáver, porque las

lesiones físicas ó químicas, que han acabado con la coordinación especial de que resultaba la individualidad, son poco aparentes morfológicamente.

El adulto es el producto natural, en las condiciones exteriores, de la vida elemental manifiesta del huevo. El cadáver proviene del adulto por una modificación poco evidente en la forma. Ahora bien, siendo el adulto muy complejo, lo es también el cadáver, y representa el conjunto de partes que no puede provenir más que de la vida elemental manifiesta del huevo. Cuando vemos el cadáver de un vertebrado, estamos seguros de que ha vivido, puesto que sólo la vida ha podido formarle por asimilación funcional.

Una vez el metazoario muerto, sus diversos elementos anatómicos se destruyen y dejan en libertad en el medio terrestre productos que son las sustancias Q de otras especies.

...En una tumba se ve brotar del suelo  
La brizna de hierba sagrada que nos da el pan (1).

---

(1) Lo reducido de este libro me obliga á estudiar muy rápidamente los fenómenos de reproducción y los epifenómenos de conciencia. Sólo indicaré, pues, sumariamente, los más importantes.

---

## LIBRO V

---

### REPRODUCCIÓN DE LOS METAZOARIOS

La facultad de reproducirse, la reproducción en general, se considera como uno de los caracteres generales de los seres vivos. Con objeto de generalizar esta propiedad, se la da el mismo nombre en los seres monoplástidos y en los poliplástidos, aún cuando represente en ambos grupos cosas enteramente distintas.

El protozooario adquiere un tamaño determinado, del cual no puede pasar en las condiciones de equilibrio en que se encuentra. Como su cantidad de sustancias plásticas sigue aumentando bajo el influjo de los fenómenos de asimilación, su masa se divide naturalmente en dos más pequeñas, que contienen cada una, en menor cantidad, todas las sustancias constitutivas del protoplasma primitivo, y que están, por consiguiente, dotadas como él de vida elemental. *El protozooario se ha reproducido.*

El fenómeno que en los metazoarios puede compararse al anterior, es la segmentación del huevo, el aumento del número de blastómeras, la ontogénesis. Hemos visto cómo tiene lugar este fenómeno que da origen á una aglomeración de plástidas, que llamamos *sér vivo*, enteramente igual que á una plástida aislada, abu-

sando de las palabras. Hay que considerar en el sér poli-plástido, no ya solamente la vida elemental de los elementos que le forman, sino el resultado de la unión de todos esos elementos dotados de vida elemental y de la coordinación de sus actividades, es decir, la *vida*. Para un metazoario, y especialmente para un metazoario superior, un vertebrado, por ejemplo, la vida tiene duración limitada y cesa fatalmente en un momento dado, por razones inherentes á la vida misma. La idea de *muerte* está absolutamente ligada á la de *vida*, mientras que la idea de muerte elemental no lo está para nada á la de vida elemental manifiesta.

La vida elemental, propiedad química, pertenece á cada una de las dos plástidas que proceden de la división de una plástida A, como pertenecía á ésta. La vida elemental manifiesta mantiene la vida elemental, es decir, aumenta de continuo la cantidad de las sustancias dotadas de vida elemental. La muerte elemental, ó desaparición de la vida elemental, proviene únicamente de la condición núm. 2, que es precisamente lo contrario de la vida elemental manifiesta ó actividad química en la condición núm. 1 (véase pág. 141). Decir que la plástida A *muere* cuando se divide en dos, sería decir que una gota de aceite deja de ser aceite cuando se divide. No puede ocurrírsele tal á nadie si no por comparación ilegítima con los metazoarios superiores, de los que se toma una idea de individualidad, de personalidad no aplicable á las plástidas (véase pág. 193). En cuanto á la muerte elemental, es la destrucción química de la plástida, y sobreviene siempre que la plástida permanece bastante tiempo en la condición núm. 2, pero solamente en este caso. Por tanto, si dada una plástida A en determinado momento de la historia del mundo, las diversas plástidas que de ella proceden se ven arras-tradas por corrientes en diversas direcciones, tales que, para *algunas de ellas*, la condición núm. 2 no se realice

jamás, podrá seguirse una serie de vidas elementales jamás interrumpida á partir de A (1). ¿Deberá decirse por esto que A es inmortal? Sería absurdo, porque la palabra inmortal tiene una significación precisa en el lenguaje, y evoca la idea de una individualidad que subsistiría siempre, de un *yo* que no acabaría jamás. Inmortalidad quiere decir ausencia de *muerte* y no de *muerte elemental*, y por eso todas las discusiones sobre la *mortalidad del cuerpo y la inmortalidad del germen* (2) son discusiones estériles, basadas en un simple juego de palabras.

La *muerte* es el término de la *vida*. Hemos visto la definición de la vida (pág. 222). Cuando se divide en dos partes una hidra A ha muerto, puesto que su *vida* (3) se ha destruído; pero esta operación da origen á dos hidras que están vivas y cuya vida semeja á la de la hidra A. He aquí, pues, una operación que destruye la vida de un sér poliplástido, sin que ninguna de las vidas elementales de sus elementos perezca. Pues bien, lo mismo ocurre las más de las veces en la muerte de un metazoario superior, de un vertebrado, por ejemplo. El metazoario muere, por lo general, de un accidente que ha destruído la coordinación, sin que á ninguno de sus elementos resulte alcanzar la muerte elemental (4). Cierto es que ésta sobreviene más tarde las más de las veces, como una consecuencia más ó menos rápida de las perturbaciones que resultan de la muerte; pero son dos fe-

---

(1) Esto no ocurre probablemente: la condición núm. 2 debe verse realizada de tiempo en tiempo, solamente no produce siempre la destrucción de la vida elemental de A, sin sustituirla por una vida elemental diferente de una nueva plástida A' (adaptación, véase pág. 199), de suerte que parezca que su vida elemental se ha trasmitido sin discontinuidad.

(2) Delage, *Ob. cit.*, pág. 768.

(3) *Vida*: coordinación, manifestaciones *de conjunto*.

(4) Salvo en los casos de muerte por envenenamiento ó por inanición, de muerte por el medio interior, en fin.

nómenos enteramente distintos. El vertebrado está condenado á la muerte; no hay ninguna razón para que elementos anatómicos estén condenados por el mismo hecho á la muerte elemental. En realidad, esta última sobreviene casi siempre después de la muerte, para todos los elementos, en los vertebrados, porque los dichos elementos están adaptados á condiciones especialísimas, que, á consecuencia de la muerte, dejan de realizarse en el medio interior. La supuesta cuestión de la inmortalidad del germen se reduce, pues, á lo siguiente: *¿Hay elementos de un metazoario que puedan ser separados de él sin que resulte su muerte elemental, que puedan conservar su vida elemental fuera de las condiciones especiales que mantienen en el metazoario la vida del mismo?* Así se presenta el tema de la reproducción en los seres poliplástidos. Se ve que no tiene nada de común con el de la multiplicación de los seres formados de una plástida aislada.

No distinguiendo Delage (1) la *vida* de la *vida elemental*, se pregunta por qué razón están los elementos anatómicos de los metazoarios, salvo las células reproductoras, condenados á morir. Halla esta razón en la diferenciación celular, que *disminuyendo la actitud de las células para dividirse*, las haría perder su *inmortalidad* (!). Ahora bien, olvida que el animal no muere á consecuencia de la muerte elemental de sus elementos, sino que, por el contrario, los elementos se destruyen á consecuencia de la muerte del animal. Cuando un hombre muere, *todos sus elementos están generalmente dotados todavía de vida elemental*; pero entran en la condición núm. 2 á consecuencia de la muerte. No hay, pues, motivo para creer que los elementos diferenciados tienden más que los otros á quedar desprovistos de vida elemental en el curso de las segmentaciones sucesivas. La muerte es fatal, la muerte elemental no lo es más que como consecuencia suya.

---

(1) *Obra citada*, pág. 170.

A veces, resultando modificadas las condiciones exteriores en el curso de la vida, todos los elementos de los órganos activos (1) se encuentran en la condición número 2 y se destruyen, y entonces, por equilibrio orgánico, las plástidas completas del organismo adquieren considerable desarrollo á expensas de los restos de aquéllos. Un crustáceo, al llegar á ser parásito interno, se transforma poco á poco en un saco lleno de huevos. ¿En qué momento se ha producido la *muerte* en este caso? Es cuestión de definición. En suma, la vida elemental de todos los elementos ha desaparecido poco á poco, salvo la de los elementos reproductores. A partir del momento en que el parasitismo se ha establecido definitivamente, ya no hay, propiamente hablando, individuo; los fenómenos de coordinación, de conjunto han cesado; ya no hay, por decirlo así, más que plástidas aisladas que se encuentran en las mismas condiciones de medio. Si se sigue considerando el parásito como un *individuo*, hasta que lleguen á término de madurez sus productos sexuales, se llega á ver, en suma, un metazooario que se transforma por completo al morir en multitud de plástidas aisladas, provistas todas de vida elemental, como ocurre con la *Magosphaera planula* de Haeckel. No habría, pues, en este caso, muerte elemental de ningún elemento, pero se ve que sólo se trata de un abuso de palabras, puesto que se ha dejado de tener en cuenta la muerte elemental de todos los elementos anatómicos, que han entrado en regresión cuando la condición número 2 ha sido determinada en ellos por el parasitismo.

Asentados estos preliminares, estudiemos sucintamente lo que se refiere á la reproducción.

---

(1) Órganos de la vida de relación, y, de una manera general, plástidas incompletas, completadas por conexiones nerviosas.

## CAPÍTULO XXVI

---

### **Partenogenesis.**

Recordemos el fenómeno de la segmentación (página 230). Durante los primeros momentos de él, las diversas blastómeras no llegan á ser, en general, desemejantes sino por simples fenómenos de adaptación á condiciones especiales de medio. Cada una de ellas sigue siendo una plástida completa, cada una, separada de la aglomeración de que forma parte, puede conservar la vida elemental, siempre que no sea sometida á variaciones de medio demasiado bruscas. Ese estado es casi definitivo en ciertos metazoarios inferiores, la hidra, por ejemplo. Sabido es que si se da vuelta á una hidra, las células adaptadas á la situación endodérmica se adaptan á la exodérmica y recíprocamente, lo cual prueba que la adaptación á esas diversas situaciones va acompañada de modificaciones poco importantes, ó al menos poco estables. Así, un trozo cualquiera separado de la hidra por un tijeretazo, constituye un sér vivo cuyas partes todas conservan su vida elemental, una hidra nueva. Así se producen las hidras que derivan de un brote, las medusas, etc., etc.

Se concibe que, en tales condiciones, toda célula separada en un momento cualquiera de la aglomeración po-

liplástida reanudará, encontrándose en el estado de vida elemental manifiesta, el ciclo evolutivo de que ha procedido ella misma, y será el punto de partida de una nueva aglomeración poliplástida idéntica á la primera. Una *magosphæra planula* se resuelve en un momento dado en todas sus células, cada una de las cuales es el punto de partida de otra *magosphæra*.

Cuando las divisiones celulares por planos paralelos á los planos tangentes hayan comenzado, es decir, cuando cada plástida que forma parte de una hoja se haya dividido en dos partes, una superficial, otra profunda, sabemos que, las más de las veces, las masas resultantes de esa división serán plástidas incompletas, que cada una, separada del conjunto, se hallará consiguientemente en la condición número 2, es decir, condenada á destrucción fatal.

Pero esto no tiene lugar en todas las plástidas. Algunas no se dividen en el sentido de la profundidad ó lo hacen de manera que producen plástidas completas. Es cierto, efectivamente, que hay plástidas completas en la mayor parte de los metazoarios adultos; algunas tienen una existencia evidente, los leucocitos, por ejemplo. Ahora bien, los leucocitos, producidos en el seno de un líquido orgánico muy complejo, se adaptan á condiciones sumamente especiales, y se encuentran en la condición número 2 cuando se les trasporta á un líquido diferente, destruyéndose por lo tanto. Fuera de esto, en el medio especialísimo en que hallan su condición número 1, hacen lo que los protozoarios, es decir, que su segmentación va seguida de la separación de las dos plástidas que de ellos resultan. He aquí, pues, un ejemplo innegable de un protozooario que procede de un huevo de metazoario, muy rápidamente, por adaptación á un medio especial.

Pero hay en ciertos seres otros elementos anatómicos que son plástidas completas, y que, á consecuencia de

las condiciones de medio en que se han encontrado en el curso de las segmentaciones de que proceden, sólo se han modificado poco ó nada (1). Se encuentran, pues, idénticos al huevo de donde ha partido la aglomeración poliplástida que los contiene. Si se separan del cuerpo y se encuentran libres en el medio, su situación es la de vida elemental manifiesta, se segmentan y dan origen á seres poliplástidos idénticos á aquél de que proceden.

Son huevos partenogenéticos. Esa es la reproducción por partenogénesis. Hay abundantes ejemplos en los pulgones, filópodos, etc., etc.

---

(1) Esos elementos forman parte de membranas epiteliarias que limitan cavidades orgánicas (epitelio germinativo), y se encuentran siempre en lugares determinados en que las condiciones son probablemente especialísimas.

---

## CAPÍTULO XXVII

### Fecundación.

El caso que hemos estudiado en el capítulo anterior, está lejos de ser el más general. Hay muchos elementos anatómicos que son plástidas completas, pero que, á consecuencia de su situación en una pared de cavidad, sus dos polos *a* y *b* son diferentes (fig. 18). Lo son de tal

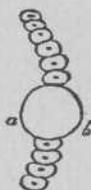


FIGURA 18.

manera, que la primera segmentación tiene lugar perpendicularmente al eje *a b* por un plano situado muy cerca de *b*. Hay, pues, división desigual, y esa división desigual da lugar á una célula grande y otra pequeña (glóbulo polar). La segunda segmentación que experimenta la célula grande, produce también una célula pequeña en el polo *b*, y lo que queda entonces de la célula grande es,

en general, una plástida completa (1) el *óvulo*. Pero esa plástida incompleta no es comparable á las demás de su género del organismo. No se completa por las conexiones nerviosas, y se encuentra naturalmente siempre en la condición núm. 2, en tanto no interviene otro fenómeno, la fecundación; el óvulo cae en una cavidad del animal.

Supongamos, para simplificar, que haya solamente cuatro sustancias esenciales,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , en la plástida completa de la especie considerada. La formación del segundo glóbulo polar elimina dos de ellas,  $\alpha$  y  $\beta$ , por ejemplo. El conjunto  $\gamma$   $\delta$  se encuentra, pues, en la condición núm. 2.

Pero, sea en otro punto del mismo metazoario, sea en otro punto de otro metazoario de la misma especie, se forman, por un trastorno de las condiciones locales, plástidas incompletas reducidas á  $\alpha$   $\beta$  (espermatozoides) las cuales se hallan igualmente siempre en la condición número 2. Si se fusionan un óvulo y un espermatozoide se origina una plástida completa, el huevo. Ahora bien, precisamente el óvulo y el espermatozoide de una misma especie son positivamente quimiotácticos el uno con respecto al otro, quimiotaxia de plástidas incompletas comparable á la de los merozoitos sin núcleo.

El espermatozoide, pequeño, se mueve con facilidad y es por tanto atraído hacia el óvulo. La atracción recíproca del óvulo por el espermatozoide no se manifiesta sino cuando, estando este último muy próximo, la atracción está limitada á una parte pequeñísima de la superficie del óvulo. Hay entonces deformación amiboide del óvulo (fig. 19), que origina una pequeña protuberancia

---

(1) Remito, para el estudio detallado de este fenómeno, á los tratados especiales y á un artículo de R. Köhler en la *Revue philosophique*, titulado: «Por qué nos parecemos á nuestros padres» (1893).

que va al encuentro del espermatozoide. Una vez realizada la fecundación, el huevo ya saturado no atrae los espermatozoides, lo cual no es de sorprender puesto que ya constituye otro cuerpo químico.

El huevo resulta, por tanto, de la fusión de dos masas de sustancias plásticas, ninguna de las cuales, considerada aisladamente, está dotada de vida elemental. El óvulo y el espermatozoide son plástidas incompletas, que separadamente cada una se hallan, por consiguien-

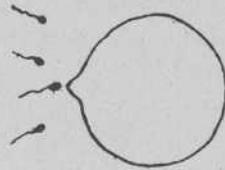


FIGURA 19.

te, condenadas á perecer, y efectivamente ninguna de ellas asimila ni se desarrolla (1).

¿Cómo ocurre que esa expulsión de glóbulos polares, esa división desigual que da origen á los *productos sexuales plástidas incompletas* sea tan general y no tenga excepción sino en raros casos de partenogénesis? Puede explicarse por la distribución heterogénea de las sustancias plásticas en un elemento dispuesto de manera tan particular como *a b* (fig. 18). La división desigual por planos paralelos á los planos tangentes, aun cuando más tarde en los productos sexuales, los alcanzaría, sin embargo,

(1) Hay casos de partenogénesis á consecuencia de la división de dos glóbulos polares, aun cuando no constituyen la regla. Esto probaría que en tales casos los cuatro cromosomas, dos de los cuales desaparecen por la segunda expulsión, no son diferentes entre sí, y que la plástida reducida á dos cromosomas permanece completa.

al fin como á casi todos los demás elementos histológicos. Una vez caído, una vez libre en un líquido ifecundado, no encontrándose ya el huevo en las condiciones especialísimas de la fig. 18, tiende á volver á ser homogéneo y susceptible de divisiones iguales, pero no pierde nunca por completo su heterogeneidad primitiva, el polo *b* permanece siempre más ó menos distinto del polo *a*. Uno es de nutrición y otro de formación, y sabido es que el último corresponde siempre al punto en que ha tenido lugar la expulsión de los glóbulos polares (1).

¿Interviene, quizá, en esta necesidad casi general de la fecundación un fenómeno análogo al de la senescencia de los infusorios de Maupas? Así debía creerse, naturalmente, en tanto no se había observado la heterogeneidad de la segmentación que da origen á los glóbulos polares. Hay que preguntarse si solamente la última segmentación hace incompleta la plástida reproductora ó si no hace más que acabar una obra ya casi terminada, habiendo sido las diversas segmentaciones verificadas desde el huevo hasta el óvulo el resultado de una asimilación heterogénea, que comprueba la ecuación III en lugar de la ecuación II. Nada permite responder hoy á esta cuestión; pero, en todos los casos, cualquiera que sea la causa que la necesite, la conjugación de los infusorios, lo mismo que la fecundación de los metazoarios, es la transformación de plástidas completas por adición de partes nuevas.

Sea completo (partenogenesis, célula madre del óvulo, ó de los espermatozoides), ó incompleto (óvulo, espermatozoide), el elemento reproductor, desprovisto de conexiones nerviosas, está fuera de la individualidad definida por la continuidad del sistema nervioso. Obra, por

---

(1) La situación particular de las plástidas que forman pared; es decir, que se encuentran en una hoja que separa dos medios diferentes, aparece, por tanto, como de capital importancia en toda la historia de los metazoarios.

tanto, en el organismo absolutamente lo mismo que un parásito, del que no difiere sino por su comunidad de origen con los restantes elementos anatómicos. En consecuencia, antes de que esos elementos vengan á ser incompletos, tienen en el organismo una vida elemental manifiesta no discontinua, desde el momento en que su condición núm. 1 se encuentra realizada en el medio en que viven. Desempeñan, pues, por su actividad química *no interrumpida*, papel capital en la determinación del equilibrio (renovación de las sustancias *Q*, eliminación de las sustancias *R*), que caracteriza el estado adulto y la normalidad de los órganos.

Así, el desarrollo de los órganos genitales detiene las más de las veces el desarrollo general. *El animal no tiene productos genitales porque es adulto, sino que es adulto porque tiene productos genitales*. Las pocas excepciones en que el desarrollo de los órganos genitales no detiene el general, es decir, en que el animal se reproduce antes de ser adulto, se llaman casos de paidogenesia.

Los órganos genitales son verdaderos parásitos. El medio interior del organismo es limitado, y si parásitos de origen exterior se introducen en él, se encuentran en competencia vital con los *parásitos órganos genitales*. (Véase pág. 213), que á veces sucumben (castración parasitaria). Se concibe fácilmente que un parásito de origen exterior desempeñe papel comparable al de los órganos genitales en la determinación del estado adulto, y que la naturaleza de ese estado varíe con la del parásito (falsas hembras, determinadas en los langostinos por las saculinas). La ablación del parásito permite que la evolución continúe (gallinas que echan plumas de gallo después de haber dejado de poner, mujeres que tienen barba después de la menopausia, etc., etc.) (1).

---

(1) Véanse las excelentes Memorias de A. Giard sobre *La castración parasitaria*.

No solamente los elementos sexuales están fuera de la individualidad nerviosa del padre, individualidad á que corresponde la psicológica, sino que tampoco esos elementos, plástidas incompletas (1), están dotados de vida elemental, y sería absurdo buscar en la individualidad de los hijos una continuación de la de los padres. La vida individual comienza en el huevo fecundado y termina en la muerte. Partes separadas de aglomeraciones poliplástidas pueden ser el punto de partida de otras aglomeraciones semejantes, pero esas partes no sólo están desprovistas de vida elemental, sino que también se hayan fuera de la individualidad de los padres.

Hemos visto (pág. 203), que muchas asociaciones diferentes de sustancias plásticas son susceptibles de vida elemental. Supongamos que un óvulo  $\gamma$   $\varepsilon$  encuentra un espermatozoide  $\alpha'$   $\beta'$  de otra especie. En general, no habrá atracción entre ellos. Si esa atracción quimiotáctica tiene lugar, se fusionarán y tendremos una masa  $\alpha'$   $\beta'$   $\gamma$   $\varepsilon$ : ¿Será una plástida? Las más de las veces, no; pero sí en ciertos casos. De esta suerte se producen los híbridos, cuya existencia me contento con señalar al paso.

---

(1) El óvulo y el espermatozoide son, uno y otro, masas de sustancias plásticas en la condición núm. 2, es decir, condenadas á perecer como sustancias plásticas si no tiene lugar la conjugación antes de que una parte esencial haya desaparecido.

## CAPÍTULO XXVIII

---

### Herencia.

No hay cuestión más vasta y controvertida. Merecería por tanto explicaciones que son incompatibles con lo limitado de este libro, pero puede resumirse de la manera siguiente: Dos huevos idénticos, en condiciones idénticas, se desarrollan de igual manera. En tanto las blastómeras son plástidas completas, su ordenación particular no influye de manera muy considerable en la suerte de cada una de ellas. No ocurre ya lo mismo cuando hay plástidas incompletas coordinadas por elementos nerviosos, porque entonces variaciones muy ligeras pueden producir divergencias bastante considerables, que son las divergencias individuales. Lo hemos visto anteriormente: el adulto está determinado por su huevo, y luego por todo lo que ha hecho desde el huevo (*asimilación funcional* pág. 257). En suma, el huevo determina la especie, el funcionamiento individual las divergencias individuales. Hay que considerar, por tanto, en la semejanza de dos adultos caracteres verdaderamente hereditarios, dependientes de la semejanza de sus huevos, y caracteres adquiridos, dependientes de la semejanza de los medios en que han vivido y de la manera cómo han vivido. Lo importante es saber distinguir estos dos grupos de ca-

racteres. Es tanto más difícil cuanto que ciertos caracteres adquiridos sucesivamente por todos los seres de varias generaciones, pueden llegar á ser hereditarios.

El huevo es efectivamente una plástida. Desde él hasta el óvulo hay una serie no interrumpida de plástidas que se reproducen en un medio determinado por el género de vida del metazoario en que son parásitas. Nada tiene de sorprendente, por tanto, que sufran modificaciones en relación con ese género de vida (*adaptación al medio*). Estas modificaciones de orden químico se producen tanto en el padre como en la madre, puesto que el género de vida es semejante para los dos sexos. La fecundación no las hará desaparecer, y de aquí la evolución de la especie en los metazoarios lo mismo que en los protozoarios.

Pues bien, ocurre en ciertos casos que las modificaciones producidas en la química del huevo por ciertas particularidades de la vida de los padres, se traducen morfológicamente por caracteres idénticos en el hijo, pero, cuando se hacen esas observaciones, es preciso tener siempre en cuenta las condiciones en que el hijo ha vivido á su vez y la parte que pueden haber tomado en la semejanza con sus padres.

En los animales superiores el desarrollo del individuo es guiado por los padres. La educación, determinando las diversas manifestaciones funcionales del hijo, ejerce sobre él un influjo morfogeno considerable (véase *La individualidad psíquica*). El adulto es el fruto de la educación tanto como de la herencia. He aquí una anamita que habla anamita y que habiendo formado su aparato vocal (centros nerviosos, laringe) hablando esta lengua, no puede articular el francés. Cojed su hijo al nacer y trasportadle á Francia. Formará su aparato vocal hablando francés, y será aquel, por tanto, muy distinto al de su padre. Conservará ciertos caracteres que harán reconocer su origen, pero no tendrá el órgano

vocal distintivo de su raza. He aquí, pues, un carácter morfológico que resulta de la educación y no de la herencia. A miles los hay que se traducen por el viejo refrán: *el hábito es una segunda naturaleza*, lo cual es consecuencia inmediata de la ley de asimilación funcional (1).

La hipótesis de una tendencia al perfeccionamiento es una ilusión que la educación crea, y que no tiene nada que ver con la herencia propiamente dicha.

La ley de Serres: «la embriología es la repetición de la anatomía comparada», ha sido formulada de nuevo por Fritz Müller en otra forma: «la ontogenia es paralela á la filogenia», lo cual quiere decir que, desde el huevo hasta el estado adulto, el individuo atraviesa por estados análogos á los que pasó su especie desde el origen hasta la situación actual. Hay evidentemente en este enunciado una gran parte de hipótesis que podría disminuirse dándose cuenta ante todo de lo que significa generalmente el estado adulto. He aquí varios crustáceos que pasan todos, en el curso de su evolución, por un estado *nauplius*. ¿Ha habido jamás un animal adulto que tuviera esa forma? Nada nos permite afirmarlo. De lo que estamos seguros es de que, para muchas especies diferentes de crustáceos, hay un momento del desarrollo en que la forma general es la misma.

Todas las encinas que conocemos han tenido en un momento dado dos hojas, y esto es verdad respecto á todos los árboles dicotiledóneos. ¿Ha habido jamás un antepasado común á todos esos árboles y que fuera adulto con dos hojas? Nada nos obliga á creerlo.

---

(1) Delage, *Obra citada* pág. 826, hace desempeñar á la excitación funcional el papel que yo atribuyo á la asimilación del mismo nombre: «Sólo está determinado en el huevo, lo que la excitación funcional no determina». En realidad, la excitación funcional no es más que una ilusión procedente de interpretar mal la asimilación funcional.

Las propiedades químicas de las sustancias plásticas, que constituyen los huevos como todas las plástidas, permiten clasificar esos huevos, lo mismo que esas plástidas, en grandes grupos muy bien caracterizados. Vegetales son los que cuentan la celulosa en el número de sus sustancias *R*, los artrópodos son notables por la producción de quitina y también por otras particularidades que nos es más difícil observar químicamente, pero que los diferencian de las nemátodos. Los equinodermos, los vertebrados, tienen ciertamente también características químicas

Pues bien, supongamos definido químicamente, de una manera completa y general, el huevo de todos los crustáceos, por ejemplo. Sabremos que el desarrollo de ese huevo, cuando tiene lugar en un medio absolutamente libre (1), da en cierta etapa (caracterizada quizá por un número exactamente determinado de segmentaciones) una aglomeración poliplástida, que no por tener forma especial en cada especie, ofrece menos en todas ellas ciertos caracteres comunes que hacen que la llamemos *nauplius* de una manera general. En ninguna especie conocida esa forma *nauplius* es adulta; es decir, que en ninguna el equilibrio de los aumentos y las pérdidas, que hace necesario la lentitud de eliminación de las sustancias *R*, es definitivo en esa etapa. Es un período transitorio común á todos los crustáceos considerados, y, si queréis, una característica de las propiedades de los huevos correspondientes. ¿A qué suponer que ha habido *nauplius* adultos? Podemos afirmar solamente que la *función crustácea* se caracteriza por una forma *nauplius* en ciertas condiciones, y debemos pensar que, desde que ha habido en el mundo un huevo de crustáceo, ha pasado en el curso de su segmentación por una forma *nauplius*.

---

(1) En los tipos en que hay poco *vitellus*, por ejemplo, en el *Pencus*.

Los vertebrados tienen todas aberturas branquiales en el curso de su evolución. Según las condiciones en que se encuentran, se sirven ó no de ellas. Si lo primero, las mantienen por asimilación funcional; si lo segundo, se atrofian. Ahora bien, las condiciones exteriores tienen en este punto importancia muy considerable. El axoloti tiene bronquios exteriores y los conserva en ciertas condiciones de medio. No se modifica, luego es adulto por el medio considerado; pero en otro medio pierde sus branquias externas y se torna amblistomo. No era, pues, adulto para ese medio nuevo; el equilibrio de los aumentos y las pérdidas, establecido de una manera que podía ser definitiva en el primer medio, no se conserva ya en el segundo.

¿No cabe que el estado adulto, que puede ser diferente por simple cambio de la salazón del medio, dependa también de la constitución química del medio interior, y, subiendo más, de la constitución química del huevo? Todo nos induce á creer que así ocurre. Dos huevos pueden ser bastante semejantes para dar origen á un crustáceo que tiene una fase *nauplius*, pero por una ligera diferencia química entre ambos, el estado adulto del uno podrá ser correlativo de la forma *misis*, mientras que el del otro no se logrará sino más tarde y ocurrirá en la forma *cangrejo*. No veo ninguna razón para creer que el animal que es hoy adulto en la forma *cangrejo* descienda de un sér que le haya sido en la forma *misis*. Creo más verosímil que los estados adultos de los diversos huevos de un mismo grupo zoológico dependan de ligeras diferencias químicas entre esos huevos mismos, como el paso del estado axoloti al estado amblistomo depende de un ligero cambio de la composición del medio.

En resumen, en tanto no ha habido cambio profundo del sér á consecuencia de la asimilación funcional en los casos de especial adaptación (determinación, parasitismo, etc), parece que haya, para un grupo determinado,

una serie de formas ó tipos de organización característica, por las que pasan sucesivamente todos los seres del grupo, deteniéndose cada uno de ellos en esta ó la otra etapa, porque en ella deviene adulto por razones que proceden ya del medio, ya de su naturaleza especial. Se llaman tipos inferiores del grupo á los que se detienen muy pronto. Es evidente, pues, que todas las formas sucesivas de un tipo superior serán paralelas á las diferentes formas adultas de las especies inferiores del mismo grupo.

La rana tiene una fase de pez. ¿Deriva de un tipo que era adulto en esa forma? No lo sabemos (1). De la hipótesis de una tendencia al perfeccionamiento proviene esta idea: *que los primeros tipos que han aparecido en cada grupo eran tipos inferiores*. Si esto se entiende en el sentido de perfeccionamiento por la educación es cierto, pero habría entonces que establecer una diferencia muy clara entre los caracteres que proceden de la educación y los restantes, y eso es muy difícil. Pero no veo razón para que un animal que tiene cinco segmentos *todos semejantes* no haya alcanzado, la primera vez que se ha producido, ese número de cinco segmentos, y haya sido primeramente adulto con uno solo (2).

---

(1) Por el contrario, conocemos casos en que es casi seguro que no existe el paralelismo establecido por F. Müller entre la ontogenia y la filogenia. Es muy probable que el asno descienda del *hipparion*. Ahora bien, el asno no pasa en el curso de su desarrollo por la etapa de tres dedos que era característica de su antepasado adulto. Puesto que el antepasado del asno tenía una forma adulta por la que éste no pasa en el curso de su desarrollo, no hay razón para que admitamos la proposición contraria respecto al *Penæus* y digamos que ha tenido adultos de forma *nauplus*.

(2) Remito á los Tratados especiales para el estudio de todas estas cuestiones, y para todas las teorías de la evolución, darwinismo, etc., que no puedo examinar en este libro.



# TERCERA PARTE

Vida psíquica.

---

## LIBRO VI

---

### CAPÍTULO XXIX

---

**La individualidad psíquica.**

Me limitaré á rápidas indicaciones, remitiendo al lectar una vez más á los libros especiales; es decir, á los tratados de Psicofisiología cada día más abundantes.

Número grandísimo de fenómenos fisiológicos del organismo van acompañados de epifenómenos de conciencia. Todos los observan en sí mismos y por analogía admiten su existencia en los demás hombres. Como consecuencia de esos epifenómenos, existe la individualidad psicológica, la personalidad, el *yo*. Pues bien, lo que hay que entender por epifenómenos de conciencia puede expresarse así. Todo lo que pasa en el que tenemos al lado, todas las reacciones químicas que en él se traducen por fenómenos fisiológicos, ocurrirían de igual manera si no

se apercibiera de ello (1), de suerte que nos es imposible afirmar que se apercibe. Le vemos moverse y comer; le hablamos, nos oye y nos responde, pero no podemos afirmar que se da cuenta de que nos oye y de que nos responde. Esto puede parecer absurdo, porque la palabra oír, por ejemplo, tiene para todos nosotros en general un significado preciso que se refiere á una sensación; pero hay un fenómeno fisiológico de la audición que determina fisiológicamente el de la respuesta y así sucesivamente. No podemos saber en modo alguno si esos fenómenos fisiológicos van ó no acompañados de epifenómenos de conciencia en cualquier otro que no seamos nosotros. Ni siquiera tendríamos razón alguna para creerlo si nosotros, observadores, no estuviéramos formados de manera muy análoga á como lo está el que observamos. Hagamos por un momento la suposición absurda de que somos inteligencia pura desprovista de cuerpo, y que vemos y oímos á pesar de ello; nunca se nos habría ocurrido que todo lo que pasa en el mundo de los animales y de las plantas pudiera ir acompañado de conciencia, como tampoco pensamos que el cloro *sabe* lo que pasa cuando, combinado con el sodio, se transforma en cloruro de sodio.

En realidad, la fisiología nos muestra cada día más que todo *fenómeno psicológico* que observamos en nosotros mismos es solamente un epifenómeno que acompaña á un fenómeno fisiológico, pero que *para nada le influye*.

---

(1) No quiere esto decir que el *mismo* acto se realice con ó sin conciencia en un mismo individuo. Hay actos que exteriormente se parecen, y que son el uno consciente é inconsciente el otro, pero entonces esos actos no son idénticos, no ponen en juego exactamente los mismos elementos anatómicos. Quiero decir que podrían imaginarse cuerpos idénticos á los metazoarios cuyo funcionamiento en iguales condiciones no iría acompañado de epifenómenos de conciencia, y sería, no obstante *idéntico* al de un metazoario consciente.

Tan sólo, lo cual hace más difícil entenderse, ese epifenómeno es inseparable en nosotros del fenómeno que le acompaña, de suerte que hacía una suposición absurda al decir, hace un momento: todo ocurriría de la misma manera en él si no se apercibiera, puesto que no puede pasar sin que se aperciba, estamos seguros por nosotros mismos. Lo que quería decir es que la naturaleza de ese epifenómeno de conciencia no modifica en nada, de manera activa, el fenómeno fisiológico á que acompaña. No sabemos si el cloro sufre ó disfruta cuando se combina con el sodio, pero sabemos que esa combinación se realiza *siempre* en ciertas condiciones físicas, y podemos afirmarlo sin saber si acompañan ó no epifenómenos de conciencia á la reacción citada. Asimismo, cuando vemos que una bacteria es atraída por la luz, no sabemos si goza ó si sufre por esa atracción, ó siquiera si siente algo; pero estamos seguros de que siempre, en las mismas condiciones, la misma bacteria será atraída por la misma luz. También, subiendo en la escala de los seres, y cuando estamos en disposición de asegurarnos de todas las condiciones de un fenómeno, observamos que las mismas causas producen los mismos efectos, sin que podamos saber si acompañan ó no epifenómenos de conciencia á los fenómenos fisiológicos, y, caso de que existan, cuál es su naturaleza. Concluimos, pues, en el determinismo fisiológico, y, al mismo tiempo, á causa de la relación establecida entre la morfología y la fisiología, en el determinismo biológico, sin haber tenido que hacer intervenir en nuestras consideraciones epifenómenos de conciencia cuya naturaleza y aún la existencia ignoramos.

Cuando habiendo remontado toda la escala de los seres llegamos hasta nosotros, observamos que muchos fenómenos fisiológicos, absolutamente comparables á otros de la misma naturaleza observados en animales, van acompañados en nosotros de epifenómenos de conciencia, pero si hemos seguido la marcha científica as-

pendente, el determinismo fisiológico resulta establecido para nosotros de manera definitiva, y nos limitamos á afirmar que los fenómenos van acompañados de epifenómenos, sin pensar en preguntarnos si los segundos por su naturaleza pueden influir de algún modo en los primeros.

Hay determinismo fisiológico en este caso, hay también determinismo psicológico (1), en el sentido de que el mismo epifenómeno acompaña *siempre* al mismo fenómeno. Cuando esto parece no ser verdad, es que no conocemos exactamente todos los elementos del fenómeno, y que hemos considerado idénticas dos condiciones diferentes.

¿Es la conciencia propiedad general de la materia, es propiedad especial de las sustancias plásticas? Las respuestas á estas preguntas son del dominio de la pura hipótesis. En todo caso, admitiendo que haya conciencias elementales, su reunión en un todo único se explicaría por la conductibilidad nerviosa con que la conciencia general está en relación evidente.

Pero la estructura del sistema nervioso varía en cada momento de la vida. El epifenómeno de conciencia varía al mismo tiempo, pero, lo que une esos diversos estados sucesivos entre sí, es la particularidad fisiológica llamada memoria. La memoria fisiológica deriva naturalmente de la asimilación funcional. Acompañando siempre el mismo epifenómeno de conciencia al mismo fenómeno fisiológico, la manera psicológica deriva naturalmente de la fisiológica. Esto hace que la individualidad psicológica, la personalidad, el yo, no sea instantánea y se conserve á pesar de las constantes variaciones de estructura del sistema nervioso.

---

(1) «Porque adquiere conciencia de los actos que en él se originan y así los ve nacer de algún modo, el hombre se inclina á creer que es dueño y causa de ellos» Gley, *L'Irritabilité*, pág. 483.

El sueño ofrece una prueba clarísima de la correlación que existe entre la personalidad y la estructura del sistema nervioso.

Toda una parte de los centros nerviosos no está más que indirectamente en relación con el exterior; es decir, que no resulta impresionada químicamente por lo que pasa en la superficie del organismo sino por mediación de otros centros nerviosos que están en relación directa con la superficie. Esa parte A (fig. 20), es muy considera-

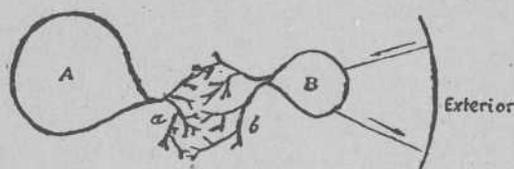


FIGURA 20.

ble en el hombre, y comprende, por tanto, gran parte de la individualidad psicológica. Durante la vigilia (1), comunica por prolongaciones *a*, en relación de contigüidad con los otros centros B, que reciben directamente las excitaciones procedentes del exterior. Por la noche, habiéndose acumulado las sustancias R en el organismo, hay retracción de los pseudopos *a* y *b*, como ocurre en la gromia sumergida en un líquido venenoso, hallándose, por tanto, A y B en discontinuidad. Tendrá lugar en B, por consiguiente, un reflejo, sin que influya en A (á menos de que el fenómeno que tiene lugar en B sea bastante intenso para que su acción física

(1) Véase la *Théorie du sommeil* de MM. Lépine y Mathias Duval.

ranquee el intervalo de separación) (1), pero A, sustraído al influjo de B, estará sometido, sin embargo, á la acción química de los líquidos del organismo, de donde procederán reacciones diversas acompañadas naturalmente de epifenómenos de conciencia (ensueños).

Durante ese estado, gran número de fenómenos de conjunto que no tenían lugar en los elementos regidos por B sino bajo el influjo de las conexiones de B con A, dejan de producirse. Hoy, pues, reposo relativo, lo cual permite la eliminación de las sustancias R acumuladas durante la vigilia. Pero, á medida que esas sustancias se eliminan, las prolongaciones *a* y *b* tienden á recobrar su extensión normal, por desaparecer la causa que las había retraído. La distancia entre *a* y *b* disminuye cada vez más, el sueño se hace más profundo. En cierto momento hay transmisión de *b* á *a* y viene el despertar.

Durante el sueño todo, ha habido desdoblamiento del sistema nervioso. No existe continuidad en la personalidad psíquica por consiguiente, pero por la mañana, al despertar, estando todo próximamente igual que la víspera, la personalidad reaparece, porque los mismos epifenómenos de conciencia acompañan siempre á los mismos fenómenos fisiológicos. La personalidad, por tanto, es perfectamente correlativa de la estructura del sistema nervioso. Una modificación de éste la hace variar, de momento (sueño), ó definitivamente (locura); cuando cesa la coordinación nerviosa parece la persona-

---

(1) Este paso brusco determina en ocasiones el despertar, produciendo la aproximación física de las prolongaciones *a* y *b*. Pero, si subsiste el cansancio, es decir, si la eliminación de las sustancias R no es bastante completa, hay nueva retracción de los pseudopos y vuelve el sueño. No ocurre lo mismo en el despertar normal, producido por una excitación de poca intensidad, cuando el organismo ha reposado definitivamente, habiendo eliminado las sustancias R.

lidad psíquica (muerte psicológica que acompaña á la muerte fisiológica).

¿Cuándo empieza la individualidad psicológica? No antes, evidentemente, de que se establezca la conductibilidad nerviosa. Además, no recordando la memoria sino lo que se ha hecho, no existe antes de que se haya hecho algo (asimilación funcional). El desarrollo de la individualidad psíquica acompaña naturalmente al de la individualidad fisiológica definida por el sistema nervioso. ¿Es ya consciente el huevo? ¿Y el hongo? ¿Y el protozoario? No puede responderse á estas preguntas sino con hipótesis, y esas hipótesis no se relacionan lo más mínimo con la fisiología, puesto que debemos considerar desprovistos de todo influjo activo los epifenómenos de conciencia.

No he hecho más que indicar en pocas líneas las grandes cuestiones de la vida psíquica. Todos los pormenores se encuentran en los libros de Fisiología y de Psicofisiología. De su estudio meditado se deducirá lo siguiente: hemos de afirmar que, en nosotros al menos, los fenómenos fisiológicos van acompañados frecuentemente de epifenómenos psíquicos. No sabemos si éstos existen fuera de nosotros, si corresponden á una propiedad especial de las sustancias plásticas ó aún de la materia en general, pero debemos pensar que todo lo que pasa á nuestro alrededor pasaría exactamente del mismo modo si los cuerpos químicos y biológicos tuvieran *todas* las propiedades que en ellos conocemos, menos la de la conciencia.

---



## CONCLUSIÓN

---

Hay que distinguir la *vida elemental* (seres monoplásticos). de la *vida* (seres poliplásticos).

Todos los fenómenos de la vida elemental manifiesta son fenómenos químicos, frecuentemente acompañados de fenómenos físicos (movimiento, etc.) La vida elemental es la propiedad que tiene un cuerpo de ser plástida.

Plástida es un cuerpo de dimensiones limitadas, y tal que hay un medio determinado en el que todos los elementos que le son esenciales (sustancias plásticas), son objeto de reacciones químicas complejas, de que es un resultado el aumento en cantidad de todos esos elementos esenciales. Este fenómeno característico, que resulta de las reacciones en un medio especialísimo, es la asimilación. El conjunto de esas reacciones constituye la vida elemental manifiesta. El medio correspondiente realiza la condición núm. 1 (medio de la vida elemental manifiesta; líquido Raulin para el *aspergillus*). La plástida es de dimensiones limitadas; aumenta en la condición núm. 1, se divide por consiguiente (multiplicación de las plástidas).

En cualquier otro medio químicamente activo, las sustancias plásticas se destruyen sin que ocupen su lugar otras semejantes (condición núm. 2, destrucción,

que lleva á la muerte elemental, si dura bastante tiempo; inanición, venenos).

Finalmente, la plástida puede hallarse en reposo químico casi absoluto (condición núm. 3, vida elemental latente), lo cual no es en realidad sino un caso particular de la condición núm. 2, de destrucción plástica sumamente lenta.

La plástida pierde la vida elemental si se la priva de una de sus sustancias esenciales (merotomía). Entonces se encuentra en la condición núm. 2, aún en el medio que para la plástida completa de la misma especie realiza la condición núm. 1. La plástida privada de su núcleo se destruye, por tanto, fatalmente.

La muerte elemental no es una consecuencia de la vida elemental manifiesta. Por el contrario, hay incompatibilidad entre estos dos fenómenos, porque el primero tiene lugar exclusivamente en la condición núm. 2, y el segundo exclusivamente en la núm. 1. Tan sólo, en medio limitado, ocurre con frecuencia que la vida elemental manifiesta, prolongada mucho tiempo, modifica la condición núm. 1 (destrucción de las sustancias Q, acumulación de las sustancias R), hasta el punto de trasformarla en condición núm. 2 para la misma especie. Sólo de esta manera indirecta la muerte elemental puede ser consecuencia de la vida elemental manifiesta.

Frecuentemente, la condición núm. 2, así realizada, no destruye todas las sustancias plásticas de la plástida A, porque, en el curso de su destrucción, forman otra plástida A', para la que la condición núm. 2 de A resulta ser condición núm. 1. Ha habido trasformación de especie (adaptación al medio).

La forma específica de una plástida es correlativa de su composición química en un medio determinado. Si el medio se modifica (medio limitado), la forma varía también (evolución de un esporozoario en la célula que le alberga).

La limitación de los medios engendra la competencia vital ó lucha por la existencia.

La adaptación al medio forma especies nuevas de plástidas. Las sustancias R de esas especies nuevas permiten á veces clasificarlas en grandes grupos naturales (celulosa, vegetales, quitina, artrópodos, etc.) Cuando una de esas sustancias R suelda unas á otras las plástidas que provienen de la división de una misma plástida, se forman aglomeraciones (metazoarios, metafitos).

Las manifestaciones de conjunto de la actividad de esa aglomeración, son los fenómenos de la *vida* de la misma.

Se da el nombre de órganos á partes distintas de la aglomeración. La actividad resultante para un órgano de la vida elemental manifiesta de sus elementos constitutivos se llama funcionamiento del órgano. Va, por tanto, acompañada de asimilación (1) (asimilación funcional).

La mayor parte de los órganos están constituídos por plástidas incompletas, que no son completas sino de tiempo en tiempo por la acción nerviosa. Esas plástidas incompletas se hallan, por tanto, en la condición núm. 2, aun cuando moren en medio conveniente. Esto constituye el reposo funcional, que va naturalmente acompañado de destrucción plástica.

Los productos de la desasimilación, de la destrucción plástica en el reposo funcional, es decir, de las reacciones que tienen lugar, en la condición núm. 2, entre las

---

(1) Los fenómenos verdaderamente vitales, aquéllos porque se manifiesta la vida, los fenómenos funcionales, acompañan, por tanto, á la síntesis de las sustancias plásticas, como la producción de calor y de luz acompaña á la síntesis del agua. Se admite, generalmente, lo contrario; es decir, que los fenómenos que caracterizan la vida acompañan á la destrucción de las sustancias plásticas, como el calor que produce, cuando se consume, el gas del alumbrado.

sustancias plásticas y el medio, son en general utilizables por los mismos elementos anatómicos en la condición núm. 1, y les sirven de sustancias  $Q$  (reservas).

Por el contrario, los productos  $R$ , equivocadamente llamados productos de desasimilación, y que se forman durante la vida elemental manifiesta de los elementos anatómicos, son perjudiciales para esa vida elemental manifiesta (alcohol para la levadura de cerveza, ácido láctico para el músculo, etc.) La acumulación de esos productos  $R$  en un órgano produce la fatiga del mismo; su acumulación en el organismo es causa de la fatiga general que engendra el sueño, produciendo una discontinuidad nerviosa.

La rapidez limitada de la renovación del medio interior (sustancias  $Q$  y  $R$ ), determina el equilibrio de los órganos y el estado adulto.

La individualidad puede definirse por el medio interior ó por la continuidad nerviosa; pero hay correlación entre las dos individualidades, así definidas, produciendo la destrucción de la una el término de la otra. La individualidad definida por la continuidad nerviosa es paralela á la individualidad psicológica.

La asimilación funcional determina una coordinación notable entre las actividades de las diversas partes del adulto *que ella forma*. El metazoario es un resultado de las propiedades del huevo de que procede y de todo lo que ha hecho en el curso de su existencia.

El término de la coordinación es la muerte. Puede sobrevenir sin que ningún elemento anatómico haya sufrido muerte elemental, alcanzando ésta, generalmente, á los elementos después de la muerte y como consecuencia de las perturbaciones de ella resultantes.

La muerte es una consecuencia fatal de la vida, mientras que la muerte elemental no es para nada consecuencia de la vida elemental manifiesta.

La vida comienza en el huevo fecundado. Se da el

nombre de vida á todo lo que tiene lugar desde la fecundación hasta la muerte.

Los gametos están fuera de la individualidad. Son, por lo general, plástidas incompletas y condenadas á muerte elemental, por consiguiente, si no se completan una con otra en el acto de la conjugación. La individualidad de los hijos no continúa, por tanto, en modo alguno, la de los padres.

La vida psíquica es un epifenómeno de la vida fisiológica. La individualidad psíquica es el resultado del epifenómeno que acompaña á la memoria y cesa con la vida fisiológica.

Se objeta con frecuencia la posibilidad de hechos distintos á aquéllos cuya realización pueden revelarnos nuestros sentidos. Su existencia la prueban los descubrimientos que han permitido la adición á nuestros sentidos de ciertos aparatos (microscopio, etc.) No podemos establecer leyes sino para lo que impresiona nuestros sentidos, para los fenómenos, y así no debemos hablar sino de lo que observamos; las Ciencias Naturales son ciencias de observación.

Pues bien, en lo que impresiona nuestros sentidos en el curso de la observación de los seres vivos, nada se aparta de las leyes naturales establecidas para los cuerpos inanimados (química y física). Es lo que querría haber determinado en el curso de este estudio de los fenómenos de la vida.

FIN



# ÍNDICE

---

	Págs.
PREFACIO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	7

## PRIMERA PARTE

VIDA DE LOS SERES MONOPLÁSTIDOS Ó VIDA ELEMENTAL ...	31
--	----

### LIBRO PRIMERO

#### PRIMERA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN POCO PROLONGADA

CAPÍTULO PRIMERO.—Estructura.....	35
CAPÍTULO II.—Movimiento.....	38
Influjo de la luz.....	41
Influjo del calor.....	46
Excitaciones mecánicas, eléctricas, etc.....	46
Influjo de las sustancias químicas.....	47
Quimiotaxia.....	47
CAPÍTULO III.—Adición.—Rizópodos reticulados.....	57
Tensión superficial.....	58
Gromias.....	59
Rizópodos lobulados: amibas.....	66
Producción de los pseudopos.....	67
Ingestión.....	69
Propiedades de la vacuola.....	72
Difusión hacia la vacuola.....	73
Digestión.....	76
Difusión hacia el protoplasma: adición.....	77
Plástidas parásitas y vegetales.....	80

	Págs.
CAPÍTULO IV.—Merotomía... ..	83
Respiración. ....	85
Movimientos ....	86
Adición.....	88
CAPÍTULO V.—Conclusiones del libro primero. ....	91

## LIBRO SEGUNDO

### SEGUNDA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN PROLONGADA

CAPÍTULO VI.—Fenómenos consecutivos á la adición.....	95
CAPÍTULO VII.—Merotomía.—Degeneración.....	100
Cicatrización.....	108
Regeneración. ....	109
Papel del núcleo.....	111
CAPÍTULO VIII.—Ecuación de la vida elemental manifiesta.	113
CAPÍTULO IX.—Definiciones.—Vida elemental manifiesta..	130
Vida elemental latente. ....	135
Muerte elemental.....	137
CAPÍTULO X.—Continuidad de la sustancia plástica.....	146
CAPÍTULO XI.—Excitabilidad.....	153
Anestésicos y venenos.....	157
CAPÍTULO XII.—Morfología y fisiología plásticas.....	162
El núcleo en la merotomía. ....	169
CAPÍTULO XIII.—Evolución de la plástida.....	172
Primer caso.....	172
Segundo caso.....	179
CAPÍTULO XIV.—Muerte de la plástida ó muerte elemental.	189
CAPÍTULO XV.—Noción de la individualidad de las plástidas.....	193

## LIBRO TERCERO

### TERCERA APROXIMACIÓN.—OBSERVACIÓN DE MUCHO TIEMPO

CAPÍTULO XVI.—Evolución de la especie de las plástidas... ..	197
Adaptación al medio .....	199
CAPÍTULO XVII.—Aparición de la vida elemental.....	210
Competencia vital.....	213

## SEGUNDA PARTE

## VIDA.—SERES POLIPLÁSTIDOS

## LIBRO CUARTO

	Págs.
El individuo metazoario .....	221
CAPÍTULO XVIII.—Teoría de las plástidas incompletas....	226
CAPÍTULO XIX.—Medio interior.....	242
CAPÍTULO XX.—Sistema nervioso.....	247
CAPÍTULO XXI.—Ley de la asimilación funcional.....	257
CAPÍTULO XXII.—La excitación funcional y la diferencia- ción histológica .....	282
CAPÍTULO XXIII.—La individualidad de los metazoarios...	288
CAPÍTULO XXIV.—Vida. Edad adulta. Equilibrio orgánico..	296
CAPÍTULO XXV.—Vejez y muerte.....	309
Muerte natural.....	312
Muerte accidental.....	313
Muerte por el medio interior.....	314
Muerte por discontinuidad nerviosa.....	315

## LIBRO QUINTO

Reproducción de los metazoarios.....	318
CAPÍTULO XXVI.—Partenogenesis.....	323
CAPÍTULO XXVII.—Fecundación.....	326
CAPÍTULO XXVIII.—Herencia.....	332

## TERCERA PARTE

## VIDA PSÍQUICA

CAPÍTULO XXIX.—La individualidad psíquica.....	339
CONCLUSIÓN.....	347
ÍNDICE.....	351

B.P. de Soria



61179967  
DR 6894

# BIBLIOTECA CIENTIFICO FILOSÓFICA

## Tomos de tamaño 19 × 12

- Altamira*.—Cuestiones modernas de Historia, 3.  
*Arzoz*.—La moral en el drama, en la epopeya y en la novela, 2,50.  
*Baldwin*.—Historia del alma, 4.  
*Binet*.—Introducción a la Psicología experimental, 2.<sup>a</sup> edición, 2,50.  
 Psicología del razonamiento, 2,50.  
 El fetichismo en el amor, 3.  
*Boissier*.—El fin del paganismo, 2 tomos, 7.  
 Paseos arqueológicos. Roma y Pompeya, 4.  
*Bray*.—Lo bello, 3,50.  
*Bungo*.—Principios de Psicología individual y social, 2,50.  
 La Educación.—Evolución de la Educación, 2,50.  
 La Educación.—La Educación contemporánea, 4.  
 La Educación.—Educación de los degenerados.—Teoría de la Educación, 2,50.  
*Bureau*.—El contrato colectivo del trabajo, 4.  
*Davidson*.—Una historia de la Educación, 3,50.  
*Delbauf*.—El dormir y el soñar, 3.  
*Fere*.—Sensación y movimiento, 2,50.  
 Degeneración y criminalidad, 2,50.  
*Ferrero*.—Grandeza y decadencia de Roma.  
 I.—La Conquista, 3,50.  
 II.—Julio César, 3,50.  
 III.—El fin de una aristocracia, 3,50.  
 IV.—Antonio y Cleopatra, 3,50.  
 V.—La República de Augusto, 3,50.  
 VI.—Augusto y el Grande Imperio, 3,50.  
*Ferriere*.—Los mitos de la Biblia, 4.  
 Errores científicos de la Biblia, 4.  
 La materia y la energía, 3,50.  
 La vida y el alma, 4.  
 La causa primera, 3,50.  
*Fleury*.—El cuerpo y el alma del niño, 3.  
 Nuestros hijos en el colegio, 3.  
*Fouillée*.—La moral, el arte y la religión, según Guyau, 4.  
*Fustel de Coulanges*.—La ciudad antigua, 4.  
*Gauckler*.—Lo bello y su historia, 2,50.  
*Grasserie*.—Psicología de las religiones, 4.  
*Gügnsebert*.—Manual de Historia antigua del Cristianismo, 4.  
*Guyau*.—Génesis de la idea de tiempo, 2,50.  
 Problemas de estética contemporánea, 4.  
*Herau*.—Kokoro, 3,50.  
*Hennequin*.—La crítica científica, 2,50.  
*Janet*.—Los orígenes del socialismo contemporáneo, 2,50.  
*Kant, Pestalozzi y Gauth*.—Sobre Educación, 2,50.  
*Kergonard*.—La educación maternal, Dos tomos, 7.

- Le Bon*.—Psicología de multitudes, 2,50.  
*Le Dante*.—Elementos de filosofía biológica, 3,50.  
*Levique*.—El espiritualismo en el Arte, 2,50.  
*Lhotzky*.—El alma de tu hijo, 2,50.  
*Max Nordau*.—Psico-fisiología del Genio y del Talento, 2,50.  
*Mercante*.—La Verbocromía, 2,50.  
*Mercier*.—La filosofía en el siglo XIX, 2,50.  
*Moréau de Jonnés*.—Los tiempos mitológicos, 3,50.  
*Münsterberg*.—La Psicología y el maestro, 3,50.  
*Nitobé*.—Bushido. El alma del Japón, 2,50.  
*Payot*.—La creencia, 2,50.  
*Posada*.—Política y enseñanza, 2,50.  
 Teorías políticas, 2,50.  
*Ribot*.—Enfermedades de la voluntad, 2,50.  
 Las enfermedades de la memoria, 2,50.  
 Las enfermedades de la personalidad, 2,50.  
 La psicología de la atención, 2,50.  
 La evolución de las ideas generales, 3.  
 La lógica de los sentimientos, 2,50.  
 Ensayo sobre las pasiones, 2,50.  
*Ruskin*.—Munera Pulveris (sobre Economía política), 2,50.  
 Sésamo y azucenas, 2,50.  
 La Biblia de Amiens, 2,50.  
*Senet*.—Las estoglosias, 2,50.  
*Sollier*.—El problema de la memoria, 3,50.  
*Spir*.—La norma mental, 2,50.  
*Taine*.—La inteligencia. Dos tomos, 6.  
*Tardieu*.—El aburrimiento, 4.  
*Thomas*.—La educación de los sentimientos, 4.  
*Tissot*.—Fatiga y adiestramiento físico, 4.  
 Los sueños, 3.  
*Variguy*.—La naturaleza y la vida, 4.  
*Wagner*.—Juventud, 3,50.  
 La vida sencilla, 2,50.  
 Junto al hogar, 3.  
 Para los pequeños y para los mayores, 4.  
 Valor, 2,50.  
 A través de las cosas y de los hombres, 2,50.  
*Wegener*.—Nosotros los jóvenes, 2,50.

## Tomos de tamaño 23 × 15

- Baldwin*.—Interpretaciones sociales y éticas del desenvolvimiento mental, 8.  
*Bourdau*.—El problema de la muerte, 5.  
 El problema de la vida, 5.  
*Carlyle*.—Folletos de última hora, 6.  
*Compayré*.—La evolución intelectual y moral del niño, 7.  
*Crepieux-Jamin (J)*.—La escritura y el carácter, 7.  
*Fouillée*.—Temperamento y carácter, 5.  
 Bosquejo psicológico de los pueblos europeos, 10.

- Guido Villa.*—El idealismo moderno, 5.  
La psicología contemporánea, 10.
- Guyau.*—El arte desde el punto de vista sociológico, 7.  
La irreligión del porvenir, 7.  
La moral de Epicuro, 5.
- Hegel.*—Filosofía del espíritu, 2 ts., 9.  
Estética, dos tomos, 15.
- Hoffding.*—Bosquejo de una psicología, basada en la experiencia, 8.  
Hist.<sup>a</sup> de la Filosofía moderna, 2 ts., 18.  
Filosofía de la Religión, 6.  
Los filósofos contemporáneos, 5.
- James (W.).*—Principios de Psicología, 2 tomos, 20.
- Janet.*—Historia de la ciencia política. Dos tomos, 15.
- Lanessau.*—El transformismo, 5.
- Lange.*—Historia del materialismo. Dos tomos, 16.
- Lafie.*—Lógica de la voluntad, 5.
- Le Bon (Gustavo).*—Psicología del socialismo, 7.
- Le Dantec.*—Teoría nueva de la vida, 5.
- Lefèvre.*—Las lenguas y las razas, 5.
- Lolite.*—Historia de las literaturas comparadas, 6.
- Nordau.*—Degeneración. Dos tomos, 12.  
El sentido de la Historia, 6.
- Payot.*—Educación de la voluntad, 4.
- Pearson.*—La Gramática de la ciencia, 8.
- Posada.*—Principios de Sociología, 8.
- Preyer.*—El alma del niño, 8.
- Ribot.*—La herencia psicológica, 7.  
La psicología de los sentimientos, 8.  
Ensayo de la imaginación creadora, 6.
- Reinach.*—Orfeo, 7.
- Romanes.*—La evolución mental en el hombre, 7.
- Spencer.*—Ensayos científicos, 5.
- Tarde.*—Las leyes de la imitación, 7.
- Tocqueville.*—La democracia en América. Dos tomos, 14.
- Xénopol.*—Teoría de la historia, 7.

## OBRAS DE FONDO

- Barcia.*—Sinónimos castellanos, 8 ptas.
- Becerro de Bengoa.*—La enseñanza en el siglo xx. Un tomo en 8.<sup>o</sup> mayor, ilustrado con 44 grabados y cuatro fototipias fuera del texto, 5 pesetas.
- Bergson.*—Materia y memoria. (Tamaño, 19 X 12), 3.<sup>50</sup> pesetas.
- Corradi (D. Fernando).*—Lecciones de oratoria. En 4.<sup>o</sup>, 3 pesetas.
- Fillis (James).*—Principios de doma y de equitación (con 70 grabados y fotograbados). Versión española de D. Arturo Ballenilla y Espinal (Esta obra está editada en francés, inglés, alemán, ruso y español). Madrid, 1901. Un tomo en 4.<sup>o</sup> mayor, 15 pesetas.
- Flaubert.*—La educación sentimental, historia de un joven. Dos tomos. (Tamaño, 19 X 12), 5 pesetas.
- Gasté (M. de).*—El Modelo y los Aires.—(Esta importante obra, que trata de la cría caballar, contiene además nociones de hipología). Un tomo en 4.<sup>o</sup> mayor, 10 pesetas.
- Gerard (Y.).*—Nuevas causas de esterilidad en ambos sexos. Fecundación artificial como último medio de tratamiento. Un tomo en 8.<sup>o</sup> mayor, 5 pesetas.
- González Serrans (U.).*—Pequeñeces de los grandes. Un folleto en 8.<sup>o</sup>, 0.<sup>50</sup> pesetas.
- Hartenberg.*—Los tímidos y la timidez. En 4.<sup>o</sup>, 5 pesetas.
- Lagrange (Dr. Fernando).*—La higiene del ejercicio en los niños y en los jóvenes. (Tamaño, 19 X 12), 3 pesetas.  
—El ejercicio en los adultos. (Tamaño 19 X 12), 3.<sup>50</sup> pesetas.  
—Fisiología de los ejercicios corporales. (Tamaño 23 X 15), 5 pesetas.
- March y Reus (Y. A.).*—Clave telegráfica internacional. Segunda edición española. Madrid, 1894. En 4.<sup>o</sup>, tela, con planchas, 20 pesetas.
- Max Müller.*—Ensayo sobre la historia de las religiones. Dos tomos en 8.<sup>o</sup>, 4 ptas.  
—La ciencia de la religión, en 8.<sup>o</sup>, 2 ptas.
- Mosso (Angel).*—La educación física de la juventud. (Tamaño 19 X 12), 3.<sup>50</sup> ptas.  
—El miedo. (Tamaño, 19 X 12), 4 pesetas.  
—La fatiga. En 4.<sup>o</sup>, con numerosos grabados intercalados en el texto, 4 pesetas.
- Thomas.*—La sugestión: su función educativa. (Tamaño, 19 X 12), 2.<sup>50</sup> pesetas.
- Tiberghien.*—Estudios sobre Filosofía, en 8.<sup>o</sup>, 2 pesetas.  
—Los Mandamientos de la Humanidad ó la Vida Moral en forma de Catecismo, según Krausse. Un tomo en 8.<sup>o</sup>, 2.<sup>50</sup> pts.
- Tissandier (Gastón).*—Manual de procedimientos útiles. (Tamaño, 19 X 12), 3 pts.
- Tom Th.*—La ciencia recreativa. 100 experimentos con infinidad de grabados. Madrid, 1897. En 4.<sup>o</sup>, cartóné, 5 pesetas.

LE DAB EC

TEORÍA NUEVA

DE LA VIDA

1925

PRECIO  
Pesetas

Daniel Jorro

EDITOR

DR  
6894