

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 París, 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 acetii* 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 sucederle 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 substituido 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 substituir *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 períodos 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 seudopodos radiantes que se asemejan á los de los rizópodos reticulados. Otra mónera, la *Protomæba 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 Haeckeli*. 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-

itado 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 pseudopópica 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.