

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 poliplástida 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 independencia de las primeras blastómeras.

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 λ 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. Hallá 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 las 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. Consideremos 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 λ 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.

Pero 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) Vease 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). Á 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