

ginnarios que individualmente es fácil representárnoslos mediante fórmulas: es pura y simplemente el método imaginativo del que antes hablaba, útil solamente cuando verificamos el análisis humano de un hecho.

La ley de Mariotte es otro ejemplo de ley aproximada, en el caso de no haber hallado los hombres de ciencia la fórmula complementaria que corrige esa ley inexacta.

A pesar de sus imperfecciones utilizaremos este método en el estudio de la vida, dado el atractivo que para el humano espíritu presenta; con este método iniciaremos la siguiente parte del presente libro, aplicándolo á la investigación del fenómeno biológico esencial. El lector, habituado á este método, gracias á sus estudios de física y química, se violentará menos, y, haciéndolo así, es como llegaremos á descubrir la ley aproximada de la *asimilación ó herencia*.

En la parte que la siga entraremos de lleno en lo más hondo de la cuestión, y, aplicando *por esta vez* el método racional, obtendremos la ley rigurosa de la *asimilación funcional ó herencia de los caracteres adquiridos*.

TERCERA PARTE

PRIMER MÉTODO ANALÍTICO DE LOS FENÓMENOS VITALES.
LEY APROXIMADA DE ASIMILACIÓN

CAPÍTULO VIII

Análisis artificial efectuado tomando como modelo el de las ciencias físicas.

Ya que en el estado actual de la ciencia no podemos definir con precisión ni la estructura química, ni el estado coloidal propio de las sustancias que viven, lo cual, indudablemente, bastaría para caracterizar la vida, bueno será busquemos la solución por otras sendas.

A primera vista, la estructura celular es carácter descriptivo que nos aparece como común á todos los seres vivos. Y, en efecto; la estructura celular posee una considerable importancia.

Un carácter, al parecer tan general como la estructura celular, es el de la presencia, en la sustancia viva de cada célula, de dos masas coloidales distintas: una central, conocida por *núcleo*, y otra periférica, denominada *citoplasma*. El hecho de que, generalmente, existan estas dos distintas ma-

sas, y que actúen de diferente modo en presencia de los colores básicos de anilina, empleados como reactivo, nos induce á pensar en un mecanismo en el cual la coexistencia de dos agentes distintos sea necesaria (como sucede con el cobre y el zinc de la pila de Volta) para poder realizarse el fenómeno vital.

Aún más; experiencias de las que más adelante daremos razón, nos confirman en la idea de que el fenómeno vital no ocurre cuando uno de ambos agentes se suprime (experiencias de merotomía). Evidentemente, algo fundamental existe en esto: algún carácter estructural es susceptible de aplicarse á todos los elementos vivos, ó á casi todos.

Desgraciadamente, aquí también nos paraliza la escasez de métodos de investigación relativos á la estructura química y al estado coloide. Si matamos una célula por medio del ácido ósmico ó del bicloruro de mercurio, hácese más palpable todavía la coexistencia de dos coloides distintos, el citoplasma y el núcleo. En otros términos; hallamos el mismo carácter estructural en la *célula muerta* que en la *célula viva*. Mas no se crea que este carácter estructural no es característico de la vida; lo que ocurre es que, dada la imperfección de nuestros métodos de investigación, no sabemos distinguir el conjunto viviente, «citoplasma núcleo», del conjunto muerto, «cadáver del citoplasma—cadáver del núcleo». Busquemos todavía otras soluciones.

La espontaneidad del movimiento se ha considerado, durante largo tiempo, como característica de la vida; no obstante, ha sido preciso renunciar á tal creencia; primero, porque esta pretendida espontaneidad demostróse que es la resultante de reacciones químicas y de cambios osmóticos, y segundo, porque en las substancias muertas háñese descubierto también movimientos espontáneos (movimientos brownianos).

Más tarde estudiaremos esta cuestión del movimiento en los cuerpos vivos; bástenos por ahora saber, que de su estudio no podemos obtener los elementos indispensables para la definición de la vida.

El sér vivo *crece*, evoluciona y muere, dicen las más viejas definiciones. Es en este primer carácter, en el del *crecimiento*, donde hallaremos la *determinante* de la *vida*, su característica; siendo esto tanto más singular, por cuanto este carácter no nos es observable en los séres que son para nosotros algo así como tipo de *vida*, como, por ejemplo, en el hombre y los animales *adultos*.

Este carácter del crecimiento es evidente en los vegetales que nos son familiares, é igualmente en los animales, á condición de que estudiemos aquéllos, *no* en el momento especial de ser adultos, sino durante los primeros tiempos de su existencia individual, es decir, durante lo que precisamente se llama su *período de crecimiento*. El choto cre-

ce y se convierte en toro, el cabrito tórnase cabra, el niño se hace hombre.

Podrá objetársenos: si la bola de nieve crece rodando, y el cristal de alumbre crece en una solución de alumbre, ¿por qué no consideramos como seres vivos al cristal de alumbre y á la bola de nieve?

El caso no es el mismo; el cristal de *alumbre* aumenta á expensas de una solución de *alumbre*, y la bola de *nieve* crece á expensas de capas de *nieve*, mientras que el ternero se hace mayor comiendo heno, trébol y pibirigallo. El animal ó el vegetal se desarrollan á expensas de substancias *distintas de la suya propia*, mientras que en los casos observados en los cuerpos brutos, el agrandamiento ocurre á expensas de substancias idénticas á la que crece (ó por lo menos, mediante elementos siempre los mismos, como en el caso del carbonato de cal, que á la temperatura de la disociación puede acrecerse, bajo la influencia de la presión, á expensas del ácido carbónico y de la cal).

Hé aquí, pues, un carácter, al parecer común á todos los cuerpos vivos, por lo menos durante una parte de su vida.

Preciso será confesemos que este carácter se nos presenta algo burdamente; el hombre es un niño crecido, ¿pero cuánta diferencia entre ambos! El toro es un ternero que creció; mas no solamente su forma, sino su substancia propia, su *carne*,

nos parecen muy distintas de la del ternero. Por esto sabemos cuán aproximativo no es este resultado; el ternero fabrica con la yerba, el trébol, el heno, *substancia de buey*.

Sin embargo, es bajo esta grosera afirmación donde se oculta el carácter con el que llegaremos á definir la vida. Ello será más asequible al entendimiento, mediante la consideración de un caso en el cual la identidad entre la substancia inicial y la final parezca ser evidente.

Siembro un grano de trigo y obtengo una espiga con 40; siembro á continuación estos 40 granos y obtengo 1.600; obrando así, he realizado en dos años de cultivo la fabricación (*sic*), con un grano inicial á expensas del humus y de la atmósfera, de 1.600 granos, cuya substancia me parece muy análoga á la del grano primordial.

Un ejemplo más perfecto le tenemos en las culturas de bacterias, tal como se efectúa en los laboratorios. Después de haber sido perfectamente estudiada una bacteria dada, cuando son conocidas todas sus necesidades respecto á la alimentación, aireación y temperatura, llégase, mediante el concurso de minuciosísimas precauciones, á obtener una prodigiosa multiplicación de esa bacteria, conservando sus descendientes todos los caracteres, aun los más precisos que hayan podido evidenciarse en las experiencias de laboratorio.

En este caso la ley aparece desligada de impre-

cisiones. La bacteria ha *asimilado* el medio de cultura transformándolo en bacterias parecidas á ella. Si momentáneamente hacemos abstracción de la *forma* de las bacterias, y tenemos tan solo en cuenta las sustancias constitutivas de dichas bacterias, comprobaremos con ello un resultado de orden *químico*, una reacción nueva en sus resultados, que no pertenece á ningún cuerpo bruto.

Los cuerpos brutos, los compuestos químicos sin vida, destrúyese reaccionando químicamente con otros. Si se tienen únicamente en cuenta las sustancias que *efectivamente* han reaccionado, una ecuación de la química bruta se presentará siempre como sigue:



es decir, que en el segundo término de esta ecuación química, no se hallarán ninguna de las sustancias químicas definidas del primero, ó sea que C y D, siempre son distintas de A y B.

Lo contrario ocurre en las bacterias; la sustancia de la bacteria inicial, que es la que *efectivamente ha reaccionado*, pues ella es la que ha dado á la reacción su carácter específico, hállese considerablemente aumentada en el segundo miembro de la ecuación química que representa al fenómeno.

Para escribir *simbólicamente* esta ecuación de la multiplicación de la bacteria, debemos hacer

muy presente que se efectúa á expensas de ciertas sustancias alimenticias, desaparecidas del caldo de cultura durante la reacción; represento á estas sustancias por la letra Q. A la par que las bacterias se multiplican, han aparecido en el caldo nuevas sustancias, que pueden llamárselas sustancias accesorias de la asimilación, y que aparecen siempre las mismas cuando la misma bacteria se reproduce en condiciones idénticas. A estas sustancias accesorias las represento por la letra R.

Así, pues, si denomino *a* al conjunto de sustancias activas de la bacteria, y supongo la reacción detenida cuando se han formado una cantidad λ de bacterias (esta cantidad ó número será tanto mayor cuanto más largo haya sido el tiempo durante el cual hemos observado á la reacción; esta cantidad podrá ser, 2, 4, 8, 16, etc., mas nunca inferior á 1), la ecuación química que representa la fabricación de esta λ bacterias, será según la ley de la conservación de la materia:



A esta ecuación que formulé diez años ha (1), y que me ha parecido muy cómoda para enunciar la ley de asimilación, la he llamado *ecuación química de la vida elemental manifiesta*.

(1) *Theorie nouvelle de la vie*.—París, F. Alcán.—Tercera edición.

Esta ley de asimilación, que es rigurosa en el caso muy especial de cultivar una bacteria con todas las precauciones para que la impidan variar, es únicamente *aproximada* en los otros casos. Mas como hizo Helmholtz para el timbre (véase la página 25) podemos nosotros intentar la integridad de su rigor, valiéndonos al efecto de fenómenos que se sobreponen á la precedente ecuación, pero que en cambio impiden que aquélla corresponda exactamente con lo que ocurre en la naturaleza viva.

DESTRUCCIÓN Y VARIACIÓN.—Por la química bruta, podemos observar que un compuesto definido no posee sino una sola manera de reaccionar cuando está en presencia de otros compuestos igualmente definidos; las reacciones que ocurren en una mezcla de cuerpos, dependen de las *condiciones* en que aquéllas se realizan. No poseemos razón alguna *á priori*, induciéndonos á creer que las sustancias vivas difieren en esta cuestión de las brutas. Cuando utilizamos el ejemplo de una bacteria multiplicándose sin sufrir variación alguna, lo que hicimos fué rodear á la experiencia con todas las precauciones indispensables para que no ocurriese en su transcurso reacción alguna ajena á la que deseábamos evidenciar. Como que las condiciones experimentales del ejemplo han sido análogas á las de la caída de un cuerpo en el vacío, hemos obtenido una

fórmula tan rigurosa, como la fórmula mecánica de la caída de los cuerpos.

Por otras vías sabemos, que tratando una bacteria por cuerpos que no sean el caldo de cultivo, tales como el amoniaco ó bicloruro de mercurio, por ejemplo (á su vez compuestos químicos definidos), no obtendremos una multiplicación, sino una *destrucción* de la bacteria, puesta en experiencia; es decir, que si en condiciones determinadas, y perfectamente escogidas por un experimentador hábil, la bacteria, merced á la asimilación, se manifiesta como cuerpo que vive, en otras condiciones se porta como los cuerpos ordinarios de la química, es decir, reaccionando y destruyéndose. Aún más; la destrucción de la bacteria puede, según sean los reactivos usados y condiciones en que se empleen, llegar á afectar una infinidad de modalidades distintas.

Por último, es preciso señalar el hecho de que las relaciones destructivas han de ser indudablemente más fáciles que las constructivas; si *al azar* se os da un líquido y una bacteria, y sumergís ésta en aquél, las probabilidades de que muera la bacteria son mucho más crecidas que las de que viva; la asimilación es la excepción, la destrucción es regla; un cuerpo vivo lanzado al azar, tiene más próxima la muerte que la vida. No es de extrañar, pues, que colocado en condiciones naturales donde pueda vivir, es decir, crecer y multiplicarse, halle adjun-

tas á las condiciones favorables otras circunstancias perjudiciales, salvo el caso tan excepcional como el de la bacteria que suponíamos desde un principio multiplicábase sin variación alguna.

Hé aquí, pues, cómo sin grandes esfuerzos hemos hallado la causa coautora de la aproximidad de la ley de asimilación. Reacciones destructivas, especiales para el cuerpo vivo, mas no características de su propiedad de sér vivo, superpónense en la naturaleza á las reacciones de asimilación.

Si las reacciones asimilatrices dominan sobre las destructivas, existe crecimiento del cuerpo vivo; si existe un exacto equilibrio, es decir, que se balancean, el sér no se altera sensiblemente en sus proporciones, y entonces es cuando decimos es adulto; si, por último, las reacciones destructivas predominan sobre las de asimilación, el sér decrece y desaparece.

Es costumbre decir: un sér vivo lo es mientras en él ocurran reacciones asimiladoras, por pequeñas que sean; mas con lo que acabamos de decir, queda demostrado lo contrario, ya que son muchas las ocasiones en las cuales la observación del sér no nos permite comprobar un crecimiento visible. Se hace patente el crecimiento durante la época del mismo, desaparece por completo durante la edad adulta y queda reemplazado por una disminución durante el período de decadencia, que conduce á la muerte.

Así, pues, durante el período del crecimiento, la asimilación es una ley aproximada, cuyas reacciones destructivas disminuyen su rigurosidad; durante la edad adulta es preciso aportar á la ley tales correcciones, que llegan á compartir la importancia de aquélla; y se hacen más importantes dichas correcciones durante el período de decrepitud, que conduce á la muerte. Si pretendiésemos hallar en el último caso (el de decrepitud) un ejemplo para la ley de asimilación, obraríamos de un modo análogo á si quisiésemos aplicar la ley de Mariotte á los vapores saturados.

En ciertos casos ha sido posible separar experimentalmente los fenómenos de asimilación de los de destrucción que en la naturaleza se superponen. Ha sido en la bacteridia carbunculosa donde el hecho ha tenido lugar, señalándolo particularmente, entre otras razones, por lo de que con ello nos conducirá á adquirir una noción muy importante.

1.º A 35º centígrados, y en un caldo de cultivo convenientemente preparado, la bacteridia carbunculosa multiplicase sin experimentar modificación alguna; este es un caso de aplicación íntegra de la ley de asimilación.

2.º Si al caldo se le agrega una pequeña cantidad de ácido fénico ó de permanganato de potasa, multiplicase aún, pero *más lentamente*, sufriendo cambios que, por una parte, nos son conocidos y á los cuales llamamos atenuación de la virulencia;

este es el caso de la ley aproximada; un fenómeno de destrucción se superpone al fenómeno de asimilación.

3.º Lo siguiente es lo esencialmente interesante; si en agua pura, adicionada con la misma cantidad de ácido fénico que colocamos en el caldo del caso anterior, sembramos bacteridia, habremos suprimido la reacción asimilatriz; *no existirá más que destrucción*, la cual será total al cabo de un cierto tiempo; mas si se detiene esta destrucción con anterioridad á la muerte de la bacteridia, podremos comprobar que la destrucción parcial de aquélla le ha dado atenuación idéntica á la obtenida con la experiencia segunda. Podremos, por tanto, decir que, artificialmente, hemos separado, mediante las experiencias primera y tercera, los dos fenómenos, el de asimilación y el de destrucción, que, superponiéndose, producían el resultado obtenido con la experiencia segunda. Este es el método de Helmholtz, que descompone un sonido complejo en otros varios simples.

Puesto que con la ayuda de una experiencia precisa hemos patentizado la superposición de las reacciones asimiladoras y destructoras, podemos desde este instante tener una mayor seguridad en nuestra ley de asimilación, aun en el caso en que, experimentalmente, no logremos romper la coexistencia de las reacciones destructivas que acompañan al fenómeno de edificación.

Este experimento de la atenuación de la virulencia en la bacteridia carbunculosa, nos enseña algo más. La presencia del ácido fénico en el caldo de cultivo no solamente ha retrasado la multiplicación (cosa comprensible, por el hecho de superponerse los fenómenos destructores sobre los de construcción), sino que las bacterias obtenidas poseen cualidades distintas de las de las primeras, es decir, que *han variado*; teniendo que agregar á esta variación, la cualidad de conservarla, si se las transporta á un caldo fresco, interin no se produzca una nueva variación.

Independientemente de un hecho tan maravilloso como es el de la conservación de las variaciones adquiridas, hecho cuyo gran interés será el objeto de nuestro estudio en lugar venidero, debemos hacer constar que en un sér vivo, aun y siendo tan sencillo como lo es la bacteridia, la destrucción parcial *ocasiona una variación*. Con esta afirmación nos vemos obligados á reconocer: que la bacteria está constituida por distintos elementos, susceptibles de ser destruidos aisladamente, pues sin esta condición indispensable, es decir, suponiéndosela homogénea, lo que ocurriría sería la disminución en número de bacteridias reproducidas, mas no variación alguna; el cambio de cualidades de un cuerpo, bajo la influencia de una destrucción parcial de substancia, nos prueba que sus cualidades no son inherentes á una substancia úni-

ca, sino á un conjunto de elementos susceptibles de destruirse aisladamente. La variación de las cualidades de un cuerpo vivo aparécenos inmediatamente como resultante de una variación en las cantidades respectivas de sus elementos constitutivos. Nuestro segundo método de investigación nos permitirá en la cuarta parte de este libro profundizar con mayor amplitud esta noción.

CAPÍTULO IX

Este análisis tiene un fecundo resultado; colocar la vida entre los demás fenómenos naturales

Si el análisis artificial, que hemos esbozado, mediante el método de las leyes aproximadas, se ve impotente ante ciertos problemas, que muy pronto resolveremos valiéndonos de un método más racional, posee por lo menos una ventaja; la de unificar el lenguaje y permitirnos hablar de los hechos biológicos, valiéndonos del lenguaje que utiliza la química.

Por lo pronto nos hemos limitado á hacer constar los resultados, sin pretender siquiera comprender cómo se han obtenido, y no hubiésemos podido hacer otra cosa, ya que ni por un solo instante nos ocupamos, en el transcurso de este análisis, ni del estado coloide, ni de la estructura morfológica de los seres vivos. No hemos considerado más que las *cantidades* de sustancias vivas, y afirmamos úni-

camente un resultado relativo á estas cantidades; en realidad nos quedamos muy alejados del detalle de los hechos.

Haremos una observación que se impone en todos los órdenes científicos; tanto cuanto más general es un lenguaje, menos se presta al análisis completo de un grupo especial de fenómenos.

Hemos aplicado á los fenómenos vitales un lenguaje que se presta á la narración de todos los fenómenos químicos; si este lenguaje ha sido suficiente, nos prueba que la particularidad esencial de la vida es de orden químico, y el colocar la vida entre los fenómenos químicos, no deja de ser un resultado importante; mas es evidente también que este lenguaje, por el mero hecho de aplicarse á mil distintos fenómenos no vitales, *no es el lenguaje más apropiado para la narración de los fenómenos de la vida*. De los alcoholes podemos hablar largo y tendido con el concurso del lenguaje químico; mas si queremos hacer de ellos un estudio conciso, considerándoles particularmente, emplearemos el lenguaje de la *función alcohol* que se aplica á los alcoholes solamente; del mismo modo encontraremos en la cuarta parte de esta obra un *lenguaje de funciones* verdaderamente biológico, que nos permitirá reducir á contadas palabras la exposición general de todos los fenómenos vitales.

La ley aproximada de la asimilación nos ha