

LE DANTE

ELEMENTOS
DE FILOSOFIA
BIOLOGICA

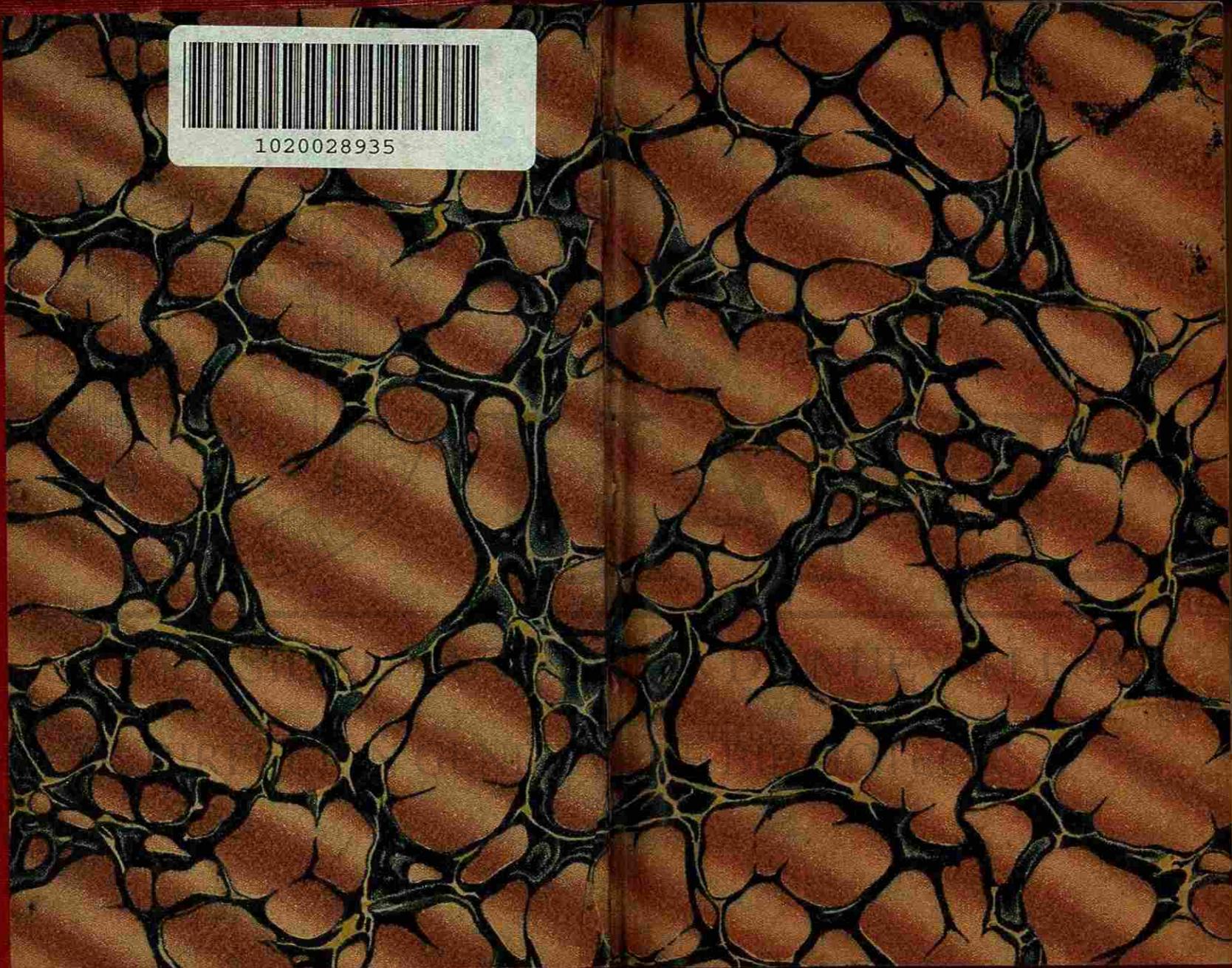
Q175

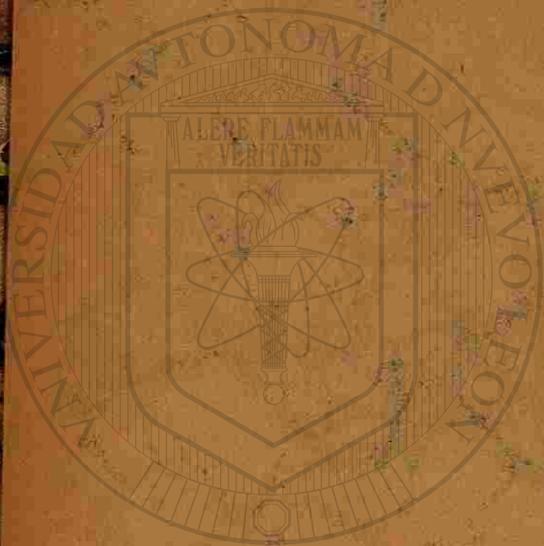
L4

R. C.



1020028935





ELEMENTOS DE FILOSOFÍA BIOLÓGICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.
Maïapert.—EL CARÁCTER. Traducido por José María González. Madrid, 1905.
Marchand.—EL GUSTO. Traducción de Alejo García Góngora, con 33 figuras. Madrid, 1906.
Marie.—LA DEMENCIA. Traducción de Anselmo González. Con profusión de grabados. Madrid, 1908.
Nuel.—LA VISIÓN. Traducido por el Dr. Víctor Martín. Con 22 figuras. Madrid, 1905.
Paulhan.—LA VOLUNTAD. Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1905.
Sergi.—LAS EMOCIONES. Traducido por Julián Besteiro. Con figuras. Madrid, 1906.
Toulouse.—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 Juquellier.—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 a 500 páginas, tamaño 19 x 12 centímetros, con ó sin figuras en el texto.

EN PREPARACIÓN

- Bonnier.**—LA AUDICIÓN.
Pitres y Régis.—LAS OBSESIONES Y LOS IMPULSOS.
Pillsbury.—LA ATENCIÓN.

BIBLIOTECA CIENTÍFICO-FILOSÓFICA

FELIX LE DANTEC

ELEMENTOS

DE

FILOSOFÍA BIOLÓGICA



FONDO
RICARDO COVARRUBIAS

86169

MADRID

DANIEL JORRO, EDITOR

23, CALLE DE LA PAZ, 23

1908

36723

Q175

L4



BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
FONDO RICARDO COVARRUBIAS

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
FONDO RICARDO COVARRUBIAS

ES PROPIEDAD

AL PROFESOR

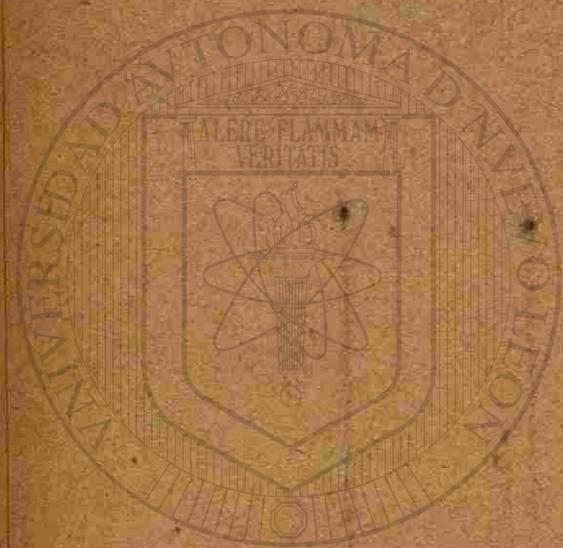
MR. TH. RIBOT

DIRECTOR DE LA «REVUE PHILOSOPHIQUE»

*Su antiguo, respetuoso y afectísimo cola-
borador.*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCION GENERAL D

PRÓLOGO DEL TRADUCTOR

Si con el continuo rodar de los tiempos, los gustos, las mentalidades y las tendencias favoritas del hombre han sufrido incesantes modificaciones, y, como lógica consecuencia, lo que ayer se tuvo como evidentemente cierto, hoy está en el ánimo de todos fué burla falsedad, nada de particular tiene veamos aparecer continuamente en el campo de las manifestaciones psíquicas concepciones diversísimas, hijas todas ellas del sano ejercicio de nuestra facultad creadora, que pretenden en la mayoría de las veces, por trabajo de comparación interno, obtener cumplida satisfacción en esa continua lucha por saber el *por qué* de las cosas, y asimilarnos, en virtud de razonamientos más ó menos lógicos, el conjunto de deducciones que, reunidas en ordenado cuerpo de doctrina, constituirán lo que en todos tiempos y edades se ha entendido por Filosofía.

Ningún mortal, por obscurecida que esté su inteligencia, y salvo casos de patológica ausencia de integridad mental; ningún mortal, repetimos, dotado de razón, deja de emitir conceptos, coordinar ideas ó suscitar preguntas acerca de determinados fenómenos del ambiente, de algunos actos de sus semejantes y aun suyos propios, ó contemplación de objetos cuya esencia inicial, actual ó final, ó le es desconocida, ó por causas imposibles de prever están ocultas. Y á mortal alguno habrá dejado de ocurrírsele preguntar á su conciencia ó á sus semejantes cuál era, qué fin, qué principio cabrán, caben ó cupieron al conjunto de sensaciones que hacen presa en él, y de cuya percepción inconsciente se derivan las asociaciones internas con fines convergentes á un todo, á la satisfactoria resolución de lo creado.

Filósofo el matemático al investigar la lógica de las funciones numéricas; filósofo el químico al desentrañar las leyes que rigen y determinan las combinaciones; filósofo el biólogo al pretender indagar el hasta hoy impenetrable arcano de la vida, lo es, igualmente, el músico, al combinar con las siete notas las armónicas conjunciones de sonidos, y hacer grata la sucesiva emisión de vibraciones; lo es el orador al cautivar con el mágico raudal de su estro hablado á la multitud ansiosa de ideas nuevas, pendiente de aquel cerebro que transforma una energía íntima y personal en no sentidos

acordes de cerebros, y lo es, en fin, quien trabaja, quien crea, quien revela algo nuevo, cualesquiera que sean las magnitudes de ello, pues que el pensar, producir ó crear, es la resultante de un trabajo subliminal anteriormente preparado, que á su vez nació en un impulso de la ya citada innata facultad del hombre en ser filósofo.

Mas como quiera que aun en actos propios de la humana condición racional, la educación é instrucción influyen en la mejor ó peor interpretación de los hechos percibidos, los seres ó de inteligencia más sutil ó más preclaro entendimiento que el de sus semejantes, han tenido el buen acuerdo de transportar al lenguaje escrito lo que, de no exteriorizarse, tan solo hubiese sido egoísta motivo de injustificable orgullo. De ahí la preponderancia adquirida por esa noble rama del saber, y de ahí también que fuesen filósofos directores de la humanidad aquellos cuyas teorías ó ciencia adquirida mejor cuadraban con el espíritu de los tiempos y de sus hombres.

En no muy lejanos tiempos, la filosofía fué la ciencia única. Mediante abstracciones, el hombre pretendía, con el exclusivo concurso de la razón pura, resolver los más intrincados problemas, y de ahí ese peso muerto que gravita aún sobre la humanidad bajo forma hereditaria legada por nuestros ancestrales, que establece una marcada separación entre las ciencias experimentales y las que

dominan privativamente en el campo de la más pura elucubración interna. Muchos son los autores que defienden con tesón digno de mejor destino la separación entre la ciencia de la materia y la del espíritu, y muchos son también los que no sólo las separan, sino que entronizando á las últimas, lanzan contra las primeras sus execraciones y anatemas, alegando al efecto incongruentes razones metafísicas, basadas en una inexplicable revelación.

No empece, sin embargo, lo dicho para que los espíritus serenos y libres de prejuicios vean que la ciencia experimental pura, reduciéndose á una mera observación y verificación de fenómenos naturales, es incompleta, y que ha menester de las abstracciones filosóficas para constituir un todo ordenado y capaz de ser considerado como ciencia cíclica ó cerrada.

Dadas las tendencias de las ciencias naturales y los lazos de unión que insensiblemente las unen con las demás, é influídas á su vez por esa inconsciente atracción hacia lo general tan característica de los presentes tiempos, del tronco común deriva como lógico retoño la Biología, ciencia que, por tratar de la vida, no sólo es interesante y atractiva, sino necesaria al hombre para poder mantener en equilibrio hígido el conjunto de sus funciones, consideradas colectiva é individualmente. Mas la vida, cual sutil faleno, vémosla venir, huir, desaparecer

de nosotros mismos, sin que podamos definir sus formas, merced á su excesiva movilidad.

Usando del método que en el presente libro se expone, podemos decir que á la movilidad de las funciones vitales en acción ininterrumpida, no deben oponérseles las estáticas comprobaciones que la física, química y demás ciencias afines nos proporcionan, sino la movilidad de la inteligencia, que pasando de lo particular á lo general, remóntase á regiones que quizá jamás el hombre llegue á hollar.

Con medios como los experimentales acumularemos multitud de datos, capaces por sí solos de satisfacer á las más exigentes aspiraciones científicas, mas no suficientes para explicarnos de por sí la correlación mutua existente en la fenomenalidad total de los actos vitales. Esta laguna cólmala á satisfacción la Filosofía, que aplicada á las ciencias no sólo ha sabido descubrir lazos de parentesco hasta hoy ignotos, sino que ha rechazado por irracionales multitud de principios tenidos por incontrovertibles.

¿Quiere esto decir que sentemos como cierta la antigua diferencia entre materia y espíritu? No por cierto. Lo que sí debemos colegir por lo dicho es que la materia organizada posee la propiedad, exclusiva á ella misma, de reaccionar sin el concurso de fuerzas manifestamente externas, y que si dicha reacción ocurre es por la suma de energías acumuladas desde que la materia bruta pasó al estado de

materia viva. Por los agentes externos sentimos qué es lo que pasa fuera de nosotros, y por los desequilibrios que ellos producen en nuestra substancia percibimos las relaciones causales y finales de los mismos. No es ciencia del espíritu la Filosofía; es la ciencia de la estática mental integrada por dinamismos latentes; es, en fin, la ciencia de la ciencia, la *suma ordenatriz* de cuanto nos impresiona y nos pone en contacto con el mundo externo.

De ahí que la Biología estuviese exenta de singularidad si no iba parejada con la Filosofía, que es, en resumen, la que ha producido todas cuantas ciencias componen el humano saber.

La época actual lo es de transición. La escuela positivista sufre radical transformación, y parecen pueriles las ideas de hace un siglo. El progreso material, que crece en proporción geométrica, deja muy por detrás al progreso mental que, salvo honrosas excepciones, permanece estacionario ó poco menos.

En nuestro país, tras las calamidades de orden político, deben agregárseles las de orden filosófico. De poco ó nada sirve la grandeza y poderío de un pueblo, si al extenderse por lejanas tierras esparce con sus hijos antiguallas y ñoñeces sin cuento.

Miles han sido las veces que en lugares públicos, en la prensa y aun en los Centros directores, han levantado su voz en pro del renacimiento patrio esforzados varones, paladines insignes del arte

del bien decir. Mas, desgraciadamente, todo quedó en palabras. El ambiente era ficticio. Detrás de cada hombre de acción social se oculta un perezoso intelectual. En el fuero interno de los más insignes *leaders* progresistas, vive y se agita un Sancho parlanchín, que prefiere creer en lo que sus abuelos contáronle al tibio resplandor de la lumbre en las frías noches invernales. Frio cerebral, letargo nervioso, fatalismo, inercia, como queráis llamarle, mas nada nuevo.

Filosofía es palabra que disuena en los embotados oídos de muy ilustradas gentes. Y al rehuir de esa ciencia redentora pocos saben ¡oh ilusos! cuántos y cuán hermosos problemas dejan por plantear, resolver y meditar.

El de la vida, ese que antes he dicho era impenetrable arcano, nos afecta tan de cerca, que bien puede creerse que, al desentrañar su incógnita, acometemos la magna empresa de averiguarlo todo.

La biología es la ciencia consagrada á esa tarea, y cábele el honor á uno de sus más esclarecidos hijos, á Félix Le Dantec, de haber sido uno de los esforzados cultivadores de tan superiores tendencias. Su obra, que hoy presentamos al público, no ha menester elogio alguno. Es una serie de elucubraciones tan perfectamente lógicas (digan lo que quieran envidiosos detractores), que no dudamos ha de ocasionar en el campo de la ciencia una verdadera revolución.

El que esto escribe, desprovisto por completo de esa autoridad tan necesaria para el que intenta encabezar una obra reputada como maestra con un producto suyo, no puede añadir nada á las antedichas ideas, y si solo decir que, sobre la Filosofía Biológica de Mr. Le Dantec, cuadran perfectamente los siguientes párrafos de un trabajo que no ha mucho vió la luz pública:

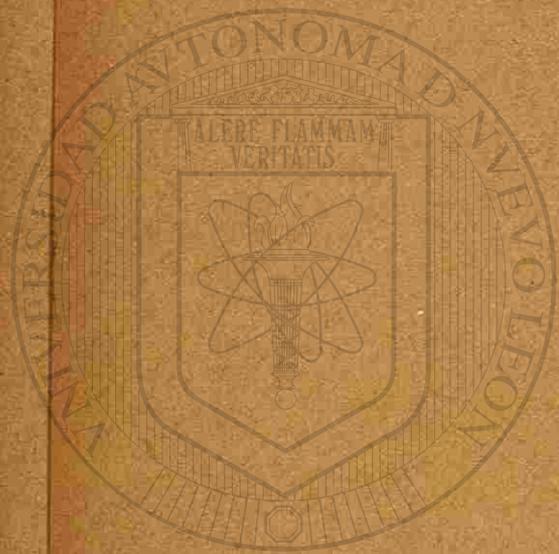
«Poco importa al que busca la verdad do quiera exista, lanzar al campo de la publicidad verdades zahirientes para los que en vulgar habla llámanse *principios fundamentales*. Destruir es meritísima labor, si con los restos de lo demolido, haciendo selección de los buenos y rechazando los malos, creamos algo nuevo, más conforme con el espíritu de los tiempos y más en armonía con nuestra naturaleza.

Que existieron, existen y existirán errores, ¿quien lo duda? Que las verdades al parecer mejor sentadas tambalean al menor soplo de verdad más racional, ¿cómo negarlo? Sustentar á todo trance un principio pasó á la historia, y si alguien convencido está de su razón, á la susodicha ciencia pertenece, que no á la existencia de sus coetáneos. Tiempo hubo en el cual reputóse como herético creer en los movimientos del planeta que habitamos. Epocas pasaron en las que elevábanse templos á dioses y animales. Todo pasó. Cerebros aislados, cual nuevos soles, irradiaron las luces de la

razón, y del caos social, nebulosa sin guía ni concierto, surgieron sistemas de intelectos, escuelas filosóficas, que tornan en mil variadas formas alrededor de un centro común, la Verdad. Ella es la guía, el Norte director, el Polo de los altos ideales. Quien con falacia verdades busque, falacia encontrará, que no otra cosa.

No basta al hombre culto conocer el *cógito ergo sum*. No. Hay en él un algo que no percibe, y que es el mismo que le hace percibir. Los antiguos llamábanle Psiquis, y más modernamente, ha sido tenido por otro yo superpuesto al primero. Ello es todavía un enigma. Descifrarle, es dar solución al problema magno, al de la vida».

Mariano Potó.



PREFACIO

Arrastrado por la lógica trabazón de las cosas, he estudiado, de diez años á esta parte, asuntos tan numerosos y distintos, que entiendo útil para mí y para el público que se ha dignado seguirme en mis deducciones, parar un instante y, recobrando aliento, lanzar una mirada retrospectiva. He aprovechado efusivamente la ocasión que el profesor Duncan, de la Universidad de Kansas (E. U. A.), me ha proporcionado, al honrarme pidiéndome para su colección *The new knowledge*, un libro sintético de Biología; presento al público francés una obra casi idéntica á la que verá la luz pública en Londres y New-York, con el título *The Nature and origin of Life*.

No tengo la pretensión de condensar en un volumen de trescientas páginas toda la Biología; deseo solamente fijar los métodos, y la primera mitad

del volumen está consagrada por completo á este ensayo. Los hechos consignados en el segundo libro no tienen más interés que el de ilustrar los métodos expuestos en el primero. Además, es *a fortiori* cuando conocemos los métodos de una nueva ciencia. Tras buscar á tientas y haber conseguido un resultado, es cuando estudiamos el camino que nos conduzca más directamente al mismo, pues evidentemente no hubiésemos podido conocer este camino antes de saber hacia dónde conducía.

Mirando atrás, me he apercibido de que he conseguido dos resultados que se completan, y que se llega á estos dos resultados diferentes por dos vías igualmente distintas.

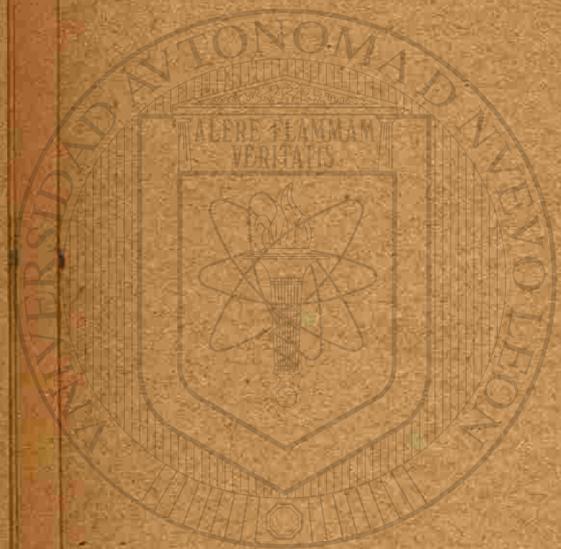
Por un método verdaderamente artificial y que se presta lo mismo á las ciencias físicas, que á la Biología, se descubre la *ley aproximada* de asimilación y herencia, que se corrige por las de la variación y adquisición de caracteres. Este método tiene la gran ventaja de colocar la Biología en el centro de las otras ciencias, y la *vida* en el centro de los fenómenos naturales. Es aquel método que empleé en mi *Tratado de Biología*.

Otro método, que á todas luces merece el nombre de método natural, es, por el contrario, de exclusiva aplicación á la Biología; conduce directamente á la ley rigurosa de *asimilación funcional*, de *costumbre* ó de *herencia de los caracteres ad-*

quiridos, ley rigurosa que el primer método artificial permitía únicamente presentir. La aplicación de este segundo método de investigación hace de la Biología una ciencia cerrada, como ocurre con todas las ciencias para las cuales se ha descubierto un método propio. Es el *método patológico*, que he empleado en mi *Introducción á la Patología general*.

La cuarta parte del volumen que hoy presento al público, es la más importante de la obra; está, efectivamente, consagrada al método patológico, método nuevo, todavía poco conocido, y que es resultado de trabajos de laboratorio muy recientes.

Nada más necesario, en mi entender, que enseñar la concordancia de los resultados obtenidos con dos métodos tan opuestos; esta notabilísima concordancia, que pretendo establecer como ensayo en la quinta parte del primer libro, impedirá al efecto que se deduzcan conclusiones poco filosóficas de la comprobación del método exclusivo á la Biología; todas las ciencias bien definidas se encuentran en caso idéntico, lo que no merma ni en un ápice el grandioso ensueño de la mecánica universal.

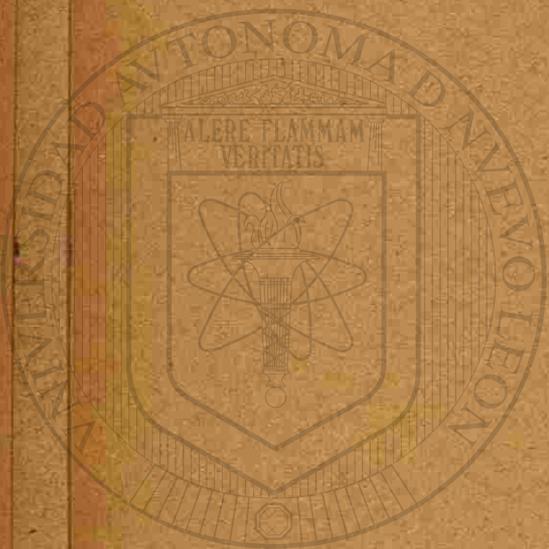


LIBRO PRIMERO

LOS MÉTODOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



PRIMERA PARTE

ESTUDIO OBJETIVO DE LOS CUERPOS DE LA NATURALEZA

CAPÍTULO PRIMERO

Unidad y diversidad.

Los cuerpos vivos son interesantes para el hombre de ciencia desde dos puntos de vista al parecer contradictorios; nos asombran con su diversidad prodigiosa, á la par que nos admiran con su notable unidad.

De entre los investigadores, que dedican su atención preferente á la admiración de las diferencias que separan las especies entre sí, algunos, los naturalistas descriptivos, tienen como fin único, bien sea el conocimiento de las formas y su clasificación (*zoología y botánica descriptivas*), ó bien la comparación mutua de las formas entre sí (*anatomía comparada*).

Otros, considerando á cada sér vivo como un mecanismo aparte, estudian las condiciones y detalles del funcionalismo de aquél (*fisiología y pato-*

logía de una especie viva), ó se reducen á relacionar los funcionalismos de los mecanismos específicos (*fisiología y patología comparadas*).

Por fin, un último género de investigaciones especiales, consisten en el estudio de la génesis de una forma ó de un mecanismo específico, describiendo su desarrollo á partir del huevo (*embriología de una especie viva*), ó en la comparación de los fenómenos del desarrollo en las distintas especies (*embriología comparada*).

Adjuntando al estudio de las especies actuales el de los restos fósiles de especies desaparecidas (*paleontología*), lléganse á establecer entre los primeros y los últimos estrechos vínculos de parentesco, ó sea la ciencia especial del *origen de las especies*.

La existencia de las ciencias «comparadas» (anatomía, fisiología y embriología comparadas) al lado de las ciencias «descriptivas» correspondientes, es más que suficiente para probarnos que la diversidad de las formas vivas no va acompañada de diferencias *absolutas* entre las especies. Permite la constitución en el catálogo general de los seres, de grupos más ó menos extensos, entre cuyos diversos miembros puede establecerse una comparación anatómica, fisiológica ó embriológica, quizá fructuosa.

Así, pues, es ventajoso comparar, desde el punto de vista descriptivo, el perro, el gallo, el la-

garto y la trucha, que son vertebrados; pero es de todo punto ilusorio pretender hacer algo análogo entre el conejo y el erizo de mar ó el gusano terrestre; estos últimos nada tienen de común, y las diferencias anatómicas se acentúan más todavía si pasamos de los anteriores animales al castaño, al heliotropo ó al hongo, que son vegetales.

Mas á pesar de lo expuesto, el hombre ha sabido reunir desde largo tiempo, bajo la denominación común de *seres vivos*, cuerpos tan desemejantes como el perro, el gusano de tierra, el helecho y el rosal. Es preciso, por tanto, que estos cuerpos tengan algo de común, suficientemente fácil de ver y descubrir, para que no haya escapado á la mirada de gentes tan ignorantes como eran nuestros antepasados. A pesar de todo, veremos que las opiniones vulgares que sobre la *vida* se profesan, difieren en un cierto grado de las establecidas por la ciencia, mediante instrumentos de investigación más poderosos que los sentidos naturales del hombre.

La *biología* es la ciencia que estudia los caracteres comunes á todos los seres vivos, así animales como vegetales, que no existen en los cuerpos brutos. El conjunto de *todos* estos caracteres debe constituir la definición de la Vida, pues es su presencia ó ausencia la que nos induce á declarar que un cuerpo está vivo ó no lo está; y si la definición está bien hecha, debe permitir una clasificación rigurosa de todos los cuerpos de la naturaleza, en

cuya clasificación ninguna ambigüedad puede subsistir; un cuerpo determinado deberá forzosamente pertenecer á una de las dos categorías definidas, tal como hemos dicho.

Las ciencias comparadas, de las que anteriormente hemos hecho mención (anatomía, fisiología y embriología comparadas), deberían llegar, en resumidas cuentas, á permitir la construcción de una biología, á medida que se fuesen comparando entre sí los seres vivos más distanciados; bastaría para ello, que cada una en particular hubiese podido retener algo, resistiendo á la progresiva extensión del grupo estudiado, hasta que hubiese llegado á englobar simultáneamente ambos reinos, el animal y el vegetal.

Evidentemente que con la antigua definición de la palabra «anatomía», la *anatomía comparada* no podía conducirnos á deducir nociones comunes á todos los seres vivos considerados en conjunto. Efectivamente, la anatomía se reducía al estudio de las distintas partes de los animales ó vegetales que se distinguen á simple vista ó con ayuda de una lente y, ante ellos, no hay menester alguno de ser un talento, para comprender las inmensas diferencias que existen entre los huesos, músculos y nervios del perro, por un lado, y los estambres, hojas y pistilos de un fresal, por otro. Las anatomías comparadas, por tanto, tenían que reducirse al estrecho límite de agrupaciones tan restringidas

como las de los vertebrados ó moluscos, por ejemplo.

El perfeccionamiento de los aparatos de investigación, y muy en particular el microscopio, ha permitido penetrar hasta lo más íntimo de las estructuras de los animales y vegetales; y debido al microscopio, es por lo que le ha sido posible alcanzar su primera victoria, á la *teoría celular*, cuyo enunciado es el siguiente:

Todo sér vivo está compuesto por una ó varias *células*. Esta teoría celular era una ley *general* para los animales y vegetales, y, por tanto, un capítulo de la biología. Más lejos, veremos qué es lo que hay que meditar en rigor sobre una tal *unidad estructural* emitida por la teoría celular, y que en la actualidad nos proporciona la importante noción de las dimensiones de los fenómenos de estructura que pueden caracterizar la vida: los primeros fenómenos de estructura verdaderamente comunes á todos los seres vivos que hallamos, descendiendo mediante el microscopio en la escala de las dimensiones mensurables, hállanse dentro del orden de las dimensiones celulares, es decir, muy por debajo del milímetro. Aunque esta dimensión en la actualidad no es muy precisa (más lejos se precisará), su descubrimiento nos da ya la idea de que los fenómenos verdaderamente característicos de la vida ocurren en determinado grado de la escala de las magnitudes. La anatomía, transpor-

tada, gracias al microscopio, á esta región especial de las cosas susceptibles de medirse, toma el nombre de *histología* ó *anatomía celular*. Esta parte de la anatomía es la única que puede proporcionar á la biología resultados verdaderamente apreciables.

La fisiología ha dado con mayor facilidad resultados de orden general; los problemas de alimentación y de respiración, por ejemplo, han demostrado la importancia de la química en la realización de los fenómenos vitales: una de las afirmaciones *biológicas* conocidas desde lo más antiguo, ha sido la de la necesidad que las plantas y animales tienen de oxígeno para sostener su vida: por tanto, en la vida tenemos la química, es decir, los fenómenos que ocurren en la escala de las dimensiones, por debajo de la dimensión de las células, ó sea, en el orden de las dimensiones de las moléculas y de los átomos. Esta segunda conquista contribuye á localizar, de un modo preciso, la vida entre el resto de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, y vemos al efecto que el fenómeno biológico propiamente dicho, no está por encima de las dimensiones celulares, sino que comprende manifestaciones más reducidas, de orden atómico ó químico. Si tenemos que buscar un límite inferior en las dimensiones de los fenómenos biológicos, este límite podrá proporcionárnoslo la dimensión de las más pequeñas radiaciones etéreas que influyan en los fenómenos vitales: contentémonos por el momento con esta

primera aproximación, y recordemos únicamente que, ante todo, en el estudio de los fenómenos biológicos, debemos ver *una cuestión de escala*.

Algunas de las grandes leyes biológicas, la de la herencia de los caracteres adquiridos, por ejemplo, parecerán á primera vista sustraídos á esta necesidad de relacionarse con fenómenos localizados entre los restringidos límites de las dimensiones; pero desde el instante en que estas leyes son biológicas, es decir, generales, podrá de antemano asegurarse, que los medios adecuados á su manifestación serán del orden de magnitudes de los fenómenos biológicos: por ello la herencia, ó sea el parecido entre dos seres tan grandes como se quiera, se realiza por medio del óvulo, que es una célula.

La embriología no dará resultados biológicos nuevos, pues como ciencia reciente que es, hija de la teoría celular, hácese en la actualidad muy difícil el distinguirla de la histología: la embriología no es sino la histología de los seres jóvenes.

CAPÍTULO II

El principio de continuidad.

La biología, según hemos dicho anteriormente, estudia los caracteres comunes á todos los seres vivos, animales ó vegetales, que *faltan en los cuerpos brutos*.

tada, gracias al microscopio, á esta región especial de las cosas susceptibles de medirse, toma el nombre de *histología* ó *anatomía celular*. Esta parte de la anatomía es la única que puede proporcionar á la biología resultados verdaderamente apreciables.

La fisiología ha dado con mayor facilidad resultados de orden general; los problemas de alimentación y de respiración, por ejemplo, han demostrado la importancia de la química en la realización de los fenómenos vitales: una de las afirmaciones *biológicas* conocidas desde lo más antiguo, ha sido la de la necesidad que las plantas y animales tienen de oxígeno para sostener su vida: por tanto, en la vida tenemos la química, es decir, los fenómenos que ocurren en la escala de las dimensiones, por debajo de la dimensión de las células, ó sea, en el orden de las dimensiones de las moléculas y de los átomos. Esta segunda conquista contribuye á localizar, de un modo preciso, la vida entre el resto de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, y vemos al efecto que el fenómeno biológico propiamente dicho, no está por encima de las dimensiones celulares, sino que comprende manifestaciones más reducidas, de orden atómico ó químico. Si tenemos que buscar un límite inferior en las dimensiones de los fenómenos biológicos, este límite podrá proporcionárnoslo la dimensión de las más pequeñas radiaciones etéreas que influyan en los fenómenos vitales: contentémonos por el momento con esta

primera aproximación, y recordemos únicamente que, ante todo, en el estudio de los fenómenos biológicos, debemos ver *una cuestión de escala*.

Algunas de las grandes leyes biológicas, la de la herencia de los caracteres adquiridos, por ejemplo, parecerán á primera vista sustraídos á esta necesidad de relacionarse con fenómenos localizados entre los restringidos límites de las dimensiones; pero desde el instante en que estas leyes son biológicas, es decir, generales, podrá de antemano asegurarse, que los medios adecuados á su manifestación serán del orden de magnitudes de los fenómenos biológicos: por ello la herencia, ó sea el parecido entre dos seres tan grandes como se quiera, se realiza por medio del óvulo, que es una célula.

La embriología no dará resultados biológicos nuevos, pues como ciencia reciente que es, hija de la teoría celular, hácese en la actualidad muy difícil el distinguirla de la histología: la embriología no es sino la histología de los seres jóvenes.

CAPÍTULO II

El principio de continuidad.

La biología, según hemos dicho anteriormente, estudia los caracteres comunes á todos los seres vivos, animales ó vegetales, que *faltan en los cuerpos brutos*.

Si definiésemos la vida como el conjunto de estos caracteres comunes, evidentemente que jamás deberían encontrarse en ningún cuerpo bruto *este conjunto de caracteres*. Sin esta condición, nuestra definición no tendría valor alguno.

Se reconocerá á los seres vivos, de entre todos los otros cuerpos naturales, por el conjunto de caracteres que definen la vida, así como los *alcoholes* se reconocen de entre todos los otros compuestos químicos, por el conjunto de propiedades que caracterizan la *función alcohol*. Pero fuera de las anteriores, no existirán nunca razones suficientes para que separemos los cuerpos vivos de los brutos, como no separamos tampoco, fuera del *carácter función*, los alcoholes de los aldehidos ó de las aminas. Quizá parezca pueril insistir sobre esta evidentísima verdad; mas ello no es inútil, debido á lo persistentes que, si no en la ciencia, por lo menos en el lenguaje corriente y literario, son las antiguas ideas místicas que sobre este particular se han profesado antes del advenimiento del actual período científico, dentro de la historia de la humanidad.

Cuando estudiamos á los seres vivos de una manera científica, es decir, haciendo el catálogo de todas sus propiedades objetivas, es preciso olvidar nuestra cualidad de seres vivos, y de este modo daremos á la vida una definición objetiva tan sólida como la de la función alcohol, ó la del metro tipo.

Si, por el contrario, en vez de usar de este método objetivo, defino *a priori á los cuerpos vivos*, como «cuerpos en los cuales ocurre algo análogo, á lo que yo siento ocurre en mí», *nos sustraemos á la comprobación de nuestras afirmaciones* y obtendremos una definición anticientífica. Nuestros antepasados así lo hacían, y debido á este método defectuoso trazaron una línea separatoria infranqueable entre los seres vivos y los cuerpos brutos, considerando la *vida* como un algo inaccesible al estudio experimental.

Su método, naturalmente, era malo, pues, en realidad, empezaban *sin vacilar* definiendo la vida según sus caracteres objetivos, cuando, en realidad, es por estos caracteres objetivos por los que podemos reconocer si los cuerpos son vivos ó muertos. Olvidando esta primera definición, que hicieron sin pensar, dieron casi inconscientemente una segunda definición, anteriormente señalada, y que consistía en definir al cuerpo vivo como «un cuerpo en el cual ocurre algo análogo á lo que cada hombre siente en sí mismo». Esta definición era inadecuada á la comprobación ulterior, pues nada probaba que fuese la primera definición objetiva necesaria para declarar que un cuerpo vive; y, sin embargo, aplicaban la segunda definición á los cuerpos definidos por la primera.

Ese es el origen del error *antropomórfico*, que localiza una mentalidad humana en todo cuerpo

considerado como vivo, siendo una de sus consecuencias la de dejar creer existe un abismo entre los cuerpos vivos y los cuerpos brutos.

Algunos sabios, deseando destruir esta concepción tan errónea, soñaron en llenar el abismo creado por los antropomorfistas entre los cuerpos vivos y los cuerpos brutos; mas como quiera que han conservado una de las definiciones *a priori* de la vida y han concluido en que la vida definida de este modo es universal, cosa imposible de comprobar, la definición conservada era puramente subjetiva. Una definición de la vida, repito, debe separar los cuerpos vivos de los brutos, como el químico separa los alcoholes de los aldehidos, cuyo resultado se obtiene limitándose para definir la vida al estudio de los caracteres *objetivos* de los seres vivos. Si se ha aceptado para la vida una definición aplicable á los cuerpos brutos, es que la definición es mala y no cumple el fin que se proponía; sería algo así como una definición de los alcoholes, aplicable igualmente á las acetonas.

El estudio *objetivo completo* de la vida es posible mediante las ciencias experimentales; el enunciado del *principio de continuidad*, que pretende únicamente que entre la vida y la muerte las diferencias son del mismo orden que las existentes entre un fenol y un sulfato, entre un cuerpo electrizado y un cuerpo neutro, debe reducirse, en otros términos, á lo siguiente: todos los fenómenos estu-

diados objetivamente en los seres vivos, pueden ser analizados por los métodos de la física y de la química. Ó, en otros términos; la vida no escapa á las leyes de la mecánica universal.

Si desde un principio, á los métodos objetivos de investigación, la ciencia se hubiese reducido, el principio de continuidad no se hubiese planteado. Y puesto que un error de método ha puesto en pie el problema, no será inútil demostrar que, si la vida se define por *un conjunto de caracteres*, y si, por consiguiente, á todos los seres que poseen estos caracteres deben llamárseles vivos, otros cuerpos de la naturaleza no vivos, pueden poseer *uno ó varios* de estos mismos caracteres.

De este modo se establecerá una clasificación de los cuerpos brutos, cuanto más aproximados estén á los cuerpos vivos, y posean de mancomun gran número de caracteres (encinas ó diástasas, por ejemplo), ó bien, estando más alejados, no posean sino un mínimo número de los antedichos caracteres. Esta será una nueva forma, la más concreta é instructiva del principio de continuidad, que hará comprender por qué los cuerpos vivos han podido derivarse de los no vivos, por evolución.

Terminado que esté este estudio objetivo, *únicamente entonces* podrá recordar el hombre que es un ser vivo y se convencerá de que la definición objetiva de la vida se aplica á sí mismo y á sus se-

mejantes, como perros, zorras y aun castaños, por ejemplo. Entonces, convenciéndose de que es consciente, podrá preguntarse á sí mismo si los demás seres lo son también: podrá investigar el por qué los otros seres pueden ser igualmente conscientes, y para mayor satisfacción de su espíritu, crear sobre este particular hipótesis *incomprobables*, tales como la de la conciencia universal; esta es la hipótesis que por error se ha enunciado bajo el nombre de *vida universal*; insisto sobre ello: si la vida no se ha definido de un modo tal que distinga los cuerpos vivos de los cuerpos brutos, al hombre de su cadáver, la palabra vida no significa nada.

Si además se ha conseguido hacer el estudio objetivo *completo* de los seres vivos, antes de preocuparse de la hipótesis de la conciencia universal, es debido á que esta hipótesis nada tiene que ver con lo que se manifiesta objetivamente, y el *hecho de ser consciente*, no intervendrá tampoco para nada en la dirección de los movimientos vitales.

Esto es lo que Maudsley al principio, y Huxley después, han llamado «Teoría de la *conciencia epifenómeno*». Sobre ésta, oportunamente disertaremos, pues en la actualidad debernos limitarnos al estudio puramente objetivo de los seres vivos.

CAPÍTULO III

Los fenómenos naturales se agrupan en series paralelas de escalas distintas.

Algunas de las consideraciones precedentes, relativas á *la dimensión* de los fenómenos biológicos, nos han hecho presentir la importancia de las dimensiones relativas, es decir, de la escala, en el estudio objetivo de la naturaleza. Si el principio de continuidad, tal como nosotros lo hemos definido, nos permite considerar á la evolución orgánica como continuación lógica de la inorgánica, debémosnos preguntar en consecuencia: ¿hacia cuál de los *lugares* de la evolución inorgánica debe situarse la aparición de la vida? El dar contestación á ello, presupone que con anterioridad lancemos una rápida ojeada á la evolución inorgánica, ó para usar un lenguaje desprovisto de hipótesis, sobre la clasificación de los fenómenos de la naturaleza.

El principio de continuidad se comprueba admirablemente en el conjunto de manifestaciones de la actividad inorgánica, á condición de no pretender hacerlas entrar todas en una misma serie, y, por el contrario, se reduzca á establecer varias series paralelas de distintas escalas.

Y cosa rara. La naturaleza, que creemos fácilmente es riquísima en medios, tiene solamente á su disposición un reducido número de modelos, fá-

mejantes, como perros, zorras y aun castaños, por ejemplo. Entonces, convenciéndose de que es consciente, podrá preguntarse á sí mismo si los demás seres lo son también: podrá investigar el por qué los otros seres pueden ser igualmente conscientes, y para mayor satisfacción de su espíritu, crear sobre este particular hipótesis *incomprobables*, tales como la de la conciencia universal; esta es la hipótesis que por error se ha enunciado bajo el nombre de *vida universal*; insisto sobre ello: si la vida no se ha definido de un modo tal que distinga los cuerpos vivos de los cuerpos brutos, al hombre de su cadáver, la palabra vida no significa nada.

Si además se ha conseguido hacer el estudio objetivo *completo* de los seres vivos, antes de preocuparse de la hipótesis de la conciencia universal, es debido á que esta hipótesis nada tiene que ver con lo que se manifiesta objetivamente, y el *hecho de ser consciente*, no intervendrá tampoco para nada en la dirección de los movimientos vitales.

Esto es lo que Maudsley al principio, y Huxley después, han llamado «Teoría de la *conciencia epifenómeno*». Sobrè ésta, oportunamente disertaremos, pues en la actualidad debernos limitarnos al estudio puramente objetivo de los seres vivos.

CAPÍTULO III

Los fenómenos naturales se agrupan en series paralelas de escalas distintas.

Algunas de las consideraciones precedentes, relativas á *la dimensión* de los fenómenos biológicos, nos han hecho presentir la importancia de las dimensiones relativas, es decir, de la escala, en el estudio objetivo de la naturaleza. Si el principio de continuidad, tal como nosotros lo hemos definido, nos permite considerar á la evolución orgánica como continuación lógica de la inorgánica, debémosnos preguntar en consecuencia: ¿hacia cuál de los *lugares* de la evolución inorgánica debe situarse la aparición de la vida? El dar contestación á ello, presupone que con anterioridad lancemos una rápida ojeada á la evolución inorgánica, ó para usar un lenguaje desprovisto de hipótesis, sobre la clasificación de los fenómenos de la naturaleza.

El principio de continuidad se comprueba admirablemente en el conjunto de manifestaciones de la actividad inorgánica, á condición de no pretender hacerlas entrar todas en una misma serie, y, por el contrario, se reduzca á establecer varias series paralelas de distintas escalas.

Y cosa rara. La naturaleza, que creemos fácilmente es riquísima en medios, tiene solamente á su disposición un reducido número de modelos, fá-

cilmente comparables entre sí en los términos correspondientes de las series paralelas; y tanto es así, que las fórmulas matemáticas aplicables á una de las series pueden emplearse para las otras sin grandes modificaciones. No deja de ser admirable, por consiguiente, que la moderna teoría de *los electrones* haya encontrado en el átomo una representación muy reducida de un sistema planetario, con un sol central positivo y pequeños planetas negativos dando vueltas á su alrededor.

No serán inútiles algunos ejemplos que demuestren la existencia de series paralelas con escalas distintas: los he escogido naturalmente entre los que tienen con la vida inmediata relación, de un modo tal, que su estudio realmente sea provechoso.

Primer ejemplo: MOVIMIENTOS VIBRATORIOS, OSCILATORIOS, PERIÓDICOS.—El movimiento vibratorio, que tan importante papel desempeña actualmente en la ciencia, tuvo desde hace mucho tiempo comprobada su existencia en los fenómenos sonoros. El primer movimiento vibratorio conocido fué el de un resorte que produce un *sonido*. En el estudio de la *acústica* los sabios han hallado una primera *serie* continuada de fenómenos, comparables entre sí, que difieren los unos de los otros por simples coeficientes numéricos; todos conocen esta serie, que es la de los *sonidos* clasificados por orden de su *altura*, y pasa por el sonido más agudo hasta el más grave perceptible por el oído humano.

El estudio de estos movimientos vibratorios, efectuado, no por medio del oído, que clasifica los sonidos según su altura, sino por medio del sentido visual, que comprueba el registro de los movimientos sobre cilindros, ha permitido completar esta serie por sus dos extremos con movimientos vibratorios más rápidos que el del sonido más agudo perceptible, ó más lentos que el del sonido más grave igualmente perceptible.

Hé aquí, pues, una serie completa y muy interesante de por sí; mas su interés acrecentóse desde el día en que el genio de Fresnel, valiéndose de una idea de Descartes y de Huyghens, obtuvo un modelo para estos movimientos del éter de los físicos, que constituyen las hoy llamadas radiaciones. Maxwell ha modificado después esta noción de Fresnel, reemplazando la concepción del movimiento oscilatorio del éter por el de una oscilación periódica de su estado electromagnético. Sea ello lo que se quiera, las primeras fórmulas han quedado con todo su valor; el modelo del movimiento vibratorio no ha cambiado.

En estos movimientos vibratorios del éter, se ha hallado una serie *paralela* á la serie de las vibraciones sonoras, aunque *completamente distinta de ella* é infinitamente más importante; esta serie tiene por núcleo primitivo el conjunto de radiaciones luminosas, que forman el espectro de la luz blanca; creció con el descubrimiento de los rayos

infra-rojos y ultra-violetas, después con el de los rayos X en el orden de las vibraciones muy rápidas y, sobre todo, en el campo de los movimientos vibratorios muy lentos con el de las maravillosas oscilaciones de Hertz, que son la comprobación palpable de la teoría de Maxwell.

Esta serie no llega á ser enteramente continua; faltan grados en la escala, por ejemplo, al lado del infra-rojo y del ultra-violeta; pero la admirable continuidad que existe en la extensión del espectro visible es una señal de los futuros descubrimientos.

Podríase, dentro de un orden de fenómenos infinitamente mayores, hallar el mismo modelo de movimiento periódico en las revoluciones planetarias; pero ello no puede interesarnos en absoluto, desde el punto de vista que estudiamos la vida, por lo menos con lo que directamente afecta á las órbitas de los astros.

Por el contrario, las vibraciones sonoras y las vibraciones luminosas, aun perteneciendo á dos series paralelas enteramente distintas, nos son muy útiles para localizar la vida en la naturaleza, pues las sustancias vivas pueden ser *directamente* sensibles ante estos dos órdenes de vibraciones. Los animales ven (1) y oyen, lo cual significa que pue-

(1) A los animales unicelulares desprovistos de ojos los estudiaremos más adelante, así como su sensibilidad á la luz, que denominamos fototactismo.

den ser impresionados por dos fenómenos pertenecientes á dos series tan distintas por su tamaño. Y esta consideración bastará para hacernos prever que la vida no se localizará en un punto determinado de una serie de fenómenos naturales, sino que ocupará, en el conjunto de las actividades mundiales, un lugar considerable. Cuando vemos aparecer el arco iris en una cascada, se comprueba que el movimiento de las gotitas líquidas en nada modifica la situación del fenómeno luminoso: existe, por tanto, una independencia absoluta entre ambos fenómenos, de los cuales el primero es semejante al orden de rapidez de los movimientos sonoros. La vida, sensible como es á los movimientos de dos series paralelas, presentará, en efecto, dos especies de actividades distintas, que corresponderán groseramente por la índole del ejemplo á la luz y á la caída del agua.

Segundo ejemplo: QUÍMICA, COLOIDES, NEBULOSAS.—El ejemplo precedente se ha tomado basándose en los movimientos oscilatorios: el actual es referente á las estructuras, á los mecanismos, comparables de un modo provisional con los edificios que construyen los hombres, que adquieren sus particularidades íntimas gracias á la materia que las constituye.

En la actualidad, cuando la teoría atómica ha conquistado al mundo, puede definirse la química como la ciencia de los edificios moleculares cons-

truidos con los átomos y el estudio de las condiciones en las que estos edificios se destruyen y construyen unos con otros. Los fenómenos químicos son, pues, del orden de magnitudes de los átomos ó, por lo menos, del orden de dimensión de las distancias que separan los átomos en las moléculas ó á las moléculas entre sí.

Desde hace algunos años, la atención de los sabios dirígese muy en particular hacia unos cuerpos especiales, conocidos con el nombre de *coloides*, que no son ni francamente sólidos, ni completamente líquidos; su nombre proviene de una comparación que se ha hecho entre estos cuerpos y una solución acuosa de cola. La teoría primeramente, y la observación microscópica con luz difractada después, han demostrado que estos coloides resultan de la existencia en el seno de un fluido llamado *disolvente*, de partículas en suspensión, que pueden considerarse como pequeñas esféricas formadas por un líquido distinto.

Ese es un fenómeno de *estructura*, pero lo es de dimensiones muy distintas del fenómeno químico ó muscular; cada partícula en suspensión en un coloide contiene un número *muy grande* de moléculas.

Por último, una nebulosa puede considerarse como un coloide gigantesco; pero así como las nebulosas no tienen relación alguna con la vida, las moléculas y los verdaderos coloides presentan, por

el contrario, un interés particularísimo para el biólogo.

A Dujardín se debe una de las más primitivas conquistas de la biología propiamente dicha, cuando declaró que todos los seres vivos están formados por *sarcoda*; más tarde, la palabra *protoplasma* substituyó á la de *sarcoda*, prevaleciendo en la ciencia. Pero preciso es confesar que la unidad del término *protoplasma* ocultó desde un principio un error fundamental, es decir; se creía que el *protoplasma* era el mismo en todos los seres vivos, siendo así que lo que en realidad debía decirse era que todos los cuerpos vivos poseen un mismo estado, es decir, el estado *protoplásmico*.

Mas ¿qué de vaguedades encierra esta palabra! Si algunos años ha se hubiese pedido á un biólogo definiese el estado *protoplásmico*, expresión de cual servíase incesantemente, habría respondido que estado *protoplásmico* es el estado en que se encuentran las materias aptas para vivir, pero que existen diferencias considerables entre el aspecto de dos seres, tales como una *amiba* y una *bacteria*, por ejemplo. La palabra *protoplasma* era, pues, sinónima; estado físico particular de las sustancias vivas; á esto es á lo que se reducía el descubrimiento de Dujardín, que no fué poco; existe una semejanza tal en el estado de las sustancias de los seres vivos, que puede atribuírseles desde el punto de vista estructural una denominación única.

La ciencia moderna permite dar mayor precisión al intuitivo descubrimiento de Dujardin. Hoy decimos que *los protoplasmas son coloides*, lo cual nos conduce á afirmar que toda substancia *apta para la vida* está en estado coloide. Esta tan sencilla proposición tiene un interés incalculable, tanto, que ella es la clave, la piedra fundamental de toda la biología.

Al efecto, no olvidemos que una de las primeras conquistas de la fisiología comparada ha sido la de comprobar la existencia de varios fenómenos químicos entre los fenómenos vitales. Así, pues, si la química es de dimensión atómica, el estado coloide es, por el contrario, relativamente á las actividades, de una dimensión muy superior á la de las reacciones moleculares; nos hallamos por segunda vez ante el notable carácter que presentan los fenómenos biológicos, de efectuarse, por decirlo así, al mismo tiempo y en dos escalas distintas. Ya hicimos notar oportunamente, que las sustancias vivas, sensibles al sonido, lo son igualmente á la luz; en la actualidad vemos que las reacciones vitales son á la vez de orden químico y de orden coloide, y podemos inmediatamente, por una hipótesis muy atrevida, pero capaz de descubrirnos horizontes amplísimos, suponer, que si la luz obra sobre las manifestaciones químicas de la vida, el sonido actúa sobre las manifestaciones coloides.

Una de las más sobresalientes conclusiones que

en la actualidad se destacan del recientísimo estudio de los coloides (conclusión que será cada vez más clara en las siguientes páginas) es la de que en muchos casos las reacciones químicas producidas entre las partículas en suspensión y el líquido *disolvente*, contribuyen á modificar la naturaleza del coloide considerado como tal, ó dicho en otros términos, influyen sobre el estado coloide especial de este coloide. Recíprocamente, si las acciones directas modifican el estado coloide, pueden ocurrir variaciones químicas, es decir, reacciones moleculares entre las partículas suspendidas y el *disolvente*.

Esta influencia del estado coloide sobre el estado químico, y la recíproca del estado químico sobre el coloide, parece ser la regla para los coloides vivos. Esta regla puede expresarse de un modo mucho más claro, mediante el fecundo lenguaje del equilibrio, lenguaje que desde los inmortales trabajos de Gibbs promete ser, con el tiempo, el de la mecánica universal.

Consideremos tres esféculas A, B, C, suspendidas en el disolvente D de un coloide: el equilibrio del sistema puede considerarse, bien sea desde el punto de vista coloide, es decir, desde el de las relaciones de posición de las esféculas A, B y C entre sí, ó bien desde el de los cambios osmóticos y químicos que se realizan entre cada una de las esféculas y el disolvente.

Si se producen reacciones químicas entre las partículas y el disolvente, puede resultar tal ó cual variación, de orden eléctrico, por ejemplo, que produzca una aproximación de las partículas entre sí, y por consiguiente, una modificación de equilibrio químico producirá la correspondiente en el estado coloide.

Recíprocamente, si una influencia capaz de modificar directamente el equilibrio coloide obliga á las partículas A, B, C, á aproximarse, puede ocurrir una modificación del equilibrio osmótico y químico establecido entre estas partículas y el disolvente.

Un factor activo cualquiera que obra directamente sobre un coloide, puede influir según su dimensión propia, sea sobre el equilibrio coloide, ó sobre el equilibrio químico realizado entre las partículas y el disolvente; mas como estos dos ordenes de equilibrio están unidos entre sí por relaciones de causa á efecto, ocurrirá que, como resultado final, un agente exterior habrá podido producir en un coloide, un resultado con dimensiones muy distintas á las suyas; una vibración sonora, por ejemplo, podrá determinar *secundariamente* una modificación química, por haber puesto en conmoción las partículas suspendidas; recíprocamente, una vibración luminosa, podrá determinar *secundariamente* una modificación de estado coloide, por haber producido directamente ciertas reacciones químicas. Y

sin embargo, las vibraciones sonoras son de una dimensión muy grande en relación con los fenómenos químicos, y las luminosas, por el contrario, muy pequeñas, con relación á las partículas coloides, para que ninguno de estos dos agentes haya podido directamente producir el efecto que secundariamente he determinado.

Así, pues, no solamente la *vida* está, y valga la frase, *montada*, sobre dos series de fenómenos tan distanciados como los de las vibraciones sonoras y luminosas, por un lado, la de las reacciones moleculares ó químicas y la de las variaciones de *partículas* (*particulares*, según el autor), por otro, sino que establece un lazo entre estas dos series de fenómenos, que al parecer tan ignorados debían estar los unos por los otros. Sobre estos puntos tan esenciales ya tendremos ocasión de insistir.

CAPÍTULO IV

Lugar que ocupa la vida en la naturaleza.

Al llegar á estas líneas, estamos perfectamente dispuestos para poder localizar parcialmente los fenómenos biológicos entre los demás fenómenos naturales; sabemos que se encuentran entre los fenómenos del equilibrio particular á los coloides, y los fenómenos químicos de equilibrio molecular; en la actualidad precisaremos esta localización ante la vista de los agentes físicos susceptibles de influir

Si se producen reacciones químicas entre las partículas y el disolvente, puede resultar tal ó cual variación, de orden eléctrico, por ejemplo, que produzca una aproximación de las partículas entre sí, y por consiguiente, una modificación de equilibrio químico producirá la correspondiente en el estado coloide.

Recíprocamente, si una influencia capaz de modificar directamente el equilibrio coloide obliga á las partículas A, B, C, á aproximarse, puede ocurrir una modificación del equilibrio osmótico y químico establecido entre estas partículas y el disolvente.

Un factor activo cualquiera que obra directamente sobre un coloide, puede influir según su dimensión propia, sea sobre el equilibrio coloide, ó sobre el equilibrio químico realizado entre las partículas y el disolvente; mas como estos dos ordenes de equilibrio están unidos entre sí por relaciones de causa á efecto, ocurrirá que, como resultado final, un agente exterior habrá podido producir en un coloide, un resultado con dimensiones muy distintas á las suyas; una vibración sonora, por ejemplo, podrá determinar *secundariamente* una modificación química, por haber puesto en conmoción las partículas suspendidas; recíprocamente, una vibración luminosa, podrá determinar *secundariamente* una modificación de estado coloide, por haber producido directamente ciertas reacciones químicas. Y

sin embargo, las vibraciones sonoras son de una dimensión muy grande en relación con los fenómenos químicos, y las luminosas, por el contrario, muy pequeñas, con relación á las partículas coloides, para que ninguno de estos dos agentes haya podido directamente producir el efecto que secundariamente he determinado.

Así, pues, no solamente la *vida* está, y valga la frase, *montada*, sobre dos series de fenómenos tan distanciados como los de las vibraciones sonoras y luminosas, por un lado, la de las reacciones moleculares ó químicas y la de las variaciones de *partículas* (*particulares*, según el autor), por otro, sino que establece un lazo entre estas dos series de fenómenos, que al parecer tan ignorados debían estar los unos por los otros. Sobre estos puntos tan esenciales ya tendremos ocasión de insistir.

CAPÍTULO IV

Lugar que ocupa la vida en la naturaleza.

Al llegar á estas líneas, estamos perfectamente dispuestos para poder localizar parcialmente los fenómenos biológicos entre los demás fenómenos naturales; sabemos que se encuentran entre los fenómenos del equilibrio particular á los coloides, y los fenómenos químicos de equilibrio molecular; en la actualidad precisaremos esta localización ante la vista de los agentes físicos susceptibles de influir

en las sustancias vivas. Sería muy interesante, por ejemplo, conocer entre qué límites de velocidad vibratoria los movimientos sonoros son susceptibles de impresionar los protoplasmas y entre qué límites de longitud, de onda, las vibraciones análogas á las luminosas pueden modificar á las sustancias químicas de los protoplasmas.

Aun y no conociendo todavía al fenómeno biológico esencial, podemos preveer, no obstante, su dimensión.

Fuera de la vida existen reacciones químicas; cuerpos coloides existen desposeídos de vida, y por ninguno de los caracteres que hemos revisado podemos definir la vida en relación con los cuerpos brutos; lo único que sabemos es que toda sustancia viva está en estado coloide; que es causa de reacciones químicas y que existen relaciones de causa á efecto entre su equilibrio coloide y su actividad, lo cual ya es mucho.

No todas las cantidades mensurables van unidas á la noción de longitud. La temperatura, pongo por caso, es una de las cantidades que mejor y con más exactitud apreciamos.

Al fenómeno biológico, netamente localizado en la escala térmica, puede asignársele límites, uno inferior y otro superior, fuera de los cuales ninguna vida protoplásmica puede manifestarse; es entre los 0 y los 60 grados donde se manifiestan todas las actividades vitales propiamente dichas, lo cual

no quiere decir que las sustancias vivas tengan que morir fatalmente más allá de estos límites; en algunas formas, por el contrario, ciertas sustancias vivas pueden resistir fríos rigurosos y temperaturas más allá de los 100 grados, por lo cual nos vemos ya obligados á distinguir entre las dos propiedades siguientes: la de «*estar viviendo*» y la de «*ser susceptible de vivir*». La segunda es por fuerza más elástica que la primera; pero la actividad vital puede asegurarse, sin lugar á dudas, que se encuentra localizada entre los 60 grados centígrados y las cercanías del 0 grados.

Si no meditásemos sobre el valor efectivo de estos límites, podría suponerse que la vida ocupa amplio lugar en la escala de las temperaturas, y nos admiraríamos al ver que se inicia la vida casi al mismo tiempo que las temperaturas positivas.— Esto es debido á que el hombre, que es un ser vivo, ha escogido para su uso una escala termométrica adecuada á su talla y como puntos fijos de esta escala, es decir, como jalones, los puntos entre los cuales *el agua*, á la presión que le es familiar, *es líquida* (1); y que esto ocurre con la vida, es decir, que esté localizada ó poco menos entre estos

(1) Las aguas cargadas de sales en solución no tienen la misma temperatura de congelación; es por esto por lo que es preciso considerar los cero grados como un límite aproximado de la temperatura inferior permitiendo el ejercicio de las actividades vitales del protoplasma.

dos extremos, es lógico, pues el protoplasma es un coloide acuoso que tiene necesidad del agua líquida para existir. Toda la historia de la vida está, por consiguiente, unida á la del agua líquida; de la vida, por tanto, podemos decir que es un fenómeno acuático.

Mas como quiera que el hombre de ciencia actual ha conseguido en el laboratorio temperaturas mucho más extremas que las conocidas por nuestros antecesores y ha sabido por la astronomía existen astros, cuya temperatura supera en mucho á la del arco voltaico; si meditamos en lo antedicho, comprenderemos que la vida ocupa en la escala térmica un intervalo tan restringido como en la de las magnitudes.

La superficie terráquea ha de hallarse entre unos límites térmicos escogidos con gran precisión para que la vida pueda subsistir en ella: la vida no ha existido en la faz del globo durante toda la vida de aquél; pues no ha podido aparecer sino cuando su temperatura superficial fué lo suficientemente baja para que el agua fuese líquida; esta última no se mantendrá en este estado cuando la temperatura descienda; la vida, en consecuencia, es un mero accidente de la superficie en la historia de la evolución térmica del globo.

Esta cuestión de la temperatura es esencial cuando se trata de fenómenos, que, como los fenómenos vitales, poseen actividades químicas. Se

sabe, en efecto, que una determinada reacción química entre dos compuestos, no ocurre más que á una temperatura definida; en condiciones distintas no puede manifestarse por completo, ó bien se manifiesta á la inversa. Además, hemos visto, no hace mucho, que un carácter muy importante de los coloides vivos, parece consistir en el hecho de que exista una relación de causa á efecto entre el equilibrio coloide de estas sustancias y el equilibrio químico de sus elementos. Son precisas, por tanto, á estos elementos químicos particulares, que las condiciones de existencia sean tales á la temperatura de la vida, que ligeras variaciones en el estado coloide (estado electrostático, estado hidrostático, etc., etc.), puedan intervenir en la génesis de reacciones químicas entre estos constituyentes, ó bien invertir el sentido de reacciones preexistentes. En otros términos, es preciso que en las condiciones térmicas de la vida protoplásmica, un cierto número de compuestos químicos del protoplasma se encuentren en la temperatura de la disociación.

Se conoce la experiencia fundamental de la disociación. Por encima de 960 grados centígrados, el carbonato de cal, encerrado en un vaso cerrado con ácido carbónico y cal, se encuentra en equilibrio con estos dos compuestos, igual que ocurre con el agua en un vaso cerrado, que está en equilibrio con su vapor. Si se aumenta ligeramente la

presión del recipiente sin que la temperatura cambie, el ácido carbónico se combina con la cal para formar una nueva cantidad de carbonato de cal; si la presión, por el contrario, disminuye, ó bien aumenta la temperatura siendo la presión igual, el carbonato de cal se disociará en cal y ácido carbónico. Cualquier cambio en la temperatura ó en la presión irá acompañado de formación ó disociación de carbonato de cal; el equilibrio *químico* que se realiza entre el compuesto y sus componentes, está subordinado por las condiciones *físicas* que ocurren en el recinto. Tendremos, pues, la física y la química unidas por relaciones de causa á efecto, y de tal modo inseparables, que ello ha sugerido la idea de denominar como *químico-física* á la ciencia que se ocupa de estos fenómenos que cabalgan sobre la química y la física á la par.

Resumiendo: de lo que hemos anteriormente dicho, se desprende que «El estudio de la vida es del dominio de la *químico física*».

CAPÍTULO V

La reversibilidad.

Frecuentemente el hecho de la disociación química por encima de una temperatura determinada, exprésase en el lenguaje hablado diciendo, que los fenómenos que en él se manifiestan son reversibles.

Dados dos fenómenos *A* y *B* (en el caso actual, el fenómeno *A* es la presencia simultánea de carbonato de cal, ácido carbónico y cal en un recinto cerrado; el *B*, es la existencia en este mismo recinto de una temperatura y presión determinada) podremos decir que estos dos fenómenos forman un conjunto reversible en las condiciones siguientes:

Si se interviene directamente en el fenómeno, para ocasionar en el *B* una modificación *b*, ocurrirá que para el fenómeno *A* tendremos una modificación *a*. Si inversamente se interviene para producir en el fenómeno *A* una modificación *a*, le ocurrirá al *B* la misma modificación *b* que precedentemente se había ocasionado al producir en *A* la modificación *a*. O mejor dicho, si los efectos conviértense en causas, las causas conviértense en efectos.

Toda la biología está supeditada á esta reversibilidad, más ó menos completa, entre el estado coloide de los protoplasmas y la naturaturaleza química de sus componentes.

La actividad coloide y la actividad química, efectivamente, ocurre, según hemos visto, en distintos grados de la escala de magnitudes; la actividad coloide, por tanto, puede impresionarse por fenómenos externos de un orden de magnitud tales, que directamente no hubiesen podido repercutir sobre las actividades químicas; pero existe repercusión de las variaciones coloides sobre las activi-

presión del recipiente sin que la temperatura cambie, el ácido carbónico se combina con la cal para formar una nueva cantidad de carbonato de cal; si la presión, por el contrario, disminuye, ó bien aumenta la temperatura siendo la presión igual, el carbonato de cal se disociará en cal y ácido carbónico. Cualquier cambio en la temperatura ó en la presión irá acompañado de formación ó disociación de carbonato de cal; el equilibrio *químico* que se realiza entre el compuesto y sus componentes, está subordinado por las condiciones *físicas* que ocurren en el recinto. Tendremos, pues, la física y la química unidas por relaciones de causa á efecto, y de tal modo inseparables, que ello ha sugerido la idea de denominar como *químico-física* á la ciencia que se ocupa de estos fenómenos que cabalgan sobre la química y la física á la par.

Resumiendo: de lo que hemos anteriormente dicho, se desprende que «El estudio de la vida es del dominio de la *químico-física*».

CAPÍTULO V

La reversibilidad.

Frecuentemente el hecho de la disociación química por encima de una temperatura determinada, exprésase en el lenguaje hablado diciendo, que los fenómenos que en él se manifiestan son reversibles.

Dados dos fenómenos *A* y *B* (en el caso actual, el fenómeno *A* es la presencia simultánea de carbonato de cal, ácido carbónico y cal en un recinto cerrado; el *B*, es la existencia en este mismo recinto de una temperatura y presión determinada) podremos decir que estos dos fenómenos forman un conjunto reversible en las condiciones siguientes:

Si se interviene directamente en el fenómeno, para ocasionar en el *B* una modificación *b*, ocurrirá que para el fenómeno *A* tendremos una modificación *a*. Si inversamente se interviene para producir en el fenómeno *A* una modificación *a*, le ocurrirá al *B* la misma modificación *b* que precedentemente se había ocasionado al producir en *A* la modificación *a*. O mejor dicho, si los efectos conviértense en causas, las causas conviértense en efectos.

Toda la biología está supeditada á esta reversibilidad, más ó menos completa, entre el estado coloide de los protoplasmas y la naturaturaleza química de sus componentes.

La actividad coloide y la actividad química, efectivamente, ocurre, según hemos visto, en distintos grados de la escala de magnitudes; la actividad coloide, por tanto, puede impresionarse por fenómenos externos de un orden de magnitud tales, que directamente no hubiesen podido repercutir sobre las actividades químicas; pero existe repercusión de las variaciones coloides sobre las activi-

dades químicas ó viceversa, y los fenómenos externos, obrando directamente sobre los fenómenos químicos, pueden *secundariamente* influir sobre las actividades coloides.

Así, pues, los fenómenos externos, cuyo orden de magnitud es tal que pueden obrar directamente sobre las actividades coloides, comprenden, como más adelante veremos, lo que hablando con propiedad llamamos *actos* de los animales, es decir, los movimientos de locomoción, por ejemplo, que podemos percibir con nuestros propios ojos ó con el auxilio de una lente. La primera consecuencia que se desprende de las precedentes consideraciones, es la de que los actos de los animales pueden influir con la intermediación del mecanismo coloide de los protoplasmas sobre el equilibrio químico de sus propias sustancias constitutivas, ó en otros términos; la repercusión de estos actos puede almacenarse en la química íntima de las sustancias vivas, al igual que la energía mecánica de un salto de agua se almacena en el acumulador de placas de plomo por medio del dinamo. Cargado el acumulador bajo forma química de peróxido de plomo, puede en determinadas condiciones restituir á expensas de su provisión de peróxido una parte de la energía mecánica del salto de agua.

Demos un gran paso y voluntariamente pasemos por sobre numerosas cuestiones intermedias, y deduciremos de estas consideraciones generales

una consecuencia en extremo interesante, aunque algo prematura en este instante. Si la gallina hace el huevo, el huevo á su vez fabricará la gallina. Desde este instante podemos presumir que no nos asombraremos tanto como parece al comprobar el prodigioso fenómeno que dirige toda la evolución de las especies vivas, la herencia de los caracteres adquiridos.



SEGUNDA PARTE

ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS NATURALES

CAPÍTULO VI

Inconvenientes de un análisis muy precipitado.

Podría suponerse, á la vista de las consideraciones que establecimos en los precedentes capítulos, que éstas han preparado el descubrimiento de lo que nosotros pretendemos hallar, ó sea cuáles son los fenómenos biológicos esenciales y los caracteres distintivos entre los cuerpos vivos y los brutos.

Sabemos que en los fenómenos biológicos existen actividades químicas y actividades coloides. Si pudiésemos decir *cuáles* son las actividades químicas y cuáles las coloides, es verosímil que ellas serían suficientes para poder separar los cuerpos vivos de los no vivos.

Desgraciadamente, dado el estado actual de la física y de la química, no podemos contestar satis-

factoriamente á estas preguntas; no sabemos por qué particularidad química ó coloide el sér vivo difiere de su cadáver, y no podemos pensar interinamente en definir la vida más que por sus resultados. No obstante, sabemos que la definición de la vida es posible, pues en la vida habitual aun los más ignorantes no dudan en afirmar si un cuerpo está vivo ó no lo está. Poseemos, por consiguiente, caracteres objetivos muy accesibles, que nos permitirán resolver el problema.

Preciso nos será, para llegar á saber cuáles son los caracteres propios de los séres vivos, analizar todo cuanto sepamos sobre su modo de ser; mas antes, debemos escoger un método analítico apropiado, que evite los errores que nos acarrearían el adoptar un lenguaje defectuoso y que esterilizarían todos nuestros esfuerzos.

El mejor sistema demostrativo de los peligros que encierra un análisis muy precipitado, es dar el ejemplo con dos teorías célebres que ocupan amplio lugar en el campo de la biología y cuyos errores de método gravitan aún sobre los investigadores. Estas dos teorías han restado todo su valor, como instrumentos de investigación, á los dos fenómenos que mejor nos enteran de lo que es la vida, es decir; la herencia, en primer lugar, y la elaboración de los sueros antitóxicos específicos, en segundo.

Por gozar, muy merecidamente por cierto, de

gran autoridad científica, es por lo que los más abajo citados sabios son responsables de estos errores metódicos, que han tenido consecuencias las más nefastas. La primera, relativa á herencia, débese á Darwin y á Weismann; la segunda, relativa á los sueros antitóxicos, fué creada por Ehrlich. En los dos casos, el error metódico es idéntico; consiste en representar por un nombre cosas que en realidad no existen.

El problema de la herencia, que estudiaremos en un capítulo posterior, puede plantearse del siguiente modo: ¿á qué se debe que un huevo de arenque, por ejemplo, desarrollándose entre los azares del mar, dé origen á un arenque? Evidentemente algo existe en él, distinguiéndolo del de un erizo, desde el instante en que, desarrollándose ambos huevos en tan análogas condiciones, nacen de ellos animales tan distintos entre sí. A este algo desconocido es á lo que pudiéramos llamar herencia específica del huevo de arenque.

Darwin, al pretender explicar la misteriosa naturaleza de esta herencia, razonó, indudablemente, del siguiente modo: Si yo tuviese que reproducir un arenque, seríame preciso que anteriormente describiese todos sus caracteres; además, precisa para que esto ocurra, que el huevo posea, si no una descripción, por lo menos una *representación* de todos los caracteres necesarios para determinar al arenque adulto que del huevo tenga que salir.

Este razonamiento no está exento de lógica, pero es preciso aclarar lo que se entiende por carácter. Lo que nosotros llamamos caracteres de un sér vivo ó de un cuerpo bruto, son los elementos de la descripción analítica que hacemos para nuestro uso personal y según los caprichos de nuestra fantasía. Estos caracteres no existen en realidad; nosotros somos los creadores de ellos. Podemos describir á un arenque de cien mil maneras distintas, bien sea cortándole en pequeños cubos ó en láminas delgadas, para después examinar su contenido. Darwin ha escogido la división en células y, en consecuencia, deduce: que cada célula del cuerpo del arenque está representada en el huevo por una *gemmula* invisible, que es su partícula representativa.

Aunque esta división en células posea un aspecto más biológico que la división en láminas delgadas ó en paralelepípedos, Darwin no por ello dejó de escogitarla *al azar*: esto hizo que su sistema analítico careciese de suerte para poder analizar al arenque representado por el huevo; ante la teoría celular, otro que no fuese Darwin hubiese podido imaginar cualquier otra representación. Un amante de la sencillez podría haber reducido el análisis del arenque en una frase infinitamente más condensada, diciendo: en el arenque no existe más que un carácter, ó sea el *arenquismo* (1), ó pro-

(1) Mr. Le Dantec con esta frase demuestra poseer una

piedad de ser arenque. Entonces bastaría con que este único carácter se hallase determinado en el huevo, y estamos seguros que así ocurre, pues esta es la expresión genuina del fenómeno hereditario. Darwin reemplazó un *arenquismo* por varios millones de *celularismos* tan misteriosos como aquél y mucho más hipotéticos.

Todo el mundo está conforme en asegurar que el huevo contiene los *elementos necesarios* para, con su desarrollo ordinario, determinar al adulto: y precisamente lo importante es saber *cuáles son estos elementos necesarios*, ó dicho en otra forma, ¿qué procedimiento debemos seguir *al analizar* el arenque para que nos sea comprensible el hecho de su reproducción con un huevo procedente de él mismo? Darwin primero, Weismann después, preconizaron el análisis celular, y fuera de éstos existen infinidad que, escogidos al azar, tienen mérito y bondad análoga en sus razonamientos filosóficos. Por el azar no se hallará el mejor.

Weismann ha agravado el error metódico de Darwin al pretender hacerle riguroso; ha imaginado en las propias células caracteres representados por partículas más pequeñas aún que las *gemmu-*

flexibilidad de concepto notabilísima. A la cuenta pensó así: si al conjunto de ideas sustentadas por Darwin y sus adeptos llámasele darwinismo, si el carácter propio de los cuerpos flexibles es la flexibilidad, el carácter de un arenque será el *arenquismo* (*harengéite* en francés).

las, no viendo que representar un *carácter* por una partícula, es darle una existencia *absoluta*, cuando en realidad es un mero producto de la fantasía del analista. No se crea es cosa baladí dar nombre á cosas que en realidad no existen; pues el hacerlo es mal irremediable, pues entran inmediatamente las frases creadas en el dominio del habla corriente. El lenguaje de Weismann es buena prueba de ello, por ser el que emplean la mayoría de los histólogos. El error cometido por Ehrlich es de la misma índole é igualmente nefasto para la patología general. Cuando se inyecta á un animal vivo un coloide procedente de otro animal ó microbio (veneno, toxina), si el animal subsiste, sufre una modificación particular traducida en el hecho de que su suero ha adquirido la propiedad de neutralizar inmediatamente la acción de la toxina ó del veneno.

Si preguntarse si en este conflicto entre sustancias coloides, el fenómeno producido es de orden químico ó coloide, Ehrlich ha admitido que en el suero del animal inyectado aparece una *substancia químicamente definida*, que es precisamente el antídoto de la toxina, considerada también como agente químico.

La teoría de Ehrlich presenta entre otros inconvenientes el de que con esta manera de interpretar los hechos, presta gratuitamente á los elementos celulares del animal un verdadero talento químico,

que les permite fabricar continuamente los antídotos de millares de venenos químicos y, además, posee el grave inconveniente de esterilizar uno de nuestros más poderosos medios de investigación biológica.

Efectivamente, no fué al azar como escogí los dos precedentes ejemplos como tipo de error en el método; la herencia y la producción de sueros antitóxicos específicos han de aparecérsenos como los dos fenómenos fundamentales de la biología.

CAPÍTULO VII

Métodos artificiales y naturales.

Cuando debemos estudiar un hecho cualquiera, *aisladamente considerado*, poseemos entera libertad para escoger como nos plazca el método analítico del hecho: el mejor es el que es más claro para nuestros observadores, y desde este punto de vista todos los métodos de análisis son artificiales.

No ocurre lo mismo cuando es preciso estudiar un asunto, en relación con otro, con el cual está en comunicación.

Entonces nuestro método analítico del primer asunto ó cuestión deberá ser tal, que ponga precisamente en evidencia los elementos del primero que estén en relación con el segundo.

Por el momento, si se tratase, pongo por caso, de la sencilla descripción de un arenque adulto, no

poseeríamos razón alguna *á priori* para elegir un método con preferencia á otro; escogeríamos sencillamente el más cómodo de entre los muchos métodos descriptivos artificiales que existen.

Mas si se tratase de la herencia del arenque, es decir, del arenque en relación con el huevo que produce y que le reproducirá, el método natural consistiría en evidenciar con precisión en el arenque cuáles son los caracteres determinados en el huevo, mas no otros. Ante un problema como el propuesto, descubrir el método natural consiste en solucionar el problema mismo.

Hé aquí algunos ejemplos muy notables que nos demuestran palpablemente este asunto de los métodos naturales y artificiales.

Primer ejemplo: ANÁLISIS DE LA AUDICIÓN, POR HELMHOLTZ Y POR PIERRE BONNIER.—El primer ejemplo, el más sugestivo de todos, nos lo da el análisis de los sonidos.

Según que estudiemos á los sonidos por sí mismos como movimientos vibratorios, ó que lo hagamos en relación con el oído humano que los percibe, nos hallaremos en el primero ó en el segundo de los casos precedentemente señalados, es decir, ó en absoluta libertad para admitir el análisis artificial, ó precisados á adoptar un método natural de investigación.

Para analizar los complicados sonidos de la voz humana, empléanse preferentemente dos métodos:

que les permite fabricar continuamente los antídotos de millares de venenos químicos y, además, posee el grave inconveniente de esterilizar uno de nuestros más poderosos medios de investigación biológica.

Efectivamente, no fué al azar como escogí los dos precedentes ejemplos como tipo de error en el método; la herencia y la producción de sueros antitóxicos específicos han de aparecérsenos como los dos fenómenos fundamentales de la biología.

CAPÍTULO VII

Métodos artificiales y naturales.

Cuando debemos estudiar un hecho cualquiera, *aisladamente considerado*, poseemos entera libertad para escoger como nos plazca el método analítico del hecho: el mejor es el que es más claro para nuestros observadores, y desde este punto de vista todos los métodos de análisis son artificiales.

No ocurre lo mismo cuando es preciso estudiar un asunto, en relación con otro, con el cual está en comunicación.

Entonces nuestro método analítico del primer asunto ó cuestión deberá ser tal, que ponga precisamente en evidencia los elementos del primero que estén en relación con el segundo.

Por el momento, si se tratase, pongo por caso, de la sencilla descripción de un arenque adulto, no

poseeríamos razón alguna *á priori* para elegir un método con preferencia á otro; escogeríamos sencillamente el más cómodo de entre los muchos métodos descriptivos artificiales que existen.

Mas si se tratase de la herencia del arenque, es decir, del arenque en relación con el huevo que produce y que le reproducirá, el método natural consistiría en evidenciar con precisión en el arenque cuáles son los caracteres determinados en el huevo, mas no otros. Ante un problema como el propuesto, descubrir el método natural consiste en solucionar el problema mismo.

Hé aquí algunos ejemplos muy notables que nos demuestran palpablemente este asunto de los métodos naturales y artificiales.

Primer ejemplo: ANÁLISIS DE LA AUDICIÓN, POR HELMHOLTZ Y POR PIERRE BONNIER.—El primer ejemplo, el más sugestivo de todos, nos lo da el análisis de los sonidos.

Según que estudiemos á los sonidos por sí mismos como movimientos vibratorios, ó que lo hagamos en relación con el oído humano que los percibe, nos hallaremos en el primero ó en el segundo de los casos precedentemente señalados, es decir, ó en absoluta libertad para admitir el análisis artificial, ó precisados á adoptar un método natural de investigación.

Para analizar los complicados sonidos de la voz humana, empléanse preferentemente dos métodos:

1.º El método gráfico, consistente en registrar sobre un cilindro giratorio una línea sinuosa trazada por un estilete unido á una lámina, que la voz hace vibrar. Este método, comprobado ya, ha producido la invención del fonógrafo, permitiendo reproducir la voz humana mediante un cilindro impresionado.

2.º El método de los resonadores, que consiste en descomponer un sonido complicado en sonidos simples, tal como se descompone por el prisma la luz blanca en luces simples; Helmholtz ha aplicado con éxito este método al estudio de la voz humana; colocaba en una habitación un gran número de resonadores, que podían individualmente dar cada uno de por sí un sonido simple determinado; estos resonadores estaban cubiertos por una ligera capa de arenilla, y un cantante emitía cerca de ellos el sonido A, por ejemplo; reconocíase por las figuras trazadas en la arenilla de los resonadores cuáles eran los que habían vibrado; anotábanse los sonidos simples correspondientes, y de este modo era como se sabía cuáles eran los sonidos simples cuya superposición producía la vocal A. Era fácil comprobar el grado de certitud de este análisis, haciendo vibrar á la vez todos los resonadores de este modo determinados, lo cual reproducía la vocal A.

Ambos métodos analíticos, el de la inscripción sobre un cilindro y el método de los resonadores de

Helmholtz, eran científicos por igual, siempre y cuando no se tratase más que del estudio objetivo del sonido considerándolo como movimiento vibratorio. Sin vacilación puede asegurarse, que el método de Helmholtz es el que proporciona al espíritu una satisfacción más acentuada.

Muy distinto sería el problema si se tratase de comprender el mecanismo de la audición, es decir, la relación entre el sonido y el oído humano. En este caso, la cuestión no consistiría en averiguar cuál es el análisis más satisfactorio, sino cuál es el más adecuado á la función propia de nuestro aparato auditivo. Cometiendo un error análogo al de Darwin y Weismann, Helmholtz dedujo *a priori* que el análisis de sonidos por nuestro oído se ejecuta por el sistema más agradable á nuestro espíritu, atribuyendo á las fibras del oído interno el cargo de resonadores, cada uno de los cuales podía reproducir un sonido simple. Esta hipótesis que se ha demostrado es insostenible, presenta tales secciones que es la dominante por doquier.

Pierre Bonnier, por el contrario, ha emitido la hipótesis de que los sonidos se analizan por el oído, análogamente á como se hace al registrarlos en un cilindro; lo que impresiona á las extremidades de nuestro nervio auditivo es *la forma* de la vibración aérea, forma que se transmitiría por una serie de presiones á los líquidos intra-auriculares, tal como se transmiten á la placa vibratoria, cuyo esti-

lete la transcribe sobre el cilindro del fonógrafo.

Entiendo que es la teoría de Bonnier preferible á la de Helmholtz; mas no es aquí donde he de discutir el valor de ambos sistemas: deseaba demostrar únicamente que ningún método analítico, por seductor que sea, es apto para demostrar nuestro mecanismo auditivo; mas consecuente conmigo mismo, confieso que, aun y pareciéndome aceptable la teoría de Bonnier, creo que el oído no utiliza ninguno de los dos métodos descritos; seguramente será un tercero, incógnito aún, adaptándose muy bien á nuestro mecanismo auricular, mas, por el contrario, poco apto para servir como experiencia en las cátedras de acústica.

Segundo ejemplo: ANÁLISIS DE UN COMPUESTO QUÍMICO EN ELEMENTOS Ó EN FUNCIONES.—Al estudiar un compuesto químico podemos proponernos, ó describirlo por completo de un modo tal que pueda reconocérsele al instante siempre y en todos los sitios, ó bien caracterizar de qué modo obrará ante tal ó cual compuesto previamente escogido.

Proponiéndose lo primero, todos los métodos analíticos son buenos, si son precisos; mediremos la densidad del cuerpo en cuestión, su punto de ebullición ó congelación; apreciaremos en los límites de lo posible su color, olor y sabor; se hará un análisis químico elemental, y diremos que dicho cuerpo tiene, por ejemplo, tantas partes de carbono, tantas de hidrógeno, tantas de azufre,

etc., etc. En una palabra, acumularemos todos cuantos *caracteres* deseemos: cada uno de por si será muy útil en cualquier caso dado; muy especialmente al farmacéutico, que tiene necesidad de asegurarse de la naturaleza de los productos que usa.

Mas si todos estos caracteres descriptivos del cuerpo han sido recogidos al azar, jamás podrá preverse el modo como el susodicho cuerpo obrará en presencia del ácido sulfúrico, pues el análisis de este cuerpo desde el punto de vista «ácido sulfúrico», probablemente no tiene ningún punto común con el análisis hecho por el hombre. Un procedimiento sencillísimo permitirá resolver esta nueva cuestión; se hace reaccionar una cantidad del cuerpo con ácido sulfúrico, y se anota lo que ocurre. Esto es lo que hacía la química vieja; en los tratados de hace veinte años, cada cuerpo, tras haber sido descrito mediante ciertos caracteres, lleva á continuación las reacciones que ocurren cuando se le pone en presencia de determinados agentes escogidos de antemano.

Los progresos de la química atómica han permitido condensar en un reducido número de palabras ó en fórmulas estereoquímicas, todo cuanto es posible prever en las reacciones de un cuerpo sobre todos los demás cuerpos posibles. En la actualidad, cuando se ha realizado un trabajo de esta nueva índole, se dice que el cuerpo analizado lo ha sido *en sus funciones*; lo excelente de este sistema es

que este análisis no se hace poniéndolo en relación con uno ó varios cuerpos elegidos de antemano, sino que, por el contrario, lo está con todos los otros cuerpos de la química.

Expresándonos con este nuevo lenguaje, diremos: la glicerina es un alcohol triatómico, poseyendo dos veces la *función* alcohol primario y una vez la *función* alcohol secundario, lo cual permitirá al químico preveer sus reacciones con una multitud de otros cuerpos; mas al farmacéutico le rendirá mejores servicios el saber que es un líquido siruposo, incoloro, conocer su gusto y apreciar fácilmente el resto de sus cualidades características.

El método de análisis *en funciones*, presentado como modelo, nos será sumamente útil para estudiar la vida.

Análisis de los cuerpos mediante nuestros órganos sensoriales.—Los químicos antiguos, de entre los caracteres que les servían para definir y reconocer los cuerpos, separaban, por ser muy utilizables, las propiedades *organolépticas*, es decir, las que pueden reconocerse con el uso directo de nuestros órganos de los sentidos. El sabor, olor y color, son las principales cualidades organolépticas, y fácilmente se comprende no son las relaciones con tal ó cual compuesto definido las que definen esos caracteres, sino las relaciones de los cuerpos químicos *con el hombre*.

Al hombre es á quien dichas propiedades son

útiles para conocer directamente las sustancias. Y bueno será advertir, que todos cuantos medios para conocer algo poseemos, son hasta cierto punto organolépticos, aun cuando hagamos mediciones rigurosas, con aparatos de precisión; cuando, diciéndolo en otros términos, practicamos la *ciencia* con sus más estrictos métodos, lo que hacemos en realidad es descomponer las descripciones de las cosas en elementos que *impresionen nuestros sentidos*. El largo y el grueso medidos con el centímetro, la temperatura medida con el termómetro, etc., etc., son elementos descriptivos que interesan á nuestra vista y tacto, y que quizás pueden no tener relación directa alguna con las relaciones del cuerpo estudiado y otro cuerpo que no sea nosotros mismos.

Es por esta razón por lo que nos es necesario desconfiar siempre de lo que llamamos *sencillez* de las cosas. Un fenómeno cualquiera, que estudiado por nosotros se nos presente como muy simple, en relación con otro fenómeno natural con el que esté en pugna, puede presentar una complicación extraordinaria.

Recíprocamente, y esto es lo que verdaderamente nos interesa ahora, un fenómeno muy complicado, según resulta del análisis humano, puede poseer para con otro fenómeno natural relaciones sencillísimas. Veremos, por ejemplo, que en un conflicto entre dos *estados coloides* distintos, ocu-

ren fenómenos que podemos resumir en sencillísima fórmula, mientras que el estado coloide, para nosotros hombres, nos parece un algo tan complicado, que no sabríamos, dado el estado actual de la ciencia, definirle directamente.

Por consiguiente, será ventajoso, al estudiar un fenómeno nuevo, *abandonar preventivamente nuestro conocimiento humano sobre dicho fenómeno, é investigar cuáles son los demás fenómenos naturales con los que está en relación susceptible de ser condensada en una fórmula sencilla*. Particularmente, entendemos que es ventajoso estudiar el conflicto de fenómenos con *otros de la misma dimensión que la suya*; de los cuerpos vivos, que son coloides, por ejemplo, con los otros cuerpos coloides, vivientes ó no.

MÉTODO DE LAS LEYES APROXIMADAS EN FÍSICA.—En oposición con el método de investigación verdaderamente natural, que consiste en descubrir leyes simples, existe otro, el de las leyes aproximadas, que indudablemente ha sido muy fecundo en muchas ocasiones. El modelo teórico de este método es el de los resonadores de Helmholtz, con el cual se descompone un fenómeno complejo, desde el punto de vista humano, en otros varios fenómenos cuya superposición reproduce el fenómeno estudiado, y de los cuales, cada uno de por sí, se presta con facilidad al análisis científico.

Supongamos que con el arco hemos hecho vi-

brar una cuerda de latón tirante, produciendo lo que se conoce por un sonido simple. Una cuerda *parecida*, pero formada con alambre de plata, dará el mismo sonido en idénticas condiciones, y que, no obstante, diferirá del primero por una cualidad especial, el timbre.

Proclamar la identidad de estos dos sonidos será enunciar una ley aproximada. Los dos sonidos podrán ser idénticos en altura y amplitud, mas, no obstante, nuestro oído los distinguirá, porque no poseen el mismo timbre.

El método de Helmholtz, aplicado á estos dos casos, nos permitirá averiguar que en cada uno de ellos el sonido fundamental va acompañado de *harmónicos* distintos: mas supóngase que nosotros no supiésemos servirnos de resonadores; en este caso, nos veríamos obligados á declarar que habíamos descubierto una ley aproximada.

Con una piedra que cae dentro de un pozo hacemos lo mismo. Establecemos, por lo pronto, una ley simple para la caída de los cuerpos en el vacío; esta ley es aproximada cuando se trata de una caída en el aire; pero nosotros hallamos una fórmula y con ella corregimos á la primera, poniendo de relieve el retraso que sufren los cuerpos al caer por el roce con el aire.

En ambos casos reemplazamos un fenómeno real y único, complicado para nuestro análisis, por la superposición artificial de dos fenómenos ima-

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 coloides distintas: una central, conocida por *núcleo*, y otra periférica, denominada *citoplasma*. El hecho de que, generalmente, existan estas dos distintas ma-

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 coloides 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 coloidal. 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 ser 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 seres 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 pipirigallo. 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) Théorie nouvelle de la vie.—Paris, 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 adun-

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 periodo 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 carbunclosa 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 carbunclosa 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 carbunclosa, 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

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

dado una de las primeras satisfacciones al colocar á la vida entre los demás fenómenos naturales; pero preciso es confesar que, en varios casos, la definición que nos da es muy platónica; nos permite reconocer la vida entre los seres *mediante una observación de larga duración* y aun reducida al período de crecimiento. Durante el estado adulto ó el período de decrepitud, el fenómeno de asimilación, con todo y existir realmente, es indudable que está disimulado por los fenómenos antagonistas.

Cuando observo á un gato, que inmóvil y con los ojos ardientes acecha á un pajarillo, sé perfectamente que está vivo; lo reconozco por síntomas que no me engañan, y, no obstante, no poseo medio alguno de convencerme que en su interior ocurren fenómenos de asimilación.

Ello es debido á que estos fenómenos, que conozco en conjunto por la ley aproximada de la asimilación, acompañanse de manifestaciones, por las cuales reconozco la vida sin saber definirla con precisión. Verdad es que puedo engañarme fácilmente haciendo una observación como la que acabo de citar; un disecador muy hábil puede simular la vida, disponiendo, convenientemente, el cadáver de un gato y el de un gorrión. Quizá llegará un día que la ciencia nos proporcione un aparato mediante el cual podamos distinguir con su solo curso cuáles son las sustancias vivas; mas interin

aguardamos la aparición de este *biósopo*, debemos resignarnos á no poder reconocer la vida con certitud, sino mediante una observación muy prolongada.

CAPÍTULO X

Definición de la vida elemental con el lenguaje químico.

Por imperfectos que sean los resultados obtenidos mediante nuestro método artificial de análisis, nos permiten poder dar una definición parcial de la *vida*. Hecha independientemente de cualquier consideración sobre la forma ó estructura de los cuerpos vivos, es evidente que esta definición parcial no comprenderá nada de lo que tenga relación con sus fenómenos coloides ó morfológicos.

A pesar de todo, contiene todo lo esencial, pues no se hallará nunca, excepción hecha de los seres vivos, ninguno de los fenómenos aplicable por completo á los demás cuerpos; reúne, pues, una de las condiciones que se exigen en las buenas definiciones.

Puede llamarse *vida elemental* á la propiedad especial de las sustancias vivas, que pone de manifiesto una reacción específica, la *asimilación*, si se colocan en condiciones convenientes. Está dotado de *vida elemental* un cuerpo, cuando alguna ó algunas de sus sustancias constitutivas son capaces, al reaccionar en condiciones determinadas, de

dado una de las primeras satisfacciones al colocar á la vida entre los demás fenómenos naturales; pero preciso es confesar que, en varios casos, la definición que nos da es muy platónica; nos permite reconocer la vida entre los seres *mediante una observación de larga duración* y aun reducida al período de crecimiento. Durante el estado adulto ó el período de decrepitud, el fenómeno de asimilación, con todo y existir realmente, es indudable que está disimulado por los fenómenos antagonistas.

Cuando observo á un gato, que inmóvil y con los ojos ardientes acecha á un pajarillo, sé perfectamente que está vivo; lo reconozco por síntomas que no me engañan, y, no obstante, no poseo medio alguno de convencerme que en su interior ocurren fenómenos de asimilación.

Ello es debido á que estos fenómenos, que conozco en conjunto por la ley aproximada de la asimilación, acompañanse de manifestaciones, por las cuales reconozco la vida sin saber definirla con precisión. Verdad es que puedo engañarme fácilmente haciendo una observación como la que acabo de citar; un disecador muy hábil puede simular la vida, disponiendo, convenientemente, el cadáver de un gato y el de un gorrión. Quizá llegará un día que la ciencia nos proporcione un aparato mediante el cual podamos distinguir con su solo curso cuáles son las sustancias vivas; mas interin

aguardamos la aparición de este *biósopo*, debemos resignarnos á no poder reconocer la vida con certitud, sino mediante una observación muy prolongada.

CAPÍTULO X

Definición de la vida elemental con el lenguaje químico.

Por imperfectos que sean los resultados obtenidos mediante nuestro método artificial de análisis, nos permiten poder dar una definición parcial de la *vida*. Hecha independientemente de cualquier consideración sobre la forma ó estructura de los cuerpos vivos, es evidente que esta definición parcial no comprenderá nada de lo que tenga relación con sus fenómenos coloides ó morfológicos.

A pesar de todo, contiene todo lo esencial, pues no se hallará nunca, excepción hecha de los seres vivos, ninguno de los fenómenos aplicable por completo á los demás cuerpos; reúne, pues, una de las condiciones que se exigen en las buenas definiciones.

Puede llamarse *vida elemental* á la propiedad especial de las sustancias vivas, que pone de manifiesto una reacción específica, la *asimilación*, si se colocan en condiciones convenientes. Está dotado de *vida elemental* un cuerpo, cuando alguna ó algunas de sus sustancias constitutivas son capaces, al reaccionar en condiciones determinadas, de

aumentar cuantitativamente, pareciéndose siempre á sí mismas; ó sea, en otros términos dicho, que son capaces de *asimilar* los elementos extraños á ellos mismos, tomando la palabra *asimilar* en su verdadero sentido etimológico, ó sea, hacer algo parecido á sí mismo.

Esta definición parcial se refiere á la *vida elemental, propiedad química* que, como todas ellas, puede manifestarse ó no, según las circunstancias.

Son muchas las especies en las que nosotros no conocemos aún el reposo químico de la substancia viva; ésta se nos manifiesta continuamente activa sin interrupción alguna; asimilando ó destruyendo, según las circunstancias. Mas, en muchas otras especies, por el contrario, sabemos recoger su substancia viva en estado de reposo químico, tal como podríamos hacerlo con la antipirina ó el sulfato sódico al tomarlos del bocal del farmacéutico.

Llámanse *esporos* á estas partículas de substancia viva en reposo químico; los esporos de bacterias y de hongos son susceptibles de quedarse, durante un largo lapso de tiempo, en reposo químico en un sitio seco, sin que por ello pierdan su vida elemental ó, por lo menos, perdiéndola muy lentamente, gracias á reacciones destructivas muy poco pronunciadas; mas, por ventura, ¿no ocurre algo análogo con algunas de las substancias químicas ordinarias que el farmacéutico conserva en sus frascos?

Duclaux ha conseguido hacer germinar, después de treinta años, los esporos contenidos en el polvillo del aire que filtró Pasteur á través de algodón en rama seco, cuando este último verificó sus experiencias sobre la generación espontánea.

En los animales superiores, por lo general, no hallamos substancia viva en reposo químico, pues sus tejidos están continuamente asimilando y destruyéndose. No obstante, á los *rotíferos* gusanillos bastante elevados en su organización, puede desecárseles y conservárseles en este estado durante un largo tiempo, para después empezar otra vez su vida apenas se les proporcione agua.

Hice notar desde el principio de este capítulo, que la definición de la *vida elemental*, propiedad química deducida de la confirmación de resultados químicos cuantitativos, no podía en ningún modo tener una relación directa con las manifestaciones estructurales, con las que no contamos para establecer esta definición. Fácilmente se adivina, desde un principio, que por lo mismo que la vida elemental es común á todos los seres vivos, existirán con visos de verosimilitud relaciones entre la existencia de esta propiedad química y las de las manifestaciones estructurales, que serán igualmente comunes á la generalidad de los cuerpos vivos. Mas esto no nos da la definición; nos la dará un *teorema* que demostraremos inmediatamente me-

dian te la experiencia; el teorema *morfobiológico*, y que ulteriormente lo estableceremos.

Por el contrario, el hecho de que hayamos descuidado en la investigación de una definición química de la vida elemental los fenómenos de estructura coloide, nos induce á pensar que quizá la ley aproximada de asimilación, ley hasta este instante puramente química, sea más aproximada de lo que nos parecía, cuando tomamos en cuenta las diferencias de estado coloide susceptibles de enmascararla. Cuando decíamos más atrás, substancia de buey, de cabra, etc., etc., evidentemente usamos expresiones poco precisas, pues existen, lo mismo en el buey que en la cabra, pulmones, hígado, músculos, nervios, etc., etc. Mas supongamos que los precitados órganos son pura y simplemente distintos estados coloides de substancias idénticas (por el mero hecho de existir en todos los mamíferos *los mismos tejidos*, podemos considerar esta hipótesis como plausible), y entonces, la ley de asimilación se presenta tan evidente en la multiplicación bacteriana como el desarrollo de un niño.

CAPÍTULO XI

Diversas condiciones en las que puede encontrarse un cuerpo vivo desde el punto de vista químico.

Aceptando la precedente definición de la vida elemental, hemos de hacer constar que teóricamen-

te, por lo menos, las substancias vivas de un sér pueden hallarse en tres estados ó condiciones distintas:

Condición 1.^a—Es el conjunto de circunstancias en las cuales la vida elemental de las substancias vivas se manifestaría por una asimilación rigurosa sin reacciones ni variaciones destructivas conocidas; es cosa rara que lleguemos á obtener condiciones tan perfectas como la actual; mas, en cambio, lo sabemos por casos verdaderamente excepcionales.

Condición 2.^a—Constituye uno de los numerosos casos en los que la substancia viva es asiento de reacciones destructivas; si estas reacciones destructivas producen solas, ó bien dominan á las asimilatrices, su resultado fatal es la completa destrucción, la muerte del individuo en cuestión. En estas reacciones la materia viva obra, no como substancia viva, sino como substancia muerta ó bruta, que se destruye reaccionando continuamente: por tanto, los fenómenos de la segunda condición, son fenómenos de muerte.

Condición 3.^a—Es el caso de reposo químico, más ó menos perfecto, en el cual, si existen algunas reacciones, lo son siempre destructivas (nunca asimilatrices), más ó menos lentas, acompañadas por variaciones igualmente lentas.

En realidad, como se ha podido ver en las condiciones anteriores, la núm. 1 cümplese muy ex-

dian­te la expe­rien­cia; el teore­ma *mor­fobi­oló­gi­co*, y que ul­te­rior­men­te lo es­ta­ble­ce­re­mos.

Por el con­tra­rio, el he­cho de que ha­ya­mos des­cui­da­do en la in­ves­ti­ga­ción de una de­fini­ción quí­mi­ca de la vida ele­men­tal los fe­nó­me­nos de es­truc­tu­ra co­loi­de, nos in­duce á pen­sar que quiz­á la ley apro­xi­ma­da de asimi­la­ción, ley has­ta este in­stan­te pu­ra­men­te quí­mi­ca, sea más apro­xi­ma­da de lo que nos pa­re­cía, cuan­do to­ma­mos en cuen­ta las di­fe­ren­cias de es­ta­do co­loi­de sus­cep­ti­bles de en­mas­ca­rar­la. Cuan­do de­cí­a­mos más atrás, sub­stan­cia de bu­ey, de ca­bra, etc., etc., evi­den­te­men­te usamos ex­pre­si­o­nes po­co pre­ci­sas, pues exis­ten, lo mis­mo en el bu­ey que en la ca­bra, pul­mo­nes, hí­ga­do, mú­scu­los, ner­vios, etc., etc. Mas su­pon­ga­mos que los pre­ci­ta­dos ór­ga­nos son pu­ra y si­m­ple­men­te dis­tin­tos es­ta­dos co­loi­des de sub­stan­cias idé­n­ti­cas (por el me­ro he­cho de exis­tir en to­dos los ma­mí­fe­ros *los mis­mos tejidos*, po­de­mos con­si­de­rar esta hí­po­te­sis como pla­u­si­ble), y en­ton­ces, la ley de asimi­la­ción se pre­sen­ta tan evi­den­te en la mul­ti­pli­ca­ción bac­te­ria­na como el de­sar­rol­lo de un ni­ño.

CAPÍTULO XI

Diversas condiciones en las que puede encontrarse un cuerpo vivo desde el punto de vista químico.

Aceptando la precedente definición de la vida elemental, hemos de hacer constar que teóricamen-

te, por lo menos, las substancias vivas de un sér pueden hallarse en tres estados ó condiciones distintas:

Condición 1.^a—Es el conjunto de circunstancias en las cuales la vida elemental de las substancias vivas se manifestaría por una asimilación rigurosa sin reacciones ni variaciones destructivas conocidas; es cosa rara que lleguemos á obtener condiciones tan perfectas como la actual; mas, en cambio, lo sabemos por casos verdaderamente excepcionales.

Condición 2.^a—Constituye uno de los numerosos casos en los que la substancia viva es asiento de reacciones destructivas; si estas reacciones destructivas prodúcense solas, ó bien dominan á las asimilatrices, su resultado fatal es la completa destrucción, la muerte del individuo en cuestión. En estas reacciones la materia viva obra, no como substancia viva, sino como substancia muerta ó bruta, que se destruye reaccionando continuamente: por tanto, los fenómenos de la segunda condición, son fenómenos de muerte.

Condición 3.^a—Es el caso de reposo químico, más ó menos perfecto, en el cual, si existen algunas reacciones, lo son siempre destructivas (nunca asimilatrices), más ó menos lentas, acompañadas por variaciones igualmente lentas.

En realidad, como se ha podido ver en las condiciones anteriores, la núm. 1 cümplese muy ex-

cepcionalmente en la naturaleza; por lo general va acompañada por condiciones que superponen al fenómeno otros de índole destructiva, dando origen con ello á *variaciones*.

En rigor, es preciso digamos que no se encuentra con frecuencia en la naturaleza el fenómeno de *vida elemental manifiesta*, ó, por lo menos, manifiesta con *pureza*. En un sér que vive existen aparejados fenómenos de vida y muerte, y el sér vive mientras los fenómenos de muerte no predominan sobre los de vida, ó dicho otros términos; los fenómenos que ocurren en un sér vivo no pueden sino muy raramente traducirse con precisión por la fórmula:

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

Es preciso, para que podamos darnos exacta cuenta de lo que pasa, asociar á esta primera fórmula de la vida elemental, manifiesta, una ó varias fórmulas de reacciones destructivas, como la siguiente:

$$a + B = C + D$$

En realidad, lo anterior es una descomposición fácil y cómoda para analizar los hechos complejos de la vida; más adelante tendremos ocasión de ver que en los seres superiores, aquellos en cuya vida se observan periodos distintos de funcionalismo y reposo, existen, no superposiciones, sino alternativas entre las condiciones 1.^a y 2.^a Y aún más di-

remos, contrariando á una de las ideas más universalmente extendidas: es á los periodos de funcionalismo á los que corresponde la condición 1.^a, mientras que los fisiólogos, en su mayoría, admiten con Claudio Bernard el *desgaste* de las sustancias vivas por el funcionamiento, ó sea la destrucción funcional. Este error se evidenciará en la próxima parte de este volumen mediante un sistema racional de descomposición en funciones: es el resultado de la existencia en el seno de las sustancias vivas, realmente activas en el fenómeno biológico, de otras sustancias no vivas llamadas *sustancias de reserva*.

Reservas.—En la ecuación de la vida elemental manifiesta, hemos especificado que representábamos por *a*, únicamente á las sustancias realmente activas, es decir, las que *efectivamente* intervienen en la reacción. No basta que una sustancia *aumente* por el hecho del fenómeno vital, para que se la tenga por viva. Podemos, como ejemplo, tomar las sustancias del término R de la ecuación, llamadas accesorias de la asimilación ó sustancias excrementicias; estas sustancias crecen á medida que van prosiguiendo las reacciones vitales, *en las cuales no toman realmente parte alguna*, y que por su acúmulo pueden llegar á entorpecer la vida, como ocurre con el alcohol, materia excrementicia de la levadura de cerveza.

No pueden aumentarse bajo la influencia de la

vida sino los productos de la primera condición. Si suponemos que una *misma* condición núm. 2, cumplida durante largo tiempo, no ha podido detener el desarrollo del sér vivo, los productos de dicha condición segunda, si no son solubles ó difusibles, se acumularán en el seno de los protoplasmas. Á estas substancias se las llama *substancias de reserva* (almidón, grasas, etc.)

Dichas substancias, por el mero hecho de estar íntimamente incorporadas al protoplasma, hicieron creer que éste sufría desgaste, siendo así que en realidad, lo que ocurre es que dichas substancias Q, pueden emplearse como alimentos en la vida elemental manifiesta de los séres vivos.

Un músculo trabajando consume grasa, *enflaquece*, pero en cambio se desarrolla en su substancia muscular.

El embrión que contiene el grano de trigo, consume al germinar la reserva de almidón resultante de una destrucción de los tejidos vivos del albumen, y se sirve de ellos para fabricar el protoplasma vivo de la nueva planta de trigo.

Así, pues, si bien es cierto que las reacciones destructivas de la condición segunda retardan el desarrollo protoplásmico, no por ello quedan perdidas para el individuo; el resultado de ellas servirá de alimento directo para las asimilaciones futuras.

La acción clorofilica, á la que equivocadamente con frecuencia se la llama *asimilación*, es un fenó-

meno perteneciente á la condición segunda, producido en las plantas verdes, en presencia de la luz. Una patata crece mejor y más rápidamente en una cueva que en pleno día; pero en cambio, si está al sol, sus tejidos se proveerán de reservas que más tarde utilizará.

PARTE CUARTA

SEGUNDO MÉTODO DE ANÁLISIS.—DESCOMPOSICIÓN
EN FUNCIONES.—LEY RIGUROSA DE LA ASIMILACIÓN FUNCIONAL

CAPÍTULO XII

Falsas funciones, y funciones lógicamente definidas.

Del mismo modo que es posible descomponer en infinitas maneras, y ante su descripción anatómica completa el cuerpo de un sér vivo, del mismo modo decimos no existe razón alguna para limitar el número de métodos analíticos de la actividad vital de este sér.

Un sér vivo es muy distinto de una máquina industrial, que produce con el fin de cumplir una necesidad que otra no podría ejecutar. Una locomotora no puede cumplir función distinta á la de locomotora; mientras que, por el contrario, un perro, un pato ó una serpiente, son capaces de manifestar bajo mil distintas formas, y *según las circunstancias*, su actividad específica de perros pato ó serpiente. Y ocurre, que las circunstancias,

varían de tal modo en un animal dado y las variaciones que en él actúan son tan rápidas, que bien puede afirmarse sin exagerar, *que un animal jamás hace dos veces la misma cosa durante el curso de su existencia.*

A pesar de ello, los fisiólogos, al comparar al animal con una máquina industrial, acostumbran á describir su actividad, descomponiéndola en un determinado número de *funciones*, más sencillas, desde el punto de vista descriptivo, que la actividad total del individuo.

Lo mismo ocurre con una locomotora; describense el vaivén del pistón bajo la influencia de la presión del vapor, la transformación del movimiento de vaivén en movimiento rotativo por el juego de bielas y manivelas, etc., etc.; pareciéndonos difícil el que dos ingenieros, al describir el funcionalismo de una locomotora, la descompongan de dos maneras distintas; además, la locomotora es un instrumento concebido por el hombre y ejecutado por él, para cumplir una función determinada.

Por el contrario, cuando se trata de descomponer la actividad total de un sér en funciones parciales más sencillas, pueden existir, al parecer, un gran número de métodos distintos; efectivamente existen; pero lo que sucede es que la mayoría de los fisiólogos están acordes en utilizar el mismo y crear de este modo un lenguaje analítico aceptado por todos.

En un animal como el hombre, existen un cierto número de elementos en acción, comparables entre sí, mientras ejecutan un gran número de distintos actos; pudiera decirse de ellos que son engranajes análogos á los de una máquina industrial. Tales son, por ejemplo, los segmentos óseos rígidos, las articulaciones, los músculos, los tendones, venas, arterias, nervios, etc. Tantas cuantas veces el cuerpo humano ejecuta un movimiento, podemos descomponer este movimiento en varias partes, correspondientes á cada uno de los elementos en acción precedentemente señalados; entonces, es la anatomía la que guía la descripción fisiológica del fenómeno observado.

Para el análisis de un acto locomotor, esta descomposición es, no solamente útil, sino indispensable; tiene, á pesar de todo, numerosos inconvenientes, pues conduce al analista á considerar independientemente los unos de los otros, salvo las relaciones de mecanismo, los segmentos del aparato estudiado, como ocurre con las ruedas, manivelas, bielas, etc., de una locomotora, que efectivamente poseen de por sí una existencia real. Por lo tanto, los músculos, los nervios, etc., son elementos vivos de un mismo organismo y participan á la vez de condiciones de existencia comunes. Cuando un músculo se contrae, aproxima dos segmentos óseos fijos en sus dos extremidades, mas su contracción obra á la par, no sólo por este fenómeno

macroscópico evidente, sino sobre el conjunto de condiciones de equilibrio *realizadas en todo el individuo*, ó dicho el concepto en otros términos; no existe en ningún sér vivo como el hombre fenómeno local alguno que no repercuta sobre la totalidad del individuo. Al cerrar el puño, sin ejecutar ningún otro movimiento, no tengo razón alguna que me incite á creer que nada ocurrió en el resto de mi individuo, en relación con este movimiento local. Por consiguiente, si descompongo una actividad macroscópica de conjunto en un cierto número de actividades macroscópicas locales, estoy *seguro* de que mi análisis es incompleto, pues he despreciado la repercusión que sobre el organismo tiene cada actividad parcial; y estoy seguro además de que la suma de todas las actividades parciales en cuestión no representan la totalidad del fenómeno que quise analizar. Mi análisis es malo, mientras que, aplicado á una locomotora, un análisis semejante hubiese sido satisfactorio.

A pesar de todo, este análisis descriptivo de las actividades humanas es indispensable, dada la inmensa complejidad de las mismas; mas guardémos mucho de atribuirle un valor absoluto. Es imposible describir la flexión del antebrazo, descartando el estado actual del organismo entero, sobre el cual dicha flexión repercute, y que en cambio á su vez lo hace sobre las condiciones de ese fenómeno local. En los tratados de fisiología se tiene la

costumbre de estudiar por separado la digestión, respiración, circulación, secreción, etc., aunque algunas de estas funciones no ocurran sin solicitar algo de las otras, influyendo sobre ellas á su vez. Aquél es un método de análisis falso, pero que rinde, á pesar de todo, eminentes servicios, dado su objeto especial; vimos en la parte anterior de esta obra cuanto puede obtenerse, como ley aproximada, de la aplicación de este método artificial; esto es lo que por ahora nos proponemos si un método natural de descomposición en funciones no nos da un resultado más riguroso desde el punto de vista biológico.

La idea de obtener un resultado verdaderamente biológico y general, y que pueda aplicarse á todos los seres vivos sin excepción, puede guiarnos en esta investigación; efectivamente, es lo cierto que si en la descripción de un fenómeno hacemos intervenir la flexión del antebrazo, nada equivalente á ello encontraremos en una lombriz ó en un erizo, animales desprovistos de brazo articulado. Este es el fin que persiguen los fisiólogos al examinar las grandes funciones; respiración, circulación, digestión, etc., que pueden hallarse en todos los seres vivos sin excepción.

Hemos visto que este método es artificial, y si es susceptible de generalizarse, nos prueba simplemente que puede aplicarse un mismo método artificial al estudio de la fisiología de todos los seres

vivos. No han de separarse aisladamente los distintos fenómenos que ocurren *en el mismo momento* en un animal dado; es preciso que nos resignemos á estudiarlos *todos á la vez*, lo cual nos exigirá un lenguaje sintético especial.

Un perro, un pato, una serpiente, decía antes, son capaces de manifestar bajo mil variadas formas, *según las circunstancias*, su actividad específica de perro, pato ó serpiente; no obstante, como quiera que su actividad queda específica, continúa según su estructura propia y en circunstancias idénticas, un perro obrará siempre como perro, y un pato como pato.

Sería cómodo, al menos para empezar, creásemos verbos correspondientes á cada una de estas actividades específicas: diríamos, por ejemplo, que un perro, *perrea*; que un pato, *patea*; y el problema consistiría en averiguar cuáles son las distintas maneras de *perrear*, *patear*, según tal ó cual circunstancia determinada.

Estos verbos extravagantes pudieran sustituirse por el de *funcionar*, con la condición precisa de que esta palabra comprenda *toda* la actividad específica del sér en cuestión y bajo circunstancias dadas. Este modo de expresarse daría á la palabra función una significación muy distinta de la que le dan los fisiólogos; no se trataría entonces de una falsa descomposición de la actividad total de un individuo en varias partes simultáneas, sin de-

recho á separar las unas de las otras, sino de una sucesión de actividades *totales*, cada una de las cuales resulta de dos factores; del estado del animal estudiado, y del conjunto de condiciones ambientales en el momento en que se le considere.

Definida como antecede, cada función será única en el mundo y diferirá de todas las demás; efectivamente, en cada animal existen demasiados elementos y circunstancias, que determinan sus actos, para que un sér de especie dada pueda hallarse dos veces seguidas idéntico á sí mismo en las mismas circunstancias. Sería ilusorio buscar algo común en el conjunto de funciones *perro*, definidas como antecede, pues variarían al infinito. Y aún más imposible sería hallar comunidad alguna entre las funciones *perro*, *lagarto* y *peral*. No es en la naturaleza de estas funciones donde es posible hallar una ley general, mas *si lo es* descubrir una en el *encadenamiento de las funciones sucesivas* de un mismo individuo, en las consecuencias para un individuo dado, que presenta el cumplimiento de una función determinada.

También aquí ocurre, que no teniendo á nuestra disposición aquel *bióscopo* imaginario que permita reconocer, mediante una sencilla inspección, el estado físico particular de las substancias vivas, debemos recurrir á la observación de fenómenos que exigen una relativa duración. No estudiaremos cómo el sér *vive*, pues esto se encuentra

muy por encima de nuestros sistemas de investigación actuales, sino que investigaremos cómo es que el sér *continúa viviendo*, y en esta investigación es donde esperamos encontrar una ley general característica de la vida.

Órgano y función.—Si se acepta nuestra definición de función, se deduce la correspondiente de *órgano*. Por mucho que se abuse de la palabra *órgano* en el lenguaje corriente, y aunque algunos autores no hayan temido emplear la palabra *órgano* para representar una parte del cuerpo anatómicamente descrita, diciendo, por ejemplo, que la mano es un *órgano*, es evidente que su definición no puede ser más que fisiológica; la única definición posible de la palabra *órgano* es la siguiente: El *órgano* es el conjunto de partes de un individuo que colaboran en la ejecución de una función. Los que creen en la existencia de funciones parciales, de fenómenos locales, que no tienen repercusión sobre el conjunto del individuo, pueden creer igualmente en la existencia de *órganos* parciales, que no comprenden más que una parte de los tejidos del animal. Mas si penetramos en el fondo de las cuestiones, nos convenceremos de la correlación que existe entre todas las partes del organismo, uniéndolas en cada instante; debemos, pues, decir, que un *órgano* cualquiera comprende todo el organismo, y que el papel de tal ó cual parte del indi-

viduo, es importante solamente respecto á la constitución del órgano considerado.

Si aceptamos, por tanto, nuestra definición de función considerándolas como actividades totales sucesivas de un mismo sér vivo, debemos definir á los órganos: estados sucesivos del organismo correspondiente á cada función. Y, por consiguiente, *la vida es una sucesión de funciones, y el sér vivo una sucesión de órganos.*

Llamemos $A_1, A_2, A_3,$ etc., á los sucesivos estados de un individuo, á sus órganos sucesivos, para estar conformes con nuestra definición, y $B_1, B_2, B_3,$ etc., los conjuntos sucesivos de circunstancias ambientes que intervienen en la determinación de las actividades del individuo en cuestión; debemos considerar que una actividad de nuestro individuo, una función cualquiera, es el resultado de dos factores; su estado A en un momento dado, y el conjunto B de circunstancias correspondientes.

Dicho en otros términos: un momento cualquiera de la vida del individuo puede representarse por la fórmula simbólica:

$$A \times B$$

La vida entera será una sucesión de funciones, cada una de las cuales corresponde á una de las fórmulas:

$$A_1 \times B_1 \\ A_2 \times B_2, \text{ etc.}$$

Pero como A_2 es el estado estructural del organismo después que ha cometido la función $A_1 \times B_1$, el cuerpo pasa del estado A_1 al estado A_2 bajo la influencia de condiciones externas B_1 , que le han impulsado á que ejecutase la función $A_1 \times B_1$.

El problema biológico general conviértese en el siguiente: ¿en qué se habrá convertido A_2 , con relación á A_1 , bajo la influencia de las circunstancias B_1 , que determinaron la función $A_1 \times B_1$?

Podemos preveer cuál será el resultado de nuestra investigación, pues desde Lamarck, existe un aforismo resumiéndolo; gracias á las necesidades del idioma hubimos de definir el órgano por la función, cosa que igual podría hacerse para con un mecanismo no vivo: la fórmula «la función define el órgano» es, por consiguiente, una fórmula general *a priori*, que nada tiene que ver con la biología. Mas á esta definición, Lamarck agregó una *afirmación*, expresión fiel de un hecho demostrado, diciendo:

La función crea el órgano.

Bajo el manto de esta fórmula tan general, adivinamos va á encontrarse la ley buscada, estableciendo una relación entre los sucesivos estados A_1 y A_2 del organismo, dado que la circunstancia B_1 determinase en el organismo la función ($A_1 \times B_1$). Para estudiar desde cerca esta ley fundamental, debemos esforzarnos en la observación de casos, *todos iguales entre sí*, en los que

podamos hacer variar en el conjunto B las circunstancias externas del individuo mediante uno ó varios factores, fáciles de determinar y medir; la modificación de este factor aislado ó á la de un grupo de ellos, es á lo que debemos atribuir la modificación observada en el organismo estudiado.

Antes de emprender este estudio tan esencial, hemos de evidenciar un importante resultado de las deducciones precedentes.

CAPÍTULO XIII

La vida es el resultado de una lucha entre dos factores.

Una función, es decir, usando del lenguaje que adoptamos, la actividad de un organismo en un instante dado, puede representarse por la fórmula simbólica:

$$A \times B.$$

Siendo la *vida* de un individuo la sucesión de funciones definidas tal como antecede, deberemos decir que á cada instante esta vida depende de dos factores, uno de los cuales es el conjunto de circunstancias ambientes y el otro el estado estructural actual del individuo. Diciéndolo con otras palabras, *ningún sér lleva en sí la vida*; lo que en realidad hace, es transportar á todos los lugares, donde las condiciones ambientes se lo permiten, el fac-

tor A, hallando á cada instante en todos esos lugares al factor complementario B, que determina en él la actividad correspondiente ($A \times B$), dependiendo, como es natural, su estado ulterior del precedente y de los fenómenos que en él se han efectuado desde que su estado A_2 depende de A_1 y de ($A_1 \times B_1$).

Así, pues, B interviene á cada instante para modificar A; y la serie de factores B son los que determinan la evolución A_1, A_2, A_3 , etc. Mas si bien es cierto que A se modifica bajo la influencia de B, en cambio B es á su vez modificado por A, que le consume, pongamos por ejemplo, su oxígeno, absorbe radiaciones, etc. Mas como quiera que B no es un sér vivo, su evolución B_1, B_2 , etc., no nos interesa; y aparte de todo lo dicho, el factor A es uno de los que menos intervención toman en ello.

Sea lo que se quiera, es lo cierto que si los dos factores A y B intervienen á cada momento para modificarse reciprocamente, al fenómeno causal de todo ello, la vida, debemos considerarla como *la lucha entre estos dos factores*.

La frase anterior será una muy cómoda expresión (I) para explicar las experiencias en las que

(I) Esta expresión está ya en uso en determinados casos; se dice, por ejemplo, tal condición del ambiente *provoca* tal reacción en un organismo determinado.

podamos hacer variar en el conjunto B las circunstancias externas del individuo mediante uno ó varios factores, fáciles de determinar y medir; la modificación de este factor aislado ó á la de un grupo de ellos, es á lo que debemos atribuir la modificación observada en el organismo estudiado.

Antes de emprender este estudio tan esencial, hemos de evidenciar un importante resultado de las deducciones precedentes.

CAPÍTULO XIII

La vida es el resultado de una lucha entre dos factores.

Una función, es decir, usando del lenguaje que adoptamos, la actividad de un organismo en un instante dado, puede representarse por la fórmula simbólica:

$$A \times B.$$

Siendo la *vida* de un individuo la sucesión de funciones definidas tal como antecede, deberemos decir que á cada instante esta vida depende de dos factores, uno de los cuales es el conjunto de circunstancias ambientes y el otro el estado estructural actual del individuo. Diciéndolo con otras palabras, *ningún sér lleva en sí la vida*; lo que en realidad hace, es transportar á todos los lugares, donde las condiciones ambientes se lo permiten, el fac-

tor A, hallando á cada instante en todos esos lugares al factor complementario B, que determina en él la actividad correspondiente ($A \times B$), dependiendo, como es natural, su estado ulterior del precedente y de los fenómenos que en él se han efectuado desde que su estado A_2 depende de A_1 y de ($A_1 \times B_1$).

Así, pues, B interviene á cada instante para modificar A; y la serie de factores B son los que determinan la evolución A_1, A_2, A_3 , etc. Mas si bien es cierto que A se modifica bajo la influencia de B, en cambio B es á su vez modificado por A, que le consume, pongamos por ejemplo, su oxígeno, absorbe radiaciones, etc. Mas como quiera que B no es un sér vivo, su evolución B_1, B_2 , etc., no nos interesa; y aparte de todo lo dicho, el factor A es uno de los que menos intervención toman en ello.

Sea lo que se quiera, es lo cierto que si los dos factores A y B intervienen á cada momento para modificarse reciprocamente, al fenómeno causal de todo ello, la vida, debemos considerarla como *la lucha entre estos dos factores*.

La frase anterior será una muy cómoda expresión (I) para explicar las experiencias en las que

(I) Esta expresión está ya en uso en determinados casos; se dice, por ejemplo, tal condición del ambiente *provoca* tal reacción en un organismo determinado.

haremos variar á nuestro gusto una parte mensurable del conjunto que nosotros llamamos B. Diremos, por ejemplo: hemos introducido un nuevo enemigo, ó hemos suprimido otro preexistente en la lucha que A sostenía contra las circunstancias externas.

Mientras A vive, diremos que triunfó en la lucha, aun y sufriendo modificaciones que hemos de determinar con precisión, y de cuyo estudio obtendremos la gran ley biológica.

Quizá parezca raro el que apliquemos el denominativo común de enemigos á substancias que, como el oxígeno, los alimentos, etc., nos son indispensables para la conservación de la vida, y á las que, tales como los venenos, toxinas y ponzoñas, tienen por resultado ordinario provocar su muerte. Mas es precisamente el comprobar la generalidad de los resultados obtenidos, y el poder reunir en una misma fórmula las conclusiones relativas á la lucha contra los alimentos ó venenos mientras el sér se mantenga vivo, lo que constituye la parte interesante de nuestro estudio. Y gracias á ello, podremos comprender la ley que descubrimos con las variaciones del factor B, aun cuando estas variaciones sean muy complejas para ser accesibles á la experiencia.

CAPÍTULO XIV

Aplicaciones generales del método de análisis natural.

La fórmula establecida en el precedente capítulo, ó sea que la vida es el resultado de una lucha entre dos factores, nos da inmediatamente la senda, siguiendo la cual hallaremos el método natural de investigación.

En la pág. 44 efectivamente decíamos:

«Si hemos de estudiar un objeto comparándolo con otro con el cual esté en relación, nuestro método de análisis del primer objeto deberá ser tal, que precisamente ponga en evidencia los elementos de este primer objeto que estén en relación con el segundo.»

En el caso actual, aunque la vida resulta de la lucha entre dos factores, que llamamos A y B, nos vemos obligados á no seguirla sino en uno de ellos, ó sea en el cuerpo del individuo que vive. Las modificaciones de A son las que debemos estudiar á cada instante, mas no al azar; hemos de estudiarlas, poniendo en evidencia la relación de cada modificación A con la modificación correspondiente de B, que la ha ocasionado. O bien, dicho en otros términos: cuando en las condiciones externas B, hacemos variar experimentalmente un elemento particular, es con relación á este elemento

haremos variar á nuestro gusto una parte mensurable del conjunto que nosotros llamamos B. Diremos, por ejemplo: hemos introducido un nuevo enemigo, ó hemos suprimido otro preexistente en la lucha que A sostenía contra las circunstancias externas.

Mientras A vive, diremos que triunfó en la lucha, aun y sufriendo modificaciones que hemos de determinar con precisión, y de cuyo estudio obtendremos la gran ley biológica.

Quizá parezca raro el que apliquemos el denominativo común de enemigos á substancias que, como el oxígeno, los alimentos, etc., nos son indispensables para la conservación de la vida, y á las que, tales como los venenos, toxinas y ponzoñas, tienen por resultado ordinario provocar su muerte. Mas es precisamente el comprobar la generalidad de los resultados obtenidos, y el poder reunir en una misma fórmula las conclusiones relativas á la lucha contra los alimentos ó venenos mientras el sér se mantenga vivo, lo que constituye la parte interesante de nuestro estudio. Y gracias á ello, podremos comprender la ley que descubrimos con las variaciones del factor B, aun cuando estas variaciones sean muy complejas para ser accesibles á la experiencia.

CAPÍTULO XIV

Aplicaciones generales del método de análisis natural.

La fórmula establecida en el precedente capítulo, ó sea que la vida es el resultado de una lucha entre dos factores, nos da inmediatamente la senda, siguiendo la cual hallaremos el método natural de investigación.

En la pág. 44 efectivamente decíamos:

«Si hemos de estudiar un objeto comparándolo con otro con el cual esté en relación, nuestro método de análisis del primer objeto deberá ser tal, que precisamente ponga en evidencia los elementos de este primer objeto que estén en relación con el segundo.»

En el caso actual, aunque la vida resulta de la lucha entre dos factores, que llamamos A y B, nos vemos obligados á no seguirla sino en uno de ellos, ó sea en el cuerpo del individuo que vive. Las modificaciones de A son las que debemos estudiar á cada instante, mas no al azar; hemos de estudiarlas, poniendo en evidencia la relación de cada modificación A con la modificación correspondiente de B, que la ha ocasionado. O bien, dicho en otros términos: cuando en las condiciones externas B, hacemos variar experimentalmente un elemento particular, es con relación á este elemento

como deberemos estudiar la modificación obtenida en A, y, solo así, obtendremos leyes sencillas.

Hé aquí un ejemplo: á un carnero sano, viviendo en excelentes condiciones higiénicas, pongámosle en condiciones de existencia tales, que tan solo una de éstas sufra variación; le inocularé la bacteridia carbunclosa y, fácilmente, me convido de la lucha existente entre el carnero y dichas bacteridias. Supongamos al carnero curado; ningún fisiólogo, por hábil que sea, si no tiene á su disposición un cultivo de bacteridia carbunclosa, podrá descubrir en qué difiere el carnero curado y el anterior á la enfermedad; el análisis directo por los procedimientos químicos ó fisiológicos de las modificaciones sufridas por el carnero, es en la actualidad imposible, dado el estado de la ciencia, y un observador, por concienzudo que fuese, si se veía reducido á estos únicos medios de observación, tendría que declarar que el carnero en nada había variado. Y, sin embargo, ha sufrido una modificación profunda, pero solamente *en relación con la bacteridia carbunclosa*. Tornóse *refractario* á la enfermedad llamada carbón, y como una nueva inoculación de esta enfermedad no le pondrá enfermo, diremos que ha adquirido la *inmunidad* para con la bacteridia carbunclosa.

Este ejemplo nos permitirá exponer claramente el método que hemos de usar. Si en las condiciones externas B de la vida de un individuo A, in-

troducimos un factor *b*, este mismo factor deberá servirnos como reactivo para estudiar la variación que su propia influencia ha determinado en A. De este modo obtendremos una ley sencilla por un método natural, mientras que sin el socorro de *b*, quisiésemos analizar las variaciones de A, lo que haríamos sería apartarnos de estas dificultades, lo cual equivale á lo imposible.

Este método de análisis natural de los hechos, aun y sin haber sido propuesto todavía como método general de investigación, ha sido aplicado ya, y por lo menos de una manera fecunda, en el campo de las ciencias físico-químicas, conduciendo particularmente á la ley de Lenz.

«El *desplazamiento* de una corriente eléctrica en la vecindad de un circuito cerrado, desarrolla una corriente inducida con tendencias á oponerse á este *desplazamiento*».

Y á la ley más general de Le Chatelier, ley expuesta, aunque en otros términos, en los admirables trabajos de Willard Gibbs:

«La modificación producida en un sistema de cuerpos en estado de equilibrio, por la *variación* de uno de los factores del equilibrio, es de tal naturaleza, que tiende á oponerse á la *variación* que la determina».

Hé aquí dos leyes muy generales y de una sencillez extrema; y esta simplicidad la deben á haber sido establecidas según el sistema natural

que anteriormente he propuesto, y que por ahora aplicaremos á la biología; mas no se crea hacemos nada nuevo obrando así; largo tiempo hace que los pueblos, sin anunciarlo, aplican tan fecundo método, como nos lo demuestra los refranes: «Fit fabricando fáber», «El herrero se hace forjando», que es lo mismo que decir: «Ejecutando con frecuencia un acto, el individuo se hace más apto para hacerlo otra vez». La modificación que en un organismo introduce el repetir una *operación* determinada, no es analizable químicamente; es muy sencilla si la tomamos como reactivo de la modificación producida; se ha hecho más apto, es decir, se ha *habituado*; *vivir es habituarse*. Esto es lo que nos enseña la sabiduría popular, y es de este inacabable tesoro de donde Lamarck dedujo su ley de *hábito* (costumbre): «La función crea el órgano».

CAPÍTULO XV

Análisis mediante reactivos de las mismas dimensiones de la vida.

En lugar de dedicarnos inmediatamente al problema más general, que consistiría en el estudio de las consecuencias que para el sér vivo tendría la introducción de una *variación cualquiera* en su vida, reduzcámonos por el momento al caso más particular, en el cual la *variación* introducida se presenta bajo la forma de un cuerpo definido, que

lleva consigo mismo sus propiedades tal como lo hacen los reactivos químicos.

Pondremos en presencia de un animal un reactivo determinado, y como quiera que todas las demás condiciones serán las mismas, podremos atribuir al reactivo empleado y, solamente á él, las modificaciones que observemos.

Si se trata de un sér vivo, muy poco elevado en su organización, por ejemplo, un sér unicelular, bastará que agreguemos al líquido donde vive el reactivo en cuestión; ya hemos señalado una experiencia de esta naturaleza; consistía en agregar una pequeña cantidad de ácido fénico al caldo en el cual se cultivaban bacterias carbuncosas; mas como hemos apreciado el resultado obtenido por medio de nuestro método de análisis artificial, confirmamos una *variación* con referencia á un reactivo, *distinto* del ácido fénico, á la que denominamos *atenuación de virulencia*. Este resultado, sin generalización alguna, es la más pura expresión de un hecho particular.

Si se tratase de un sér vivo, elevado en organización, tal como el hombre ó un mamífero, introduciremos nuestro reactivo en el interior del medio que mayor contacto íntimo posea con las sustancias vivas del animal; á este medio se le denomina *medio interior* del individuo. Veremos que, efectivamente, en los seres superiores, puede considerarse el individuo como un saco cerrado,

que anteriormente he propuesto, y que por ahora aplicaremos á la biología; mas no se crea hacemos nada nuevo obrando así; largo tiempo hace que los pueblos, sin anunciarlo, aplican tan fecundo método, como nos lo demuestra los refranes: «Fit fabricando fáber», «El herrero se hace forjando», que es lo mismo que decir: «Ejecutando con frecuencia un acto, el individuo se hace más apto para hacerlo otra vez». La modificación que en un organismo introduce el repetir una *operación* determinada, no es analizable químicamente; es muy sencilla si la tomamos como reactivo de la modificación producida; se ha hecho más apto, es decir, se ha *habituado*; *vivir es habituarse*. Esto es lo que nos enseña la sabiduría popular, y es de este inacabable tesoro de donde Lamarck dedujo su ley de *hábito* (costumbre): «La función crea el órgano».

CAPÍTULO XV

Análisis mediante reactivos de las mismas dimensiones de la vida.

En lugar de dedicarnos inmediatamente al problema más general, que consistiría en el estudio de las consecuencias que para el sér vivo tendría la introducción de una *variación cualquiera* en su vida, reduzcámonos por el momento al caso más particular, en el cual la *variación* introducida se presenta bajo la forma de un cuerpo definido, que

lleva consigo mismo sus propiedades tal como lo hacen los reactivos químicos.

Pondremos en presencia de un animal un reactivo determinado, y como quiera que todas las demás condiciones serán las mismas, podremos atribuir al reactivo empleado y, solamente á él, las modificaciones que observemos.

Si se trata de un sér vivo, muy poco elevado en su organización, por ejemplo, un sér unicelular, bastará que agreguemos al líquido donde vive el reactivo en cuestión; ya hemos señalado una experiencia de esta naturaleza; consistía en agregar una pequeña cantidad de ácido fénico al caldo en el cual se cultivaban bacterias carbuncosas; mas como hemos apreciado el resultado obtenido por medio de nuestro método de análisis artificial, confirmamos una *variación* con referencia á un reactivo, *distinto* del ácido fénico, á la que denominamos *atenuación de virulencia*. Este resultado, sin generalización alguna, es la más pura expresión de un hecho particular.

Si se tratase de un sér vivo, elevado en organización, tal como el hombre ó un mamífero, introduciremos nuestro reactivo en el interior del medio que mayor contacto íntimo posea con las sustancias vivas del animal; á este medio se le denomina *medio interior* del individuo. Veremos que, efectivamente, en los seres superiores, puede considerarse el individuo como un saco cerrado,

atravesado por el tubo digestivo, tal como ocurre con los manguitos de señora. Este saco cerrado contiene un coloide que baña todos los elementos vivos ó células, y á este coloide no vivo se le da el nombre de *medio interior ó interno*.

En las relaciones existentes entre el sér vivo y el ambiente, existen siempre dos períodos: primero, un cambio entre el medio ambiente y el medio interno, y segundo, un cambio entre el medio interno y los elementos vivos. Para evitar la primera etapa, que en realidad es uno de los fenómenos biológicos, y con el objeto de que no estorbe la superposición de dos fenómenos distintos, es por lo que se recurre al método de inyecciones subcutáneas; se introduce directamente, atravesando la pared del saco cerrado, el reactivo que tenga que estudiarse, en el medio interior del individuo. Se aguardan los efectos de dicho reactivo, y el estudio del fenómeno tan solo es interesante para nosotros cuando el sér *sobrevive*, ó sea el paso del estado del sér vivo A_1 , al estado igualmente vivo A_2 ; si el individuo muriese, el estudio anterior pertenecería á ciencia distinta de la biología.

Cuanto hemos dicho en la parte primera de esta obra relativamente á la *escala* de los fenómenos, nos induce á creer que quizá fuera interesante emplear en nuestros estudios, reactivos de *análoga dimensión que la vida*. Mas ocurre preguntar: ¿cuál es la dimensión de la vida? Sabemos que los

fenómenos vitales son á la par coloides y químicos; luego podremos utilizar para nuestras experiencias reactivos coloides y reactivos químicos; y con el fin de tener mayor seguridad, utilizaremos los que poseen idéntica dimensión que la vida, es decir, reactivos vivientes.

Es colosal el número de experiencias efectuadas de veinte años á esta parte en animales vivos, usando reactivos bien determinados, introducidos por vía hipodérmica. Podemos afirmar sin temor, que en ninguna otra rama científica ha existido actividad comparable. Pero también cabe decir que sus resultados han sido en extremo fecundos. Desde el punto de vista práctico, este sistema ha producido la *vacunación* y *sueroterapia*, y gracias á él, la medicina científica ha nacido.

Según hemos dicho, las experiencias deben hacerse sobre sustancias químicas, coloides y vivientes. Los resultados obtenidos mediante los dos últimos grupos de sustancias, son infinitamente más importantes que con las primeras, pues los obtenidos mediante la inyección de sustancias verdaderamente químicas en solución verdad, mas no coloide (por ejemplo, las inyecciones de alcaloides y sales químicas) prueban única y exclusivamente, sin agregarle nada nuevo, la certeza de la ley de *hábito*. Lo cual parece demostrar, que si la vida es á la vez coloide y química, en realidad es

más abordable experimentalmente por el lado coloide que por el químico.

Es á las experiencias relativas, á la inyección de cuerpos coloides vivos ó muertos, á lo que consagraremos nuestra atención para conseguir sentar las sencillas leyes que buscamos.

CAPÍTULO XVI

Las funciones protoplásmicas ó funciones de mecanismo coloide.

Si obramos tal como hemos dicho, es decir, por inyección en el medio interno, evidentemente reduciremos nuestro estudio á las funciones que ocurren en la intimidad de los tejidos á las funciones protoplásmicas. El hombre se defiende de los venenos que en su interior penetran por medios que no son mover brazos y piernas; é inmediatamente hemos de ver si las leyes descubiertas por estas funciones protoplásmicas pueden aplicarse del mismo modo á las funciones macroscópicas, que ayudan al aparato locomotor; pero para poder obtener inmediatamente resultados generales, y á la par por ser mucho más fácil, iniciaremos el estudio por las primeras.

Cualquiera que ella sea la substancia coloide inyectada, sea viva ó muerta, desde el instante en que el animal resiste esta inyección sin morir, *al parecer no ha cambiado*, en tanto no se utilice como

reactivo de comprobación precisamente al mismo coloide con el que hicimos la experiencia.

Por consiguiente, si se desdeña el uso de este reactivo, podría creerse en rigor con la certeza de la ley de asimilación establecida en la tercera parte de este libro, y podría también creerse, que la substancia coloide inyectada ha servido como alimento al animal, es decir, que la ha asimilado. Es preciso, por tanto, que las variaciones, si es que ellas se han producido, sean nimias; y efectivamente, desde cierto punto de vista, la ley de asimilación puede parecernos suficientemente rigurosa.

Mas no ocurre igual cosa si empleamos como reactivo al coloide inyectado: en este caso se comprueba siempre en el animal una modificación relativa á la naturaleza misma del coloide, una modificación tan *específica* con relación á este coloide, que ordinariamente es insensible ante cualquier otro coloide distinto.

Entendemos son necesarios algunos ejemplos para poder sentar esta ley general, que parece á primera vista condenar la ley pura y sencilla de la asimilación.

CARBUNCO DE LOS CARNEROS.—Un ejemplo dado anteriormente nos lo proporciona la historia del carnero que cura del carbón. Este carnero, al que se le inocularon bacteridias carbuncosas, estuvo *enfermo* (al período de lucha con el microbio se le llama enfermedad); mas por último, al cabo de

más abordable experimentalmente por el lado coloide que por el químico.

Es á las experiencias relativas, á la inyección de cuerpos coloides vivos ó muertos, á lo que consagraremos nuestra atención para conseguir sentar las sencillas leyes que buscamos.

CAPÍTULO XVI

Las funciones protoplásmicas ó funciones de mecanismo coloide.

Si obramos tal como hemos dicho, es decir, por inyección en el medio interno, evidentemente reduciremos nuestro estudio á las funciones que ocurren en la intimidad de los tejidos á las funciones protoplásmicas. El hombre se defiende de los venenos que en su interior penetran por medios que no son mover brazos y piernas; é inmediatamente hemos de ver si las leyes descubiertas por estas funciones protoplásmicas pueden aplicarse del mismo modo á las funciones macroscópicas, que ayudan al aparato locomotor; pero para poder obtener inmediatamente resultados generales, y á la par por ser mucho más fácil, iniciaremos el estudio por las primeras.

Cualquiera que ella sea la substancia coloide inyectada, sea viva ó muerta, desde el instante en que el animal resiste esta inyección sin morir, *al parecer no ha cambiado*, en tanto no se utilice como

reactivo de comprobación precisamente al mismo coloide con el que hicimos la experiencia.

Por consiguiente, si se desdeña el uso de este reactivo, podría creerse en rigor con la certeza de la ley de asimilación establecida en la tercera parte de este libro, y podría también creerse, que la substancia coloide inyectada ha servido como alimento al animal, es decir, que la ha asimilado. Es preciso, por tanto, que las variaciones, si es que ellas se han producido, sean nimias; y efectivamente, desde cierto punto de vista, la ley de asimilación puede parecernos suficientemente rigurosa.

Mas no ocurre igual cosa si empleamos como reactivo al coloide inyectado: en este caso se comprueba siempre en el animal una modificación relativa á la naturaleza misma del coloide, una modificación tan *específica* con relación á este coloide, que ordinariamente es insensible ante cualquier otro coloide distinto.

Entendemos son necesarios algunos ejemplos para poder sentar esta ley general, que parece á primera vista condenar la ley pura y sencilla de la asimilación.

CARBUNCO DE LOS CARNEROS.—Un ejemplo dado anteriormente nos lo proporciona la historia del carnero que cura del carbón. Este carnero, al que se le inocularon bacteridias carbuncosas, estuvo *enfermo* (al período de lucha con el microbio se le llama enfermedad); mas por último, al cabo de

algunos días, todas las bacterias inoculadas desaparecieron de su medio interno; dichas bacterias no fueron eliminadas ni por los riñones, ni por los otros órganos excretorios, y de ello se tienen pruebas mediante los análisis de laboratorio. Es evidente, pues, que dichas bacterias fueron muertas y asimiladas por el carnero, al que sirvieron de alimento; preciso es confesar, que dicho alimento es peligroso y poco agradable; pero no por ello pierde tal carácter desde el instante que transformáronse y convirtiéronse las bacterias en sustancia del carnero.

Después de la curación, y á pesar de todas las apariencias, el carnero no es lo mismo que era anteriormente: *se ha hecho refractario al carbunco*, es decir, que si al poco tiempo se le inyecta una nueva cantidad de bacteria carbunclosa, ni se pone enfermo, ni experimenta molestia alguna en asimilarlas. Esta *inmunidad* adquirida lo es únicamente para con la bacteria carbunclosa, pues el animal es sensible á cualquier otra enfermedad de la especie carnero.

Podemos resumir el hecho, diciendo que el carnero se ha *habituado* á asimilar las bacterias, siendo este *hábito* especial la expresión de la modificación determinada en el carnero por una inyección de bacterias carbunclosas, á la que resistió.

Lo más común es que si se escoge un carnero al

azar, y se le inyectan bacterias extraídas del cadáver de un carnero muerto por ellas, ocasionen la muerte del primero á los pocos días, y entonces puede comprobarse que las bacterias se han multiplicado hasta el infinito en el medio interno del animal. Lo que ha sucedido en este caso es que las bacterias, desarrollándose á expensas de la sustancia del carnero, le han *asimilado*.

¿Pero acaso asimilaron *rigurosamente* la sustancia del carnero? ¿Son idénticas ó lo eran desde un principio? Lo más frecuente es observar que se han modificado, y que su modificación es relativa á la del carnero. Se dice que *aumentaron en virulencia con relación al carnero*, lo cual quiere decir que se han hecho más aptas para prosperar en un nuevo carnero y matarlo. En el único caso que no sufren modificación alguna es cuando las bacterias han adquirido el máximo de virulencia respecto al carnero.

Del mismo modo, si el carnero era el que triunfaba en la lucha, érale imposible modificarse ya más, en cuanto alcanzaba el máximo de inmunidad para con el carbunco. Existe un límite para con los hábitos adquiridos, alcanzado el cual es imposible habituarse ya más (1).

En ambos casos, bien sea el carnero el vence-

(1) Entonces, como veremos más adelante, la ley de asimilación pura y sencilla, se hace aplicable.

dor, ó bien la bacteria, interéanos únicamente el vencedor, pues al sér que continúa viviendo es el único á quien podemos aplicar la ley general de hábito.

La historia de la lucha entre el carbunco y el carnero es altamente interesante para nosotros, por presentárenos de una manera *simétrica*, es decir, que cada uno de los antagonistas posee, si se ignora su procedencia, probabilidades desconocidas para ganar la victoria; podemos hacer más simétrico el lenguaje si empleamos para el carnero con relación al carbunco, el mismo modo de expresarnos que para el carbunco con relación al carnero; entonces diremos que el carnero refractario es virulento para el carbunco, ó bien que el carbunco virulento es refractario para con el carnero: ambas frases son absolutamente las mismas, pero invertidas.

En esta lucha simétrica, la bacteria nos interesa más: primero, porque la bacteria no posee la complicación histológica del carnero, y por tanto, las conclusiones que deduzcamos sobre este particular serán más sencillas; y segundo, porque hallándose la bacteria dentro del carnero, éste cumple para con ella todas las condiciones externas de existencia: ya dijimos anteriormente que la vida de un sér A, podía representarse simbólicamente por el producto de dos factores ($A \times B$).

En este caso, para la bacteria carbunclosa, B es el carnero.

Por el contrario, cuando estudiamos al carnero, vemos que el carbunco que se le inocula es uno de esos factores del medio que tan importante papel desempeñan en la vida del carnero A; pero no el único, pues otros existen en su vida, tales como el aire, hierba de los prados, el lobo que atenta á su vida, que integran el factor B. Aunque atacado por la bacteria, el carnero puede morir asfixiado ó devorado por un lobo. La vida del carnero A, por tanto, no está supeditada por completo al hecho de que la bacteria exista en su interior, mientras que la bacteria encuentre en el carnero que la contiene todos los elementos del factor B, determinando á cada instante su funcionalismo particular.

Por consiguiente, para la bacteria, la función en el sentido en que la definimos precedentemente, se traduce simbólicamente por la fórmula

(Bacteria \times carnero).

Este mecanismo indefinido, la bacteria, ó cualquier célula que continúe viviendo, *orienta* toda su actividad contra las condiciones externas que le rodean. En el caso dado que se halle en el interior de un carnero, es contra éste contra quien orienta toda la lucha, convirtiéndose entonces en un mecanismo definido, *una bacteria luchando con-*

tra un carnero, que difiere de este otro mecanismo igualmente definido: *una bacteridia luchando contra un caldo fenicado*. Es la parte más delicada de cuestión tan fundamental como la presente.

Quiero suponer que un sabio dotado de conocimientos que á nosotros nos faltan, sepa describir en un momento dado y completamente toda la estructura, coloide y química, de una bacteridia en un instante determinado. Este mecanismo en nada se parecerá al de una locomotora, que si funciona será siempre de un mismo modo; por el contrario, en ella pueden existir un gran número de mecanismos, siendo también posibles un gran número de *funciones*. Estas funciones no están determinadas anteriormente en la estructura de la bacteria; no pueden determinarse más que por el conjunto B de circunstancias externas que intervienen en la determinación de este funcionalismo. Usando otros términos, podremos decir: dadas en un instante determinado dos bacteridias carbunclosas *idénticas* bajo todos sus aspectos, puede obtenerse con cada una de ellas un mecanismo distinto, si sumergimos la primera en un caldo fenicado é inoculamos á la segunda en un carnero. Efectivamente, los dos mecanismos (bacteria \times caldo fenicado) y (bacteria \times carnero) darán dos descendencias distintas. Las del caldo fenicado habrán sufrido variaciones (no apreciables directamente, pues jamás la bacteria se habitúa al caldo fenicado), que

se traducen, parando pronto la experiencia, por una *disminución de la virulencia para con el carnero* (1), mientras que, por el contrario, las del carnero, si han triunfado, habrán adquirido un *aumento de virulencia*.

Interinamente, no conociendo la estructura de la bacteridia, podemos imaginárnosla como compuesta por diversas partes activas, que se disponen de un modo distinto, si han de luchar nuevamente de un modo tal, que realizan un mecanismo adaptado á la lucha, ó mejor aún, las diversas partes constitutivas de la bacteridia intervienen las unas más que las otras en el cumplimiento del mecanismo que exige el conjunto B de circunstancias externas. Si no fuese porque cometeríamos una falta de método, podríamos comparar, á propósito de esta cuestión, el sér simple bacteria con el sér complejo hombre; cuando un hombre ejecuta un acto ó función determinada por las circunstancias, las diversas partes del hombre no intervienen con la misma intensidad en la realización del mismo; podemos suponer, provisionalmente, y con el fin único de fijar ideas, que lo mismo le ocurre á una bacteridia A, que un conjunto de circunstancias la induce á ejecutar la función (A \times B).

Sea lo que se quiera, con estas hipótesis com-

(1) También se observa la pérdida de la facultad de dar esporos.

probamos que, bajo la influencia de un conjunto de circunstancias sostenidas durante un largo tiempo en la bacteridia por la función (bacteridia \times carnero), aparecen en el carnero vencido una raza de bacteridias que han adquirido el carácter propio del cumplimiento de esta función, ó sea la resistencia al carnero.

Hemos llamado *órgano* al conjunto de partes que colaboran en la ejecución de una función; si la función *total* de la bacteridia incluida en el carnero está determinada por la naturaleza del mismo, podemos considerarle á cada instante como el mecanismo actual de la bacteria parásita, como *órgano* de la lucha contra el carnero. Si el carnero muere bajo la acción de los ataques de algunas generaciones de bacteridias, comprobaremos que estas bacteridias poseen todas en el más alto grado la aptitud para luchar contra el carnero. O diciéndolo de otro modo: lo que se ha multiplicado en el carnero son los *órganos bacteridianos de lucha contra el carnero*. Ha tenido efecto una asimilación de la substancia del carnero por las bacteridias, pero no una asimilación cualquiera; la asimilación de una bacteridia en el carnero no ha dado los mismos resultados que hubiese dado la asimilación de la *misma bacteridia* en un *caldo fenicado*; ha existido asimilación *relativa á la función ejecutada*, ó para decirlo con mayor brevedad, *asimilación funcional*.

Esta es la gran ley biológica; es la traducción

literal del principio de Lamarck: «La función crea al órgano.» Efectivamente, según hemos visto, la función define el órgano; y si las circunstancias son tales que la misma función se ejecuta largo tiempo, la *asimilación funcional* correspondiente transforma al organismo en el mismo órgano de esta función.

Existe, como hemos visto, un límite en el hábito; un individuo no puede adquirir pasado cierto grado la costumbre de condiciones determinadas, es decir, que las partes de su mecanismo menos útiles para el cumplimiento de una función durante largo tiempo repetida, no se destruyen por esto en absoluto, pues quedan en número suficiente para que ciertas funciones sean posibles; jamás un individuo se adapta á un género de vida de un modo tan exclusivo que le sea imposible vivir en otras condiciones (1). Una experiencia efectuada por Pasteur, Chamberland y Roux, es muy interesante respecto á este asunto.

Cuando por medio de sistemas artificiales obtenemos una cultura de bacteridia en caldo fenicado, las bacteridias no tienen acción virulenta alguna

(1) Existen, á pesar de esta afirmación, casos de parasitismo, en los cuales el parásito está íntimamente ligado al huésped; ejemplo, el de la *malaria* en la sangre humana. Pero á *pesar de todo*, este parásito, que es tan delicado en sus necesidades, puede acomodarse á algunas otras que se verifican en los mosquitos *anopheles*.

sobre el carnero; es decir, que inoculadas en cualquier carnero, éste las asimila sin ponerse enfermo, mas no por ello el órgano de su resistencia al carnero se destruye. Una circunstancia favorable ha permitido demostrar que sabemos cuál es el órgano de resistencia al carnero; está en la bacteridia definido del mismo modo que el órgano de resistencia al conejo, al cobayo ó á la rata. La bacteridia menos virulenta para el carnero posee siempre, mientras viva, órgano suficiente para luchar ventajosamente contra un ratón de un día; matando á este ratón de un día, se hace capaz de matar al de una semana, después á un ratón adulto, á una cobaya y á un carnero, por último. Mas para recuperar sus propiedades virulentas perdidas, le es preciso el factor tiempo. Le es más difícil á un hombre que ha trabajado intelectualmente durante veinte años hacerse herrero, que á un herrero convertirse en pensador; mas no por ello es imposible, pues el desarrollo exagerado de un órgano en un individuo no destruye en él los elementos constitutivos de los demás órganos. Entre individuos de una misma especie, aun en los sometidos á distintos regímenes, no existen diferencias *cuantitativas*; todos poseen las mismas partes más ó menos desarrolladas. Esto mismo lo veremos al definir la *especie* en biología.

Vacunación.—He de hacer resaltar, dada la importancia práctica del asunto, el hecho de que

Pasteur, basándose en los fenómenos que hemos estudiado, obtuvo el método conocido por *vacunación*. Mediante procedimientos empíricos, puede determinarse en un microbio patógeno una modificación que se traduce por una disminución de virulencia para con una especie determinada; inoculando á un animal de esta especie el microbio atenuado, se le hace contraer una ligera enfermedad, de la que muy fácilmente se cura; con esta primera inoculación se adiestra para resistir á una segunda inoculación de microbio más virulento, y por fin se hace refractario á los ataques de las especies microbianas más virulentas de la especie patógena considerada.

Podemos repetir para el carnero, cuando curó del carbón, lo que dijimos cuando el carbón triunfó del carnero; se ha desarrollado en él un órgano de resistencia para el carbón por asimilación funcional; pero como al propio tiempo respiró, aparentó, excretó, etc., desarrolló igualmente, en conjunto con el mecanismo de resistencia al carbón, las otras partes de su organismo; es por lo apuntado por lo que el caso del carnero es menos sencillo que el del carbón; pero una vez entendido el mecanismo del carbón, fácilmente se entiende el del carnero. Para hablar con rigurosa propiedad, como anteriormente hemos dicho, nunca debemos separar el órgano de la resistencia al carbón, del de la respiración, masticación, micción, etc.; pues si

una de estas funciones parciales no existiese, las otras se paralizarían, y dado el lenguaje general que empleamos ahora, hemos de referirnos solamente á una función colectiva, *la función carnero*, que en nuestro ejemplo *comprende* también la resistencia al carbón. Más adelante veremos cómo ocurre la división del trabajo fisiológico.

Coloides muertos, toxinas, alimentos.—En lugar de inyectar á un animal un sér vivo como la bacteria, veamos qué es lo que ocurre cuando se le introduce en su medio interno una substancia muerta cualquiera.

Las substancias puramente químicas, no coloides, dan en este sentido resultados poco interesantes. Se sabe, sin embargo, que el hombre se habitúa á dosis cada vez mayores de morfina, y que Mitrídates llegó á absorber impunemente cantidades enormes de veneno. La inyección de coloides procedentes de otros seres vivos, de elementos de otros animales, como, por ejemplo, leche, sangre, orina, hígado, etc., cultivos microbianos filtrados (toxinas, diastasas) es infinitamente más fecundo en resultados.

En esta cuestión nos ocuparemos única y exclusivamente del animal, si sobrevive á la inyección. Al cabo de cierto tiempo, todo el coloide inyectado desapareció, y fué asimilado por el animal vivo, al que sirvió de alimento. Como quiera que el animal, después de haber asimilado el coloide,

no ha sufrido al parecer modificación ninguna, pudiera creerse que es indiferente por completo sustituirle con un coloide *a* ó *b* mientras el animal no muera.

No obstante, si la inyección de coloide consiste en lo que se llama una *toxina* ó un *veneno*, puede observarse una modificación en el animal inyectado. Ambas expresiones, *toxina* ó *veneno* (que son relativas), pueden aplicarse á la especie del animal en cuestión cuando la inyección de las susodichas substancias le hacen caer enfermo ó matar al animal si se le inyectan en dosis suficiente.

Mas supongamos que el animal no muera: en cuanto haya curado de su enfermedad, podrá recibir sin enfermar ó, por lo menos, no enfermado tanto, una nueva inyección de la misma toxina ó veneno; y finalmente, á fuerza de repetidas inyecciones, llegará un instante en que podrá soportar sin molestia alguna dosis muy considerables de toxina, convirtiéndose entonces en refractario.

En el caso anterior, la *asimilación funcional* se habrá manifestado, desarrollándose el órgano definido por la función de resistencia al veneno ó á la toxina.

Si en lugar de veneno ó toxina, inyectásemos en un animal substancias totalmente inofensivas, como leche, sangre de buey, hígado de carnero, etc., etc., no poseeríamos ningún medio (al parecer) capaz de demostrarnos si el animal había su-

frido alguna modificación; si la primera no le ocasionó molestia alguna, menos se la ocasionaría la segunda; pero admitir que un coloide pueda ser inofensivo por completo, es imposible, ya que inyectado en cantidad suficiente ocasionaría la muerte del animal, por lo menos por indigestión. Mas como quiera que los síntomas de indisposición son mínimos, es difícil apreciar si disminuyen en la segunda inyección.

Afortunadamente en algunos casos, aunque *indirectamente*, nos es posible apreciar una variación en el organismo, aun tratándose de coloides al parecer inocuos. En el capítulo próximo estudiaremos esta notabilísima propiedad, que es el punto inicial del fecundo método, conocido desde hace años con el nombre de *seroterapia*.

Antes de emprender este estudio es conveniente hagamos algunas observaciones.

Hemos dicho anteriormente que el hábito tiene sus límites; cuando un animal se habitúa al *máximo* en condiciones determinadas, puede sufrir la acción de ciertas circunstancias, sin que por esto sufra variación alguna; y en cuanto un ser se ha sometido largo tiempo á circunstancias invariables, la ley de *asimilación funcional* cede su lugar á la ley rigurosa de *asimilación*, que establecimos como aproximada en la tercera parte de este libro. Es por esto por lo que hemos podido comprobar una asimilación sin variaciones en una bacteridia, ob-

servado en un cultivo por un hábil experimentador; lo mismo podríamos decir para la bacteridia, que habiendo muerto varios carneros y adquirido el máximo de virulencia para dicho animal, se multiplicase sin interrupción en un nuevo carnero. La ley de *asimilación funcional* es relativa á los períodos de cambio de circunstancias; es muy general, por consiguiente, pues en la naturaleza dichas circunstancias cambian con frecuencia; pero si durante estos períodos la ley de asimilación no es más que aproximada, en cambio lo es rigurosa todas cuantas veces las condiciones cumplidas desde largo tiempo son constantes.

CAPÍTULO XVII

Caso en el que es posible transportar fuera del cuerpo los resultados del análisis funcional.

Seroterapia.

Hasta aquí la *función*, según la hemos definido, dadas las necesidades del análisis de los fenómenos biológicos, se nos ha presentado como un método muy cómodo de expresarse. Mas un descubrimiento imprevisto y que en la ciencia tendrá prodigiosa resonancia, nos enseña que existen ocasiones en las que esta descomposición en *funciones* se traduce por algo más que por una mera fórmula verbal.

Hé aquí, por ejemplo, un conejo, en cuyo peritoneo se le ha inyectado leche de vaca; esta leche