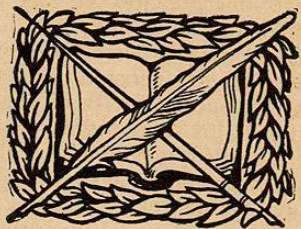


en todas las escuelas y lectura predilecta en el hogar doméstico, sino andar también en manos de todo el que desee conocer la razón y el por qué de los fenómenos más comunes de la vida y del mundo, con la explicación más satisfactoria, que es siempre la que da la ciencia.

JUAN GARCÍA PURÓN.

NUEVA YORK, *Septiembre de 1900.*



NOCIONES DE BIOLOGÍA

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. **La biología como ciencia nueva.**—Mucho se ha hablado en estos últimos años de la biología como una ciencia nueva. Hace apenas treinta ó cuarenta años, el departamento de biología era prácticamente desconocido en las instituciones docentes, mientras que hoy, ningún establecimiento de enseñanza superior se considera completo si carece de esta sección. No deja esto de parecer extraño, puesto que la biología no es más que el estudio de los seres vivos, y éstos los estudió el hombre desde que comenzó á observar. Ya Aristóteles clasificó á los seres orgánicos cuatrocientos años antes de Jesucristo, y á través de los siglos se ha venido concediendo preferente atención al estudio de estas materias. Linneo erigió su sistema de clasificación antes de que existiera la química moderna: el estudio sistemático de la zoología precedió al de la física, y con mucha antelación á la fecha en que se concibiera la geología en la forma que hoy reviste, los reinos animal y vegetal se habían comprendido en un sistema científico. ¿Cómo, pues, se puede decir que la biología es una ciencia nueva, siendo así que es acaso la más antigua de todas?

Alguna razón ha de tener el hecho de que esta ciencia constituya una sección tan importante en los actuales planes de estudio. La razón no es difícil de encontrar. La biología es una ciencia nueva, no porque sean nuevos los objetos de que se ocupa, sino porque los considera desde un nuevo punto de vista. Largo tiempo ha que los animales y las plantas se han observado, mas no como se hace en la actualidad. Acaso podría explicarse gráficamente la diferencia que existe entre los antiguos métodos y los modernos, diciendo que antes se estudiaban los seres orgánicos en *reposo* y hoy se les estudia en *movimiento*. Los zoólogos y los botánicos de las pasadas edades se limitaban á mirar las plantas y los animales como ejemplares para los museos, donde los ordenaban y clasificaban con nombres adecuados. El biólogo de nuestros días considera los mismos objetos como seres activos, como partes de un todo que siempre está modificándose y cambiando. Para los que hace cincuenta años se dedicaban á la historia natural, los reinos orgánicos se componían de individuos que había que *clasificar*: para el biólogo de hoy, de individuos que hay que *explicar*.

Si ha de comprenderse bien esta nueva actitud, preciso es hacer una breve reseña histórica de los caracteres fundamentales del pensamiento filosófico. Cuando, en época muy lejana, comenzó el hombre á reflexionar acerca de los fenómenos de la naturaleza, apenas podía darse cuenta de ninguno de ellos. En su incapacidad para hacerse cargo de las actividades que por do quier le rodeaban, llegó á considerar las fuerzas de la Naturaleza como manifestaciones sobrenaturales, lo que era muy lógico. Él tenía conciencia de

su propio poder para obrar, y era natural supusiese que las actividades que le cercaban procedían de otros poderes por parte de un ser como él, pero superior á él. Como consecuencia de esto, llenó el universo invisible de dioses que gobernaban esas fuerzas de la Naturaleza, é hizo del viento la respiración de un dios y del rayo un dardo lanzado por la mano de otro dios.

Merced á los progresos de la inteligencia, las ideas politeistas ó de varios dioses, cedieron su lugar á las concepciones más nobles del mono-teísmo ó sea de un solo Dios. Á pesar de esto, durante mucho tiempo continuaron dominando en la filosofía las mismas ideas acerca de lo sobrenatural en sus relaciones con las cosas naturales. Los fenómenos que el hombre creía poder comprender los miraba como naturales, al par que los que no estaban al alcance de su inteligencia, eran para él extraordinarios, producto de la actividad directa de algún agente divino. Á medida que los siglos transcurrían y el poder observador del hombre se iba haciendo más perspicaz y su raciocinio más lógico, muchos de los hechos que había juzgado misteriosos se trocaron en inteligibles y explicables y los eliminó del dominio de lo sobrenatural, incluyéndolos en el orden de los naturales. Entre éstos fueron los primeros los fenómenos astronómicos. Los movimientos complicados, al mismo tiempo que armónicos, de los cuerpos celestes se habían reputado como inexplicables; y para dar razón de ellos se crearon muchos conceptos sublimes, dando origen el estudio de aquellos cuerpos á las más elevadas ideas respecto á la divinidad. Pero, surgió la ley de gravedad de Newton y todo el misterio quedó reducido á la mayor sencillez. La ley y la fuerza

de gravedad lo pusieron al alcance de la inteligencia humana y cesó de ser considerado como sobrenatural, entrando en la categoría de los fenómenos naturales.

Igual aconteció con otras ramas de estos mismos fenómenos. Estudiáronse las leyes y las fuerzas de la afinidad química y se comprendieron las leyes y las fuerzas físicas, adquiriéndose poco á poco la evidencia de que los diversos fenómenos de la Naturaleza eran simples resultados de las fuerzas de ella misma obrando de acuerdo con sus propias leyes. Á mediados del siglo XIX este progreso alcanzó un desarrollo tal, que los hombres científicos estaban dispuestos á creer que las fuerzas naturales eran suficientes para dar cuenta de todos los fenómenos. La ciencia pasó del reinado del misticismo al reinado de la ley.

Después que la física y la química con todos sus elementos agotaron su poder para explicar los fenómenos naturales, quedaba todavía un orden de hechos sin explicación. Los fenómenos relacionados con los seres vivos permanecían envueltos en el misterio. La vida parecía el más incomprendible de todos, y ninguna de las leyes y fuerzas descubiertas, suficientes para dar razón de estos hechos, bastaba para hacer inteligible el secreto de la vida. Los organismos se presentaban como productos exclusivos de una sola fuerza, estando todas sus formas y su estructura tan admirablemente adaptadas á los medios ambientes, que no podía dejar de pensarse que esta adaptación obedecía á un plan inteligente y no podía ser obra de la fuerza ciega ó de la casualidad. ¿Quién puede, por ejemplo, reflexionar en la manera como se acomoda el ojo á la luz, sin ver en ello el re-

sultado de un designio inteligente y superior? En todos los organismos se observan fenómenos de esta clase: son evidentemente mecanismos complicados cuyas diversas partes se ajustan por modo intrincado unas á otras y á los objetos que los rodean. Abstracción hecha de los seres organizados, las únicas máquinas que ofrecen una adaptación análoga á la de aquéllos, son las producidas por la inteligencia humana, lo que hacía lógica la deducción de que se necesitaba otra inteligencia similar y superior para dar razón del organismo viviente. La acción ciega de las fuerzas físicas no satisfacía. Así pues, los fenómenos vitales, que habían sido estudiados mucho antes que los demás que ofrece la Naturaleza, quedaban separados de éstos y no podían incluirse entre las conquistas hechas por el pensamiento. El mundo animado no se prestaba á formar parte de los fenómenos naturales y persistía en conservar su aspecto sobrenatural.

Explicar los fenómenos del mundo orgánico según el mismo orden de fuerzas adoptado para dar cuenta de los otros fenómenos, es la misión de la biología moderna.

2. **Geología histórica.**—Ciertos descubrimientos científicos hechos con anterioridad, dieron la fórmula para el nuevo método de estudiar la vida, figurando entre los más prominentes los relativos á la geología. El hecho de que la tierra había dejado en las rocas rastros de una historia legible para el hombre, impresionó vivamente á los sabios y se hizo más evidente á fines del siglo XIX. Sin duda su lectura era difícil: estaba escrita en un lenguaje extraño y exigía muchos años para encontrar la clave que había de resolver el enigma. Gracias á la influencia de los escritos de Lyell,

precisamente á mediados del citado siglo pasado, se empezó á comprender que esa clave se hallaba observando con atención lo que diariamente pasa en nuestro alrededor. Hízose también otro descubrimiento aún más extraordinario, porque entrañaba la base de casi todos los descubrimientos científicos que le sucedieron. Según él, una aplicación de las fuerzas todavía activas en la superficie de la tierra, continuada por largo número de años, suministrará en parte la interpretación de la historia escrita en las rocas y, por tanto, la explicación de la historia de esa misma tierra. La elevación lenta de la corteza terrestre, tal como se está verificando aún, produciría, si se prolongara, montañas: y el desgaste de los terrenos por las lluvias y las inundaciones daría origen á la formación de esos valles y gargantas que tanto admiramos. La explicación del pasado muchas veces se encuentra en el presente. Mas esta geología hablaba de la historia de la vida como hablaba de la de las rocas, y cuando se supo que la corteza del planeta ofrecía una narración legible, se dedujo que también la vida ofrecería otra análoga. Si el presente es la llave del porvenir para la interpretación geológica, ¿no lo será igualmente para la interpretación de la vida? Era inevitable que surgieran problemas á este respecto y que se estudiaran desde el punto de vista dinámico con preferencia al estático. La biología es hija de la geología histórica.

Mas la geología histórica por sí sola no era suficiente á la moderna biología, y otros tres conceptos han contribuído en mayor escala que ella al desarrollo de la ciencia.

3. **Conservación de la energía.**—El primer concepto fué la teoría de la conservación de la ener-

gía y la correlación de las fuerzas, teoría sumamente sencilla y que puede condensarse así: Existe en el universo una cantidad dada de energía que no puede aumentarse ni disminuirse, porque la energía, como la materia, no se crea ni se destruye. Es *activa ó actual y pasiva ó potencial*. Activa, toma las formas del movimiento, siendo el calor, la luz, la electricidad, etc., simples variantes de ella. Como estos diversos tipos son sólo manifestaciones de la energía universal, se convierten uno en otro, por manera que al concluir uno comienza otro. Una bala de cañón recorriendo el espacio, es un ejemplo de la energía en movimiento; pero si la bala choca contra un objeto, parece que se detiene. Realmente no es así. La bala y el objeto al chocar se han calentado, transformándose el movimiento del proyectil en calor. Otras veces, el calor, libre en la caldera de una locomotora, se convierte en fuerza motriz, del mismo modo que por otros procedimientos se trocaría en fuerza eléctrica.

Un segundo estado de la energía es la energía en reposo ó potencial. Una piedra sobre el tejado de una casa está en reposo; pero en virtud de su posición, hay en ella cierta suma de energía potencial, puesto que si se le comunica un impulso, caerá, desarrollándose en ella la energía de movimiento. Además, para poner la piedra en el tejado ha sido precisa una cantidad de energía exactamente igual á la empleada en la caída. En un corpúsculo químico, de grasa por ejemplo, hay una dosis de energía potencial que puede hacerse actual desmenuzando el corpúsculo y poniéndolo en libertad, para lo cual se hace arder la grasa, que queda convertida en calor; mas para formarse el corpúsculo fué necesaria una suma de energía

solar en la planta que produjo la grasa, igual á la que se necesitó para trocarla en calor. Como se ve, las energías activa y pasiva en el universo son siempre las mismas.

Este magnífico concepto se hizo la piedra angular de la ciencia moderna, y tan luego como se concibió se extendió á todas las formas de energía encerrada en la Naturaleza. Como teoría física, se desarrolló principalmente en las ciencias físicas: pero reveló inmediatamente una conexión muy posible entre las fuerzas vivas y no vivas de la Naturaleza. El organismo entra también en movimiento por el calor, y si la teoría es cierta, esa energía debe estar en correlación con las demás formas de ella. Esto hace nacer la idea de que las mismas leyes rigen al mundo orgánico que al inorgánico, y concebir la esperanza de que si se encuentra una explicación natural del modo como se quema un trozo de carbón y se mueve una locomotora, se encuentre asimismo la explicación del movimiento en el ser animado.

4. **Evolución.**—Un segundo concepto de mayor influencia aún en el desarrollo de la biología fué la teoría de la evolución, que ya no era nueva á mediados del siglo XIX, época en que se conocía, si bien de una manera vaga. Sin embargo, hasta que la geología entró en escena y la idea de la unidad de las fuerzas de la Naturaleza brotó, la doctrina de la evolución tuvo muy poca importancia. En el terreno filosófico influye poco que los seres animados se consideren como creaciones independientes ó como productos unos de otros, mientras se miren como un reino distinto de la Naturaleza en conexión con las actividades de ésta. Si son diversos, y, por tanto, reconocen un origen diverso, poca diferencia habrá en que se

consideren como originarios ó como creaciones independientes. Desde que se vió que la corteza terrestre está formada por la acción de fuerzas existentes todavía, y que las fuerzas no vivas, incluyendo las astronómicas, físicas y químicas, estaban en relación unas con otras como partes del mismo depósito de energía, el problema del origen de los seres vivos revistió un aspecto nuevo. Estos se hicieron entonces parte de la Naturaleza y exigían que fueran comprendidos en la categoría general. El reinado de la ley, que sostenía que todos los fenómenos son resultado de potencias más bien naturales que sobrenaturales, reclamó alguna explicación acerca de los organismos vivientes. Como consecuencia de ello, cuando Darwin indicó una vía posible por la que los fenómenos de la vida podían incluirse en este sentido en el dominio de la ley natural, encontró á la ciencia dispuesta á recibir ansiosa su explicación.

5. **La célula y el protoplasma.**—El tercer concepto que contribuyó á que se formulara la nueva biología, se derivó de los hechos descubiertos relacionados con la célula y el protoplasma. Más adelante se dirá algo acerca de la importancia de estos hechos, haciendo notar ahora solamente que dichos descubrimientos facilitan las tareas de los hombres científicos lejos de embrollarlas. La teoría de la célula y el protoplasma no ofrecía á los biólogos los complicados problemas referentes á los animales y las plantas, sino esos mismos problemas reducidos á términos más sencillos, sencillez que sirvió de gran estímulo á los que trabajan por hallar algún medio de llegar á comprender la vida.

6. **Nuevos aspectos de la biología.**—Estos tres conceptos aparecieron ante el mundo científico

con intervalos muy cortos, y su influencia en el estudio del mundo orgánico fué inmediata y extraordinaria. Los seres vivos no se miraban ya como estacionarios ni como individuos existentes de momento, sino como objetos que tenían una historia, como fases del movimiento de la Naturaleza, como resultado de la acción de fuerzas, pasadas y base para diferentes series de seres futuros, en una palabra, como una página más en el gran libro del universo. Entonces se comprendió que el estudio de las fuerzas activas de la vida podía facilitar medios para la interpretación del pasado y acaso para predecir el porvenir.

En muy poco tiempo cambió la tendencia de los estudios biológicos, variando hasta los problemas que habían de resolverse. En vez de investigar los propósitos de la Naturaleza en las adaptaciones de los seres vivos, se buscó la causa de esos propósitos. Tratóse de descubrir las fuerzas y las leyes que llevan al desarrollo de las formas que afectan actualmente á los seres orgánicos y de explicar los medios en virtud de los cuales la Naturaleza ha realizado su objeto. No tenía ya importancia alguna averiguar si un órgano se ajustaba á tales ó cuales condiciones: lo que se quería investigar era, cómo se ajustaba. La diferencia entre ambas tendencias es inmensa. La primera fija toda su atención en el fin, la segunda en los medios por los que se llega á ese fin: la primera estriba en el método que se llama *teleológico*, ó sea el estudio de las causas finales, la segunda en el método científico; la primera es el modo como se estudiaban los animales y las plantas antes de la mitad del siglo XIX, la segunda es el espíritu que domina la biología moderna.

7. Naturaleza mecánica de los organismos vivos.

—Esta nueva actitud creó problemas nuevos, siendo los principales los referentes á la naturaleza mecánica del organismo animado. Según la ley de la correlación de las fuerzas, las varias formas de energía que nos rodean—luz, calórico, electricidad, etc.—forman parte de un depósito común y pueden transformarse unas en otras. La *fuerza vital* ó *vitalidad* se consideraba como un *algo* distinto de todo lo demás, y antes de que se formulara la doctrina de la correlación de las fuerzas, ni siquiera podía pensarse que hubiera la menor conexión entre las potencias del organismo y las del calor y la afinidad química. Pero tan luego como se creó esta teoría, se empezó á ver que, á lo menos hasta cierto punto, el cuerpo vivo podía compararse con una máquina cuya función es simplemente convertir una energía en otra. Una máquina de vapor se alimenta de combustible en el que existe una cantidad de energía acumulada acaso por espacio de muchos siglos. Los rayos del sol recogidos por las plantas se depositaron en forma de energía potencial en la madera que más tarde se hizo carbón. Puesto éste en el horno de una máquina y fraccionado, como no puede renovar ya su energía potencial la transforma en calor. La máquina adquiere entonces la energía que ha quedado en libertad, energía que se convierte en motor del volante. Adquiridas estas nociones, se presentó por sí misma la cuestión de si son ó no ciertos estos hechos tratándose del organismo. Éste también se nutre de un alimento que contiene un depósito de energía; y ¿por qué no se ha de considerar, como á la máquina de vapor, un simple mecanismo para convertir esa energía potencial en calor, movimiento, etc.? El

problema de la correlación de las fuerzas físicas y vitales se impone realmente.

El concepto mecánico de la actividad vital se llevó aún más allá. Hacia el año 1870 se formó, bajo la dirección de Huxley, una teoría de la vida que la reducía á un puro mecanismo. En aquella época acababa el microscopio de revelar la presencia universal en los seres vivos, de esa admirable substancia llamada protoplasma. Parecía un cuerpo homogéneo, y el examen de él demostró que estaba compuesto de elementos unidos por manera tal, que lo asemejaban mucho á las substancias albuminóideas. Era de aspecto algo más complejo que la albúmina ordinaria, y se consideró como un compuesto químico definido, ó quizá una simple mezcla de compuestos. Por otra parte, la química ha demostrado que las propiedades de los cuerpos varían según su composición, y que mientras más complejos son, más diversas son sus propiedades. De aquí se dedujo como consecuencia natural que el protoplasma era un compuesto químico complejo y que sus propiedades vitales eran sencillamente las propiedades que resultaban de su composición. Así como el agua posee la cualidad de solidificarse á ciertas temperaturas, así el protoplasma posee la de asimilarse el alimento y crecer; y si se juzga esta cualidad del agua como producto de su composición química, debe pensarse lo mismo respecto á la del protoplasma. Síguese de aquí, que si la química llegara á fabricar el protoplasma, éste tendría vida. Las funciones vitales quedarían reducidas, por consiguiente, á problemas de química y de mecánica.

Estas ideas nacieron poco después de mediados del siglo XIX, y desde entonces han dominado la biología, aplicándose las leyes mecánicas y quími-

cas de la Naturaleza á las funciones vitales, á fin de encontrar una explicación satisfactoria de la vida. ¿Bastan las leyes y las fuerzas químicas á explicar la digestión? ¿Son aplicables las leyes de la electricidad á la inteligencia de los fenómenos nerviosos? ¿Puede el cuerpo vivo mirarse puramente como una máquina regida por leyes mecánicas? ó, por otra parte, ¿hay algunas fases de la vida de las que no pueden dar razón las leyes físicas y químicas? ¿Tiene límites la aplicación á la vida de las leyes naturales? ¿Puede existir *algo* en conexión con los seres vivos que sea fuerza, pero que no esté relacionado con las formas ordinarias de la energía? ¿Hay un *algo* que sea una *energía vital*, ó la llamada *fuerza vital* es simplemente un nombre dado á las manifestaciones peculiares de la energía ordinaria tal cual se encuentran en el protoplasma? He aquí algunas de las muchas dudas que tiene que resolver la biología moderna, asuntos que hacen de ella una ciencia nueva.

8. Importancia de los nuevos problemas biológicos.—Es evidente que las respuestas á las anteriores preguntas tendrán un significado que se extenderá aún más allá del dominio de la biología propiamente dicha y afectarán la filosofía fundamental de la Naturaleza. Bastaría con que la energía del organismo no estuviese en correlación con otros procesos de energía, para que se rechazasen ó modificasen esas teorías. Si un animal tiene poder en sí mismo para crear una energía ó para destruirla, claro es que no puede considerarse constante la energía universal. Más aún; si se llegara á probar que esa variedad sutil de fuerza llamada energía nerviosa no estaba en relación con otra forma de energía, debería modifi-

carse la idea de la conservación de la energía. Acaso llegue á sostenerse también que otra forma más sutil todavía de fuerza, la fuerza mental, se incluya en la gran ley de la correlación para su implícita aceptación. Dicha ley ha probado por sí misma que es absolutamente aplicable al mundo inanimado, originándose después varias cuestiones relativas á la fuerza vital; y hay que reconocer que la importancia de esta ley debe basarse en la posibilidad de su aplicación á los fenómenos vitales.

No es menos íntima la relación de estos fenómenos con la ley de la evolución. Ésta trata de explicar cada momento histórico como resultado de las condiciones del momento anterior, y la teoría de la evolución perdería todo su significado si no se pudiera demostrar que las fuerzas naturales son suficientes para dar cuenta de los fenómenos vitales. Es indudable que las ideas con tanta rapidez desarrolladas en el terreno de la biología dinámica han sido potentes factores para hacer adoptar la doctrina de la evolución, que no puede sostenerse sin una correlación exacta entre las fuerzas vitales y las no vitales. El hecho es que el problema de la explicación mecánica de los fenómenos de la vida, forma la clave del arco cuyos lados están contruídos con las teorías de la conservación de la energía y de la evolución. Á la discusión de estos problemas están consagradas estas páginas, en las que se tratará de ver hasta qué punto son explicables las funciones vitales por medio de las fuerzas de la Naturaleza.

9. **Bosquejo del asunto.**—Presentado de esta manera el asunto, se divide por sí mismo en dos partes. Que el organismo es una máquina, está

reconocido por todos, si bien muchos dudan de la exactitud de la comparación. Para explicar los fenómenos de la vida se ofrecen dos problemas enteramente diversos: el primero es dar razón de la existencia del organismo, porque un organismo tan complicado como el de un hombre ó un árbol no se puede atribuir á resultado de un mero accidente, como puede hacerse con la existencia de una roca. Lo intrincado de sus partes componentes y la intencionada relación que hay entre ellas exige una explicación y, por tanto, el problema fundamental es manifestar cómo apareció este organismo en escena por vez primera. El segundo problema es más sencillo, porque sólo ha de explicar el funcionamiento de la máquina después de construída.

De estos dos problemas, el primero es el más fundamental, porque si se deja de encontrar una explicación para la existencia del organismo, solamente en parte satisface el conocimiento de su modo de funcionar. Pero siendo más sencillo y más conocido el segundo problema, por él se ha de empezar, pues no es posible comprender el origen de la máquina sin comprender antes la manera cómo funciona. Por consiguiente, este estudio se dividirá en dos partes:

- I. Funcionamiento del organismo viviente.
- II. Origen del organismo viviente.