



LECCIONES COMPENDIADAS DE FISILOGIA GENERAL

EN EL AÑO ESCOLAR DE 1897 A 1898

POR EL SEÑOR DOCTOR

EZEQUIEL CEVALLOS ZAMBRANO

Profesor en esta Universidad (1)

[Continuación]

II

LA FISILOGIA GENERAL ES CIENCIA INDEPENDIENTE
EXPERIMENTAL — DETERMINISMO

Las ciencias que estudian la Naturaleza, ó sean las ciencias naturales, forman dos grupos: el primero comprende las ciencias que estudian la naturaleza inorgánica, y el segundo las que estudian los seres organizados, animales y vegetales, las *ciencias biológicas*. Ambos grupos de ciencias se dividen, á su vez, en ciencias de observación y ciencias experimentales. En el primer grupo, son ciencias de observación, la Geología, la Minerología, la Astronomía, etc.; son experimentales, la Física, la Química, etc. En el segundo grupo, son ciencias de observación, la Zoología, la Botánica, la Anatomía, etc.; á las experimentales pertenecen la Fisiología, la Bacteriología, la Biología, etc.

[1] La doctrina contenida en estas lecciones es la que profesa y sostiene actualmente la Fisiología moderna para la explicación de los hechos.

Las ciencias de observación son puramente descriptivas. Por ellas adquirimos la previsión de los fenómenos, pero no franqueamos la esfera de la pasiva contemplación, son ciencias contemplativas de la Naturaleza. Las ciencias experimentales, por el contrario, son explicativas. Su estudio va más allá de los estrechos límites de las ciencias de observación, que les sirven de base; son ciencias de acción, son conquistadoras de la Naturaleza.

Esta distinción de las ciencias naturales en ciencias de observación [1] y ciencias experimentales, se desprende de la concepción misma de la observación y de la experimentación. Pues por la observación sólo consideramos los fenómenos tales como nos los presenta la Naturaleza, sin que puedan ser influenciados por el observador, [2] al paso que por la experimentación podemos hacer aparecer modificado el fenómeno según modifiquemos las condiciones en las que éste tiene lugar.

La división fundamental de las ciencias biológicas en naturales y experimentales, es también necesaria para su adelanto.

Por una parte la Fisiología no puede llevar adelante su progreso sino constituyéndose en ciencia independiente. Por otra, las ciencias naturales que le han prestado su contingente para su evolución, marcharían extraviadas y no alcanzarían su verdadero objetivo al pretender seguirla en su ruta ó tratar de encerrarla en su circunscripción. Así como ni la Mineralogía, ni la Geología pueden reclamar la Física ó la Química y disputarles su independencia, como pertenecientes al reino inorgánico, del mismo modo, también, la Antropología, la Zoología no pueden considerar la Fisiología ni la Medicina como divisiones que forman parte de una de ellas. La diferenciación de las ciencias es eficaz y fecunda cuando está basada en la naturaleza especial del estudio de cada una de ellas.

En sus primeros tiempos la Fisiología estuvo confundida con otras ciencias biológicas, y sólo después de

[1] En lo sucesivo las denominaremos ciencias naturales solamente á las ciencias biológicas de observación.

[2] Como pasa en la Astronomía, la Botánica, etc.

una larguísima y penosa evolución ha podido constituir su autonomía científica. Una vez emancipada de la Zoología, la Anatomía se creyó, durante algunos siglos, con derecho legítimo para juzgarla como su dependiente obligado.

En efecto, en aquella remota época, la Fisiología fué fusionada con la Anatomía y no poseía otro asilo que el anfiteatro. De la descripción y relaciones de los órganos se venía á las inducciones sobre sus usos. Merced á una paciente y larga labor se desprendió de la Anatomía el problema fisiológico, hasta que hoy, separadas definitivamente, persigue cada una de ellas su ideal.

El período evolutivo de la Fisiología debemos dividirlo en dos.

En el primero, (1) como acabamos de decirlo, no existía como ciencia independiente; estaba ligada á la Anatomía, de la cual no era sino un corolario. Se interpretaban las funciones de los órganos por su topografía, por su forma, por sus conexiones con tal ó cual otro etc.; y si se apelaba al auxilio de la vivisección no era para explicar sus funciones, sino más bien para localizarlas. Demostrado que una glándula segrega, ó que un músculo se contrae, se creía ya resuelto el problema, sin explicación ninguna, sin que les preocupara la indagación del por qué.

Antes del nacimiento de la histología, no se conocían, ni se sospechaban, talvez, los elementos anatómicos de los tejidos y de los órganos, y mal podía haberse hecho intervenir como agentes de las manifestaciones vitales á las propiedades físico-químicas de estos elementos. Una fuerza misteriosa bastaba para explicarlo todo: se la ha llamado *Alma, Arqueo, Principio vital, etc.*, según los tiempos. Estériles fueron todas las tentativas hechas en diversos sentidos para explicar las manifestaciones vitales por las acciones físico-químicas, prevalecía el dominio del método anatómico.

El segundo período comienza á fines del siglo pasado. Lavoisier, Laplace y Bichat sacaron á la ciencia de la vida de la esclavitud anatómica en que languidecía, y

[1] Desde Galeno hasta Haller.

la impulsaron en una dirección decisiva y durable. La confusión de la Anatomía y de la Fisiología principió á desvanecerse y se llegó á comprender que el conocimiento descriptivo de la organización no era suficiente para explicar los fenómenos que en ella se desempeñan. Pasan, en efecto, en los tejidos y en los órganos fenómenos vitales de orden físico-químico que la Anatomía jamás podrá explicarlos. La Anatomía es para la Fisiología lo que la Geografía es para la Historia.

El descubrimiento de la combustión respiratoria por Lavoisier ha sido, quizá, para la Fisiología, más fecundo que la mayor parte de los descubrimientos anatómicos. Lavoisier estableció la verdad fundamental, que las manifestaciones de los seres vivos entran en el dominio de las leyes generales y comunes de la Física y de la Química. Acciones químicas son las que presiden á la nutrición, las que presiden á la producción del calor dentro de los organismos y sostienen la temperatura fija en los animales superiores, etc. Y á este respecto nada puede enseñarnos la Anatomía; á lo más élla podría localizar sus manifestaciones, pero no explicarlas.

Además, Bichat, fundando la Anatomía general y refiriendo los fenómenos de los cuerpos vivos á las propiedades elementales de los tejidos, como el efecto á su causa, estableció la verdadera y sólida base de la Fisiología general; no porque las propiedades vitales de los tejidos hayan sido consideradas por él como las propiedades físico-químicas especiales que no den asiento á los agentes misteriosos del animismo ó del vitalismo; su obra consistió únicamente en la descentralización del principio vital. El localizó las manifestaciones de la vida en los elementos anatómicos; pero no acertó á dar su verdadera explicación. Bichat admitió, con Stahl y los vitalistas, la oposición de los fenómenos vitales y de los fenómenos físico-químicos. Los descubrimientos de Lavoisier, como veremos, refutaban estos errores.

En resumen, la vida fué centralizada, sus manifestaciones consideradas como los modos de ser de un principio vital único; Bichat la descentralizó y la dispersó en los elementos orgánicos.

En la actualidad no falta quien todavía busque el asiento de la fuerza vital, el trono desde donde élla ejer-

ce su dominio sobre el organismo entero. Se le ha colocado en un pequenísimó espacio llamado *nudo vital*. Hoy en ese espacio no reconoce la Fisiología sino una de las ruedas maestras de la máquina animal. La vida está en todas partes. La vida no es ni un principio, ni una fuerza que reside en parte alguna del organismo, es puramente el *consensus* general de todas las propiedades de los elementos orgánicos.

Antes de esta época, en la Fisiología no se veía sino simples deducciones anatómicas. No hay duda que los conocimientos anatómicos son indispensables para el fisiólogo; pero de esto no se puede, con los anatómicos, concluir que la Anatomía debe servir de guía y base exclusiva á la Fisiología, y que esta última ciencia pudiese jamás deducirse directamente de la primera. Se ha incurrido en un error al haber creído que la Anatomía explicaba directamente la Fisiología.

La impotencia de la Anatomía para enseñarnos las funciones de los órganos es más notoria en los casos en que élla queda encerrada en sí misma. Respecto de los órganos sobre cuyo uso nada ha dicho todavía la Fisiología, la Anatomía permanece muda. Esto es lo que cabalmente pasa, por ejemplo, con el vazo, las cápsulas suprarinales, el cuerpo teroideas, etc., órganos cuya estructura anatómica nos es perfectamente conocida, pero ignoramos sus funciones.

El fisiólogo explica los fenómenos de la vida dirigiéndose á las manifestaciones de estos fenómenos; los analiza con el auxilio de las ciencias físico-químicas, que son más simples y por lo mismo se constituyeron antes que la Fisiología, que es demasiado compleja. La estructura anatómica nos suministra solamente ciertas condiciones de manifestación de un fenómeno vital, por tanto es preciso conocer el fenómeno antes de pretender explicarlo anatómicamente. La explicación de la organización no es el punto de partida, sino el objetivo hácia el cual tienden los estudios biológicos. En la estructura anatómica y en el análisis físico-químico de las propiedades de la materia organizada encontramos dos factores ó condiciones para la manifestación del fenómeno vital; el otro factor lo tenemos en las *condiciones físicas de la vida* que debe suministrar el medio exterior. El conoci-

miento de todas estas condiciones es lo que nos hará resolver el problema de la Fisiología general y ser árbitros de las manifestaciones de la vida.

La Fisiología moderna se ha constituido, pues, echando dos raíces poderosas, la una en el terreno anatómico y la otra en el terreno físico-químico. Pero estas raíces siguen desarrollándose separadamente, cada una como ciencia propia, merced á los esfuerzos de los anatómicos que han seguido á Bichat y de los químicos sucesores de Lavoisier.

Todas las ciencias naturales principian por la observación; pero como los fenómenos pocas veces se presentan con tal simplicidad para que este método sea suficiente para su análisis, es acaso imposible por sólo la observación poder determinar las leyes que presiden á la manifestación de los fenómenos. Esto es aplicable, sobre todo, á la Fisiología, que á cada paso se entiende con los fenómenos más complejos que puede presentar la naturaleza. Y, con todo, hay grandes fenómenos ante los cuales la Fisiología se conserva todavía limitada á la simple observación.

Por medio de la experimentación, la Fisiología se propone descubrir las causas de los fenómenos y las leyes que los rigen. Si modificada una condición del fenómeno se obtiene una modificación del fenómeno mismo, podemos concluir que hemos encontrado una causa de éste. La ley según la cual obra esta causa, puede llegar á conocerla el método experimental haciéndola sufrir ciertas variaciones y observando el grado de modificaciones obtenidas en el fenómeno. Por tanto, el método de observación y el experimental constituyen la única vía de la Fisiología general en sus investigaciones.

Apesar de la generalización actual del método experimental, todavía hay quienes dudan de la utilidad que podría reportar este método al estudio de los fenómenos de los seres vivos, y que piensan que la espontaneidad vital es un obstáculo insuperable para la aplicación de este método de investigación á las ciencias fisiológicas.

Los cuerpos brutos, dicen, careciendo de espontaneidad, las manifestaciones de sus propiedades siempre están encadenadas de una manera fatal á los cambios de

las condiciones que los rodean, lo cual facilita para que sean accesibles al experimentador y éste pueda modificarlas á su parecer. Los seres vivos, por el contrario, gozando de espontaneidad, se presentan como si fueran provistos de una fuerza interior que da á las manifestaciones vitales un carácter de independencia de las influencias exteriores, tanto más notable cuanto más elevado es el sér en la escala de la organización. Que en el hombre y en los animales superiores, el resultado de esta fuerza vital parece que es sustraerle al organismo de las influencias exteriores generales, haciéndolo así inaccesible á la práctica de la experimentación. Y que, además, los fenómenos en los animales están ligados, vinculados todos por la sensibilidad y sostenidos por ella en una armonía tal que sería imposible aislar una parte del organismo sin que por esto no se ocasionara un desorden en el conjunto.

Estos argumentos han explotado para negar la legitimidad del empleo de la experimentación en los seres vivos. Han aceptado que la fuerza vital estaba en pugna con las fuerzas físico-químicas; que ella presidía los fenómenos de la vida y que los subordinaba á leyes completamente especiales, convirtiendo al organismo en un *todo* al cual el experimentador no podía tocarlo sin destruir por ésto el carácter mismo de la vida.

Si estos razonamientos tuvieran fundamento, tendríamos que reconocer: ó que no existe *determinismo* posible en los fenómenos vitales, lo que equivaldría á negar gratuitamente la Fisiología experimental; ó convenir en que la fuerza vital debe ser estudiada según un método especial, y que la ciencia de los seres vivos debe basarse en principios diferentes que los de la ciencia de los cuerpos inorgánicos.

Estas ideas que fueron dominantes, hasta época no muy remota, se desvanecen hoy al soplo del progreso de la Fisiología moderna. Pero hay que arrancar sus últimos restos que todavía tienen asilo en algunos espíritus y no dejan de ser un obstáculo para el desenvolvimiento de la Fisiología experimental.

Vamos á demostrar que los fenómenos de los cuerpos vivos, como los de los cuerpos brutos, obedecen á un determinismo absoluto y necesario. La ciencia de la vi-

da no puede usar otros métodos, ni reconocer otras bases que las de la ciencia mineral. No hay dos naturalezas distintas: sus leyes son únicas, universales é invariables.

La espontaneidad de que gozan los seres vivos [1] no es un inconveniente para la aplicación del método experimental. Pues sin embargo de esta espontaneidad, los seres vivos no se sustraen de las influencias del medio exterior, y sus funciones están sujetas de una manera precisa y necesaria á las condiciones que regulan su manifestación.

Cuando se estudia los mecanismos de los fenómenos de la vida, á primera vista se comprende que esa aparente espontaneidad de que disponen los seres vivos no es sino la consecuencia natural del concurso de ciertas circunstancias bien determinadas, y veremos que en el fondo las manifestaciones de los cuerpos vivos, así como las de los cuerpos brutos, están ligadas á condiciones de orden puramente físico-químico. Pero advertiremos que el problema de la Fisiología experimental no es remontarse á la causa primera de la vida, sino puramente alcanzar el conocimiento de las condiciones físico-químicas determinantes de la actividad vital.

Primeramente notamos que la independencia del ser en el medio ambiente exterior no se manifiesta sino en los organismos elevados. En los seres inferiores representados por un organismo elemental, como los infusorios, no existe independencia real. Estos seres no manifiestan sus propiedades vitales, regularmente muy activas, [2] sino bajo la influencia del calor, la luz, la humedad etc. exteriores, y su actividad vital se suspende desde que una ó varias de estas condiciones le faltan, porque los fenómenos físico-químicos que de ellas resultan se paralizan. Varios de estos animales caen entonces en estado de vida latente que no es otra cosa que un estado de indiferencia química del organismo al frente del mundo exterior. Esta suspensión completa de las manifestaciones de la vida es susceptible de durar por un tiempo indefinido. Se ha visto volver la vitalidad bajo el influjo

[1] Ya veremos que esta espontaneidad es sólo aparente, aun en los seres superiores, todo acto vital es provocado.

[2] Sobre todo las de reproducción y nutrición.

de una gota de agua en anguilulas disecadas é inertes durante treinta años. En este caso la restitución del agua al cuerpo ha hecho reaparecer los fenómenos físico-químicos, y mediante ellos han podido los tejidos manifestar sus propiedades. [1]

Los fenómenos de la vida de los vegetales están también, en cuanto á sus manifestaciones, sujetos á las condiciones de humedad, calor etc., del medio ambiente. Esto es lo que constituye la influencia de las estaciones y de los climas.

Lo propio tiene lugar en los animales de sangre fría; las manifestaciones vitales languidecen y se despiertan siguiendo un paralelo á las condiciones climatéricas de calor, de frío, de sequedad, etc.

Pero el agua, el calor, la luz, etc. son, á la vez, los excitantes naturales de los fenómenos físico-químicos en el reino mineral; así es que las mismas influencias que provocan ó atenúan las manifestaciones vitales en los seres vivos son las que provocan, aceleran ó languidecen las manifestaciones en los cuerpos brutos.

En todo esto, ajenos de ver, como los vitalistas, una oposición ó incompatibilidad entre las condiciones de las acciones vitales y las condiciones de los fenómenos minerales, debemos reconocer entre estos dos órdenes de fenómenos un paralelismo completo y una relación necesaria.

Esta relación es más estrecha y ostensible en los animales inferiores, en los vegetales y en los animales de sangre fría; pero en el hombre y demás animales de sangre caliente hay una independencia manifiesta entre las manifestaciones vitales y las condiciones del medio exterior. Las funciones no son perturbadas por los cambios de estaciones ni por variaciones cósmicas. Por medio de un mecanismo de protección, el animal encierra en sí, en un *medio interior* que le es propio, las condiciones de humedad, de calor, etc. que le son necesarias para el desempeño de sus fenómenos vitales. El organismo del animal de sangre caliente gozando de esta protección, difícilmente se pone en equilibrio con el medio ambiente ex-

[1] Volveremos á estos fenómenos cuando tratemos de las formas de la vida.

terior, conserva sus órganos como en una estufa. Sucede lo mismo que en los invernaderos, donde la planta desarrolla toda su actividad vejetativa á despecho de los calores ó de los hielos de las estaciones, pero está ligada íntima y necesariamente á las condiciones físico-químicas artificiales del interior del invernadero.

Las manifestaciones vitales del hombre y de los otros animales superiores son mucho más complejas de lo que aparecen; pero tengamos presente que cualquiera que sea el grado de complejidad, todas son la expresión de las propiedades íntimas de los *elementos orgánicos*, cuya actividad está dependiente de las condiciones físico-químicas del *medio interior* en el que están sumergidos. Lo que pasa es que nosotros, para nuestras explicaciones, ignoramos ó prescindimos del *medio interior* que no está á la vista, para no tomar en consideración sino el medio exterior con el cual estamos en contacto. De esta falta proviene que se crea en una fuerza vital que dirige el sér vivo por encima de toda fuerza y de toda ley físico-química del medio cósmico general.

Para comprender la experimentación en los organismos elevados, debemos tener presente los dos medios: el *medio cósmico* ó extra orgánico, que es común á todos los seres vivos y á los cuerpos brutos, y el *medio interior*, intraorgánico, que es exclusivo de los seres superiores. Este último medio, que está en relación con los elementos orgánicos activos musculares, nerviosos, epiteliales, etc. está formado por los líquidos intraorgánicos que los bañan. Porque todos los *elementos orgánicos* que componen el organismo son acuáticos, y sólo por artificios de construcción es que nuestro organismo puede vivir al aire libre. En este medio líquido se encuentran las condiciones de temperatura, el oxígeno y los materiales disueltos en el agua. En el conocimiento de las propiedades de este medio intra-orgánico sólo pueden fundarse la Fisiología y la Medicina experimentales.

Cuando una sustancia tóxica ó medicamentosa ejerce su acción sobre nuestro organismo, no es porque obra en el estómago, sino en nuestro medio interior orgánico, después de haber pasado á la sangre y ponerse en contacto con los elementos orgánicos. Por la idea de este medio interior se ha llegado á determinar de una manera

más precisa la acción de las sustancias tóxicas ó medicamentosas sobre los diversos elementos de nuestro organismo, y además se desprenden consideraciones nuevas de grande importancia que sirven hoy de base á la Fisiología y á la Patología generales [1], lo mismo que á la Terapéutica. En efecto, ni bajo el punto de vista terapéutico, ni toxicológico, etc., podemos encontrar en el hombre ó en los animales superiores una independencia al frente de las sustancias medicamentosas ó tóxicas. Podemos modificarlos, perturbarlos y aún extinguirlos los fenómenos: no ver en estas modificaciones tan variadas y múltiples verificadas en el organismo, otra cosa que la expresión indeterminada de una fuerza vital cualquiera, sería una obsecación temeraria. Todas ellas, por el contrario, dependen de condiciones físico-químicas precisas realizadas en el medio interior ó en los elementos histológicos de nuestros tejidos.

Se pensaba que en el ser vivo debía existir un elemento orgánico completamente particular, que no se encontraría en los cuerpos minerales. El admirable adelanto de la Química desbarató esta idea demostrando que el ser vivo está constituido únicamente por elementos orgánicos tomados del mundo exterior.

Se ha creído también en la existencia de una *fuerza vital*, de cuya actividad dependería la manifestación de los fenómenos vitales; pero el progreso de las ciencias biológicas ha destruído igualmente esta hipótesis, manifestando que las propiedades vitales así como las propiedades minerales no gozan de espontaneidad por sí mismas, y que las mismas condiciones físico-químicas generales son las que presiden á las manifestaciones de las unas y de las otras.

Por esto no se juzgue que pretendemos asimilar los cuerpos vivos á los cuerpos brutos; el sentido común rechaza tal confusión. Antes bien, se trata de caracterizar su diferencia, porque este es el asunto principal para comprender la Fisiología experimental.

El fenómeno vital, como todo fenómeno natural, no se conoce sino á *posteriori*, por tanto prescindimos de las

[1] Así como la Fisiología ha encontrado su base fundamental en la célula, del mismo modo la Patología de hoy es celular.

causas primeras, porque á más de sernos absolutamente impenetrables, su investigación es estéril para la Fisiología experimental; solamente las causas próximas, que se refieren á las condiciones de manifestación de los fenómenos están á nuestro alcance y podemos conocerlas por el método experimental.

Cuando el experimentador ha encontrado el determinismo de un fenómeno, no le es dado ir más allá; no necesita indagar la esencia, el por qué de las cosas; y bajo esta relación el límite de su conocimiento es el mismo tanto en las ciencias de los cuerpos vivos como en las que estudian los cuerpos brutos.

El determinismo no es otra cosa que la causa *determinante*, la causa próxima, ó la circunstancia que da lugar á la aparición de un fenómeno y constituye su condición de existencia. Cuando sabemos que el agua resulta de la combinación del hidrógeno con el oxígeno en proporciones determinadas y conocemos la condición de esta combinación, sabemos cómo podemos hacer el agua; pero por qué de esta combinación resulta el agua, no lo sabemos, ni le es científico al químico averiguar el por qué, le basta saber el cómo y en qué condiciones se hace.

(Continuará)