

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL
GRANADA

Sala: B

Estante: 11

Numero: 70

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
LIBRO DE FISIOLÓGICA
1923

ELEMENTOS DE FISIOLÓGIA GENERAL

2

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE DERECHO

BIBLIOTECA

Est. 13

Tab. 29

Núm. 52

8. 9189

ELEMENTOS

DE



FISIOLOGÍA GENERAL

POR

FEDERICO GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

CATEDRÁTICO, POR OPOSICIÓN,
DE FISIOLÓGIA
EN LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA
UNIVERSIDAD DE GRANADA.

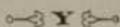


GRANADA

IMP. Y LIB. DE PAULINO V. SABATEL
1887

A LA MEMORIA DE MIS PADRES

D. MIGUEL GUTIÉRREZ LIROLA

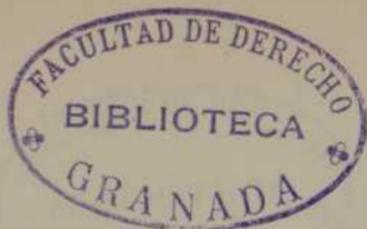


D.^a Antonia Jiménez Puerta

(Q. E. P. D.)

SU HIJO

Federico.



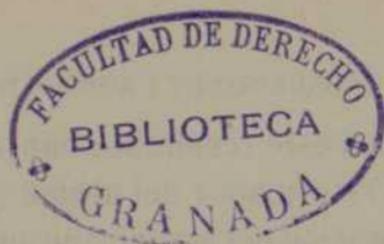
PRÓLOGO.

ESTE libro está formado con mis explicaciones de los primeros meses del curso actual, y su publicación obedece al deseo de que los alumnos encuentren reunidas las materias de la Fisiología general que, hoy andan dispersas en las Fisiologías especiales, sin constituir un cuerpo de doctrina, lo cual es causa de dificultades para su enseñanza.

Indicados ván en el texto los autores que he utilizado para este trabajo, que alcanzará recompensa excesiva, si facilita el estudio á los alumnos y sirve algo á los Médicos.

Federico Gutiérrez.

Granada y Enero 19 de 1887.



FISIOLOGÍA GENERAL.

PRIMERA PARTE.

CAPÍTULO I.

Definición de la Fisiología.—Sus relaciones con las demás ciencias naturales y biológicas.—División.

ARTÍCULO I.

La Fisiología es la ciencia que estudia los fenómenos de los seres vivos (1). El problema de la vida, que es lo que la Fisiología persigue, se presenta hoy, al observador atento, de bien distinta manera que en pasadas épocas. Verdad es que,

(1) Todas las definiciones que se dan de esta ciencia, giran alrededor de la palabra *vida*, desconocida en su esencia, si bien determinada en sus fenómenos. A continuación copiamos algunas definiciones, tomadas indistintamente de varios autores:

Richerand, (año 1821, 7.^a edición de sus elementos de Fisiología): *ciencia de la vida*.

Brachet y Fouilhoux (1843): estudia las funciones de los seres vivientes.

para llegar á este resultado, han sido necesarios el impulso reformador del último siglo y la sagaz experimentación del actual, que nos han enseñado que las realidades materiales no deben sujetarse á especulaciones filosóficas, sino someterse al crisol de concienzudas observaciones. Así es como hemos podido ver, y vemos, en los fenómenos de la vida, un incesante cambio de materiales, un comercio continuo con el mundo exterior; en una palabra, un movimiento no interrumpido de composición y de descomposición.

J. Mueller (1851): Fisiología es la ciencia que estudia las propiedades de los cuerpos orgánicos, animales y vegetales, los fenómenos que presentan y las leyes que rigen sus funciones.

Beclard: la Fisiología del hombre estudia los fenómenos biológicos que se ejecutan en él, desde el momento de su nacimiento hasta el de su muerte: es la ciencia de la vida.

Beaunis: ciencia de la vida.

Wundt: la Fisiología estudia los fenómenos que se verifican en los organismos vivos; su objeto es explicarlos.

Küss: la Fisiología tiene por objeto el estudio de las funciones de los seres vivos y de las propiedades de sus tejidos.

Hermann: es la ciencia de los fenómenos que se verifican con regularidad en los cuerpos dotados de vida; las plantas y los animales.

Magaz: es la ciencia que tiene por objeto el estudio de los fenómenos de la vida en el estado de salud de los individuos, las causas de que aquellos dependen y las leyes que siguen en su manifestación.

Como se vé, todas estas definiciones encierran, de un modo más ó menos disfrazado, la palabra vida, como necesariamente ha de suceder, estudiando la Fisiología los fenómenos que presentan los seres vivos.

Desde que en Fisiología no se parte de la *síntesis vida*, para explicar después todos los fenómenos de los organismos, subordinados á esa palabra, van escaseando las hipótesis y el edificio de esta ciencia se asienta sobre bases más sólidas; evítanse, de este modo, grandes dificultades, y el fisiólogo, aceptando el hecho *vida*, pregunta: ¿cómo vivimos? Se simplifica así el difícil problema, y buscando las manifestaciones vitales, analizando los hechos, estudiando los detalles, vá elevándose, poco á poco, de lo pequeño á lo grande, de lo sencillo á lo complicado, hasta que pueda formular las leyes de la vida.

Haciendo un estudio comparativo de los fenómenos que tienen lugar en los seres vivos y de aquellos otros que se nos manifiestan en los cuerpos inorgánicos, podrán señalarse bien, de la manera más exacta posible, los límites de la Fisiología, y las diferencias que la separan de las demás ciencias naturales y biológicas (1).

Puede afirmarse, desde luego, que los fenómenos, que se ofrecen al estudio del fisiólogo, presentan una complejidad mayor que la que encuen-

(1) Se llama Biología, la ciencia que trata, en el sentido más general, de la vida: comprende absolutamente todos los fenómenos de los seres vivos y todas sus condiciones de existencia. La Fisiología tiene un alcance más restringido; puede decirse que sólo estudia las funciones de los organismos.

tran el físico y el químico cuando roban á la Naturaleza sus secretos; pero es preciso reconocer también, que las bases en que descansan las ciencias naturales, son las mismas para todas ellas. No tenemos, por consiguiente, que buscar en el método, ni en la manera de determinar las condiciones de los fenómenos, diferencias capaces de señalar los límites de unas y de otras ciencias.

En la Física y en la Química, como en la Fisiología, al estudiar un fenómeno, cualquiera que sea, es indispensable tener siempre en cuenta dos factores, dos elementos, por igual necesarios á su producción: el cuerpo y el medio. El *cuerpo*, que revela el fenómeno, que nos dá el hecho; el *medio*, que es condición precisa para que el fenómeno se realice.

La mayor sencillez de los fenómenos que caen bajo el dominio de la Física y de la Química, explica, en parte al menos, sus progresos y su constitución, como ciencias, anterior á la constitución de la Fisiología. Al estudiar la Física y la Química, la Naturaleza, su objeto es bien distinto del que es propio de la Fisiología. La Física se ocupa de los fenómenos que presentan los cuerpos, en tanto que éstos no sufren cambio en su composición. La Química estudia la composición íntima de los cuerpos, y los fenómenos que resultan cuando, por el mútuo contacto, se altera su

composición (1). Una y otra ciencia, estudian, pues, «los cuerpos bajo el punto de vista de sus propiedades y de las modificaciones que pueden experimentar por la acción de ciertos agentes, y si se ocupan de los seres dotados de vida, hacen abstracción de esta cualidad y consideran sólo la materia de que están formados...» (2)

Analizando estas definiciones, encuéntrase en ellas, como en la que hemos dado de la Fisiología, un término común; las tres ciencias tratan de los cuerpos que la Naturaleza presenta, ó mejor, de los fenómenos que ofrecen á nuestra observación; pero, al mismo tiempo, se indican los límites de unas y otras, y se muestra el distinto objeto de su estudio. De este modo el físico explicará, por ejemplo, los movimientos, podrá decir cómo se producen, llegará á la determinación de sus causas, y hasta formulará las leyes que los rigen. El fisiólogo, en cambio, los estudiará en los organismos, y se valdrá de esas leyes aplicándolas á la economía. El químico estudiará la acción, el fenómeno que resulte de la mezcla ó combinación de tales ó cuales sustancias, y el fisiólogo podrá hacer y hará utilísimas aplicaciones de los conocimientos que estos hechos le proporcionen, á los organismos vivos.

(1) Casares. (Química general).

(2) Bonilla. (Id. id. pág. 4).

Y con ésto, claro, evidente es que, indicado queda por qué estas ciencias son auxiliares preciosos de la Fisiología. Insistir sobre este punto, sería, cuando menos, supérfluo, admitido ya que no hay, ni puede haber dos Físicas, como no hay, ni puede haber dos Químicas.

Ese fondo común que se descubre, es el que dá el carácter de naturales á estas ciencias, y el que muestra la razón de la identidad de métodos y medios de investigación.

Otras ciencias naturales y biológicas tienen relaciones inmediatas, parentesco estrecho con la Fisiología. El concepto de la Antropología, de la Anatomía, de la Zoología, de la Botánica, está bien definido y no cabe confusión alguna (1). Importa, sin embargo, hacer constar la necesidad absoluta de los estudios anatómicos, como obligada preparación para los estudios fisiológicos. Son, para éstos, según una muy feliz expresión, lo que la Geografía para la Historia.

Todas estas ciencias, como decía Sthal, tienen sus principios propios, por muy afines que sean.

(1) La Antropología, ciencia del hombre, estudia á éste en su unidad y en relación con los demás seres y la Naturaleza toda. (Quesada).

La Anatomía estudia la estructura de los cuerpos organizados. (Sappey).

La Zoología clasifica y describe los animales.

La Botánica es la historia natural de los vegetales.

No es necesario, por tanto, entretenernos mucho en detalles minuciosos, para decir, en último resultado, que la Anatomía, v. gr., estudia los seres vivos para saber cómo están organizados, para conocer su estructura; que la Química, llamada orgánica, vá á la acción íntima de los elementos constitutivos de los cuerpos, etc., etc. Después de todo, (1) «la división de las ciencias no está, como afirma Cl. Bernard, inscripta, grabada profundamente en la Naturaleza; al ser creación del espíritu humano, nada tiene de absoluta; varía, sin duda, con el estado de nuestros conocimientos y el progreso de nuestras ideas.»

En último término, podemos añadir nosotros, esa división y cuantas se hagan, sólo obedecen á una gran ley de Fisiología, la ley de división del trabajo.

Ese variadísimo, portentoso número de fenómenos que la Naturaleza presenta á nuestra observación, los dividimos en diferentes clases, constituyendo con ellas las variadas ciencias naturales y biológicas, entre las cuales se encuentra la Fisiología, que busca solamente los misterios de la organización, que escudriña sus secretos, que analiza sus fenómenos, investiga sus causas y tiene la nobilísima aspiración de ir formulando las leyes

(1) Fisiología general; trad. de Laso de la Vega, pág. 76.

á que obedecen los complicados resortes del organismo. Señalando de esta manera, con la mayor claridad posible, el problema que persigue nuestra ciencia, ya la hemos apartado de las demás, que encierran en otros moldes el objeto de sus investigaciones. Para nada queremos la organización muerta, como no sea para ver el terreno de nuestras operaciones, el teatro en que se han desenvuelto los fenómenos que constantemente atraen nuestras miradas; nada nos importa la naturaleza inorgánica, bruta, como no sea para analizar el medio en que se agitan los organismos; pero sus fenómenos propios, lo mismo que los que ofrecen esos otros mundos, que ruedan en los espacios, no nos pertenecen; son del dominio del geólogo, del astrónomo, etc., y el fisiólogo se contenta con ese mundo microscópico de pequeñísimos organismos, ó ya con esas otras organizaciones más elevadas, que encierran por sí solas el problema entero de la ciencia, que llevan consigo, como el sabio de la antigüedad, todo lo que le pertenece, todo lo que es objeto de la Fisiología.

Debemos, sin embargo, insistir en la relación íntima que tiene la Fisiología con la Morfología, ciencia de las formas de los organismos, con la Histología y, más aun, con la Embriología (1).

(1) Parentesco estrecho tiene la Fisiología con la Ontogenia

Estas ciencias deben considerarse, nó como auxiliares simplemente, sino más bien, como base y fundamento de la Fisiología. El estudio de las formas, que es esencial en los seres dotados de vida, el conocimiento de los tejidos que constituyen los órganos y los aparatos de los organismos, y la evolución y desarrollo de éstos en los primeros tiempos de la vida, son materias de interés sumo para el fisiólogo, que no debe, ni puede dejar de estudiar los cambios que experimenten las partes que han de verificar una función. Otras muchas ciencias tienen relación con la Fisiología; esta ciencia recibe y dá prestados materiales, cuya enumeración nos llevaría muy lejos de nuestro propósito, sin utilidad alguna. Baste citar los nombres de las Patologías, Medicina legal, Higiene, etc., etc., para comprender la afirmación anterior.

¿Qué división se hace de la Fisiología?

Antes de contestar esa pregunta, hay necesidad de llamar la atención sobre un hecho importante, primero que hay que enunciar al principio del estudio de los seres vivos, hecho que, ya es una

(ciencia de la evolución del sér organizado, de la evolución del individuo), y con la Filogenia (evolución paleontológica de los organismos, ó mejor, historia de las familias orgánicas).

verdad sancionada por la ciencia, y para cuya adquisición se han necesitado larga serie de años y continuados esfuerzos; «*la composición elemental es una misma para los seres vivos y para los cuerpos inorgánicos.*» Lo cual establece una gradación bien distante de los abismos que se señalaban como límites de ambos reinos.

Demostrado el círculo de la materia que, en eternas vueltas, es viva é inorgánica de un modo alternativo, queda marcado el objeto del observador, que se reduce á estudiar esas incesantes trasformaciones, esos contínuos cambios, dentro de los cuales, se realizan todos los fenómenos que constituyen las ciencias naturales y biológicas. Y aceptando esta verdad, aceptada la misma, idéntica composición para el sér vivo y para el cuerpo inorgánico, compréndese la necesidad de estudiar las formas de la materia, las actividades que despliega, las energías que manifiesta; y señalando la línea, en donde se vean las primeras manifestaciones vitales, quedará señalado el comienzo de la Fisiología. En la constitución de los cuerpos vivos, en sus actividades, en su forma, está toda la materia de la Fisiología. Si analizamos los fenómenos, que se llaman elementales, si buscamos lo que puede ser común á todos los organismos, si huimos de lo desemejante y vamos tras las analogías, para ver de formular las leyes

de la vida, tendríamos, entonces, la Fisiología general. Si nuestro estudio se circunscribe á la función de un órgano ó aparato, á las funciones de animales y vegetales aisladamente, se llamará la Fisiología, especial. Algunos quieren llamarla funcional.

La Fisiología, pues, se divide en:

Fisiología general y

Fisiología especial.

La primera, la Fisiología general, es el objeto de este libro.

CAPÍTULO II.

Método y medios de investigación.

ARTÍCULO II.

La observación y la experiencia son los medios de investigación en Fisiología. Como ciencia natural, es ciencia de procedimientos esencialmente analíticos; y al escribir en su frontispicio (según frase de Beclard) «todo por la observación y la experiencia,» ha marcado los únicos caminos de progreso positivo. Estudiando, aunque sea ligerísimamente, la historia de la Fisiología, veremos la exacta comprobación, la demostración clara de esta verdad (1). No se ha dado un paso en largo período de siglos, porque los cultivadores de esta ciencia eran más aficionados á lucubraciones filosóficas, que á observar y preguntar á la organización los fenómenos que en élla tienen lugar.

El genio de Bichat lo comprendió así, al concebir la reforma, que intentó, sin que consiguiera llevarla á término feliz. Ya indicó, con claridad suma, las causas á que obedecían los grandes adelantos de la Física, y el tristísimo estado de la

(1) En el capítulo 3.º hacemos una ligera reseña histórica de esta ciencia, y se confirma cuanto aquí expresamos.



Fisiología: «los físicos, decía, refieren todos los fenómenos que observan á algunas propiedades de la materia, como la gravedad, la afinidad, etcétera, etc.; los fisiólogos, por el contrario, no se han elevado aún de los fenómenos que estudian á las propiedades que los engendran.»

En breves y bien elocuentes palabras está aquí expuesta la causa de que nuestra ciencia no hubiese alcanzado los progresos que ya, en aquel tiempo, habían logrado las demás ciencias naturales.

Se ha comprendido, después, todo el valor de estas palabras y los progresos realizados son, desde entonces, tantos y de tal importancia, que han conquistado, para la Fisiología, el lugar preeminente que le corresponde entre las otras ciencias naturales y biológicas. Los laboratorios, en donde tantos hombres estudiosos buscan la explicación de los fenómenos vitales han dado, y seguirán dando, abundantes materiales para la constitución definitiva de la ciencia de la vida. Francia, Italia, Inglaterra, Alemania y otras naciones, que han comprendido todo el valor de las investigaciones fisiológicas, tienen laboratorios que, con sus conquistas científicas compensan, con usura, los gastos de su instalación y sostenimiento. En nuestro país... el profesor que quiere hacer un experimento, ni tiene donde... ni medios á su alcance.

Siendo del dominio del fisiólogo los fenómenos, por todo extremo complicados, de la organización viva, es evidente que la observación, por sí sola, no basta, en la mayoría de los casos, para revelar muchos detalles, ni menos aún, para poder apreciar las causas que los determinan. Podrá el físico dar cuenta de muchos hechos por la simple observación; nos revelará un naturalista determinadas propiedades de un mineral; pero el observador más sagaz no podrá, en ocasión alguna, decirnos cómo se pintan las imágenes en la retina, ni cómo se realizan los movimientos del protoplasma, en un organismo monocelular. El fisiólogo necesitará, en estos casos, como en otros mil, ampliar su observación, valiéndose de cuanto pueda hacerla más vasta, más extensa, agrandando, en una palabra, su esfera de acción, de modo que alcance con medios auxiliares de los sentidos, á donde éstos no llegan en condiciones y circunstancias normales, y buscando en todos los organismos analogías ó diferencias, que sirvan para explicar los fenómenos, objeto de su estudio. De esta manera será fecundo el campo de la observación, que resultaría completamente estéril si se redujera á la mera contemplación de los hechos.

Se hace necesario, en muchas ocasiones, para llegar á la interpretación exacta de un fenómeno, realizar una larga serie de operaciones, que re-

quieren, para el conocimiento de sus resultados, ánimo sereno y libre de toda idea preconcebida.

La experimentación fisiológica tiene, aparte de las dificultades inherentes á toda operación delicada, esa otra dificultad, no menor: la interpretación fiel de los hechos. Compréndese la importancia de la experimentación, sabiendo que únicamente la vía experimental es la que puede llevarnos al conocimiento de las causas productoras de los fenómenos vitales, y después, á formular las leyes que los rigen.

Los progresos de la Fisiología son debidos, sin que ésto ofrezca la más pequeña duda, al método experimental: la historia del siglo actual lo demuestra cumplidamente. Las vivisecciones que, por nada, pueden ser sustituidas, han servido extraordinariamente á los progresos de esta ciencia y son prenda segura de ulteriores adelantos. El estudio fisiológico de animales y vegetales ha dado fecundos resultados. La experimentación físico-química, que completa el método experimental, ha enseñado muchos hechos en los organismos.

Verdad es, que la técnica de la experimentación fisiológica, es muy complicada, y ofrece, como es consiguiente, no pequeñas dificultades: nacida, á la vez que, en los laboratorios de Fisiología, en los de Física y Química, utilizando, muchas veces, procedimientos de Medicina operatoria, de

disección anatómica y de investigación toxicológica requiere, al mismo tiempo, que especiales dotes en el experimentador, medios suficientes á su alcance, para no interrumpir la serie de operaciones necesarias, en algunas ocasiones, para esclarecer é interpretar bien los fenómenos que estudia.

La vivisección y la experimentación físico-química se completan, y son absolutamente indispensables para llegar á conocer la naturaleza de las funciones fisiológicas.

Todavía utiliza algo más, la Fisiología, para sus progresos: las enfermedades en el hombre, buscando en la clínica ocasión para nuevos descubrimientos; y siendo luego la Anatomía patológica la que puede darnos razón de las relaciones que existan entre los trastornos funcionales, observados durante la enfermedad, y las lesiones que la autopsia demuestre.

Terminarémos este capítulo con unas palabras de Preyer, referentes al método en Fisiología. Dice así: «la aplicación de las Matemáticas á los problemas de mecánica, de óptica, de acústica, de electricidad y de calorificación fisiológicas, ha mostrado ya, más de una vez, la fecundidad del procedimiento deductivo» (1).

(1) Preyer. Element. de Physiologie Generale. 1884.

CAPÍTULO III.

Historia de la Fisiología.

ARTÍCULO III.

La Fisiología no se encuentra, como ciencia independiente, en la Medicina de los primeros tiempos, en la Medicina de la India, de la China y del Egipto. Los antiguos filósofos y naturalistas envolvían en sus cosmogonías la explicación del pequeño cosmos, del hombre. Quiere tomar vida esta ciencia, bajo el genio de Hipócrates; pero no llega, ni podía llegar, en aquellos remotos tiempos, á constituirse. Hijos de la observación los admirables escritos del inmortal anciano fátales, en nuestra ciencia, el experimento que prueba, la experiencia que confirma, el estudio analítico que, desmenuzando los hechos, pone en clara la verdad.

No es extraño, pues, que en aquellos remotos tiempos, sin dato alguno de las ciencias auxiliares, sin la poderosa ayuda de los medios de investigación actuales, se construya una grosera Fisiología en que, partiendo del *hecho vida*, se trate de explicar el mecanismo humano con hipótesis que sólo revelan la inventiva de sus autores.

Examinando, sin embargo, las obras de la co-

lección hipocrática se encuentra algo, que parece como un destello, como una adivinación del genio: en el pequeño tratado de «*Las Carnes*» se lee que, «la gordura es la metrópoli del calor,» palabras que pueden repetirse hoy, después de veintitres siglos, sin miedo á impugnaciones serias; mas no debemos darles otro alcance, otra significación que, la antes indicada.

Hipócrates y sus sucesores inventan fuerzas, á las que invocan en la explicación de los fenómenos del organismo; y así refieren á entidades abstractas hechos materiales que, bien observados, les habrían abierto el camino de nuestra ciencia.

Entre los filósofos antiguos se encuentran algunas ideas curiosas, sobre Fisiología, tales como las de Anaximandro (610 a. de J. C.) sobre la formación de los animales que, según él, nacían en la tierra, bajo la influencia del sol, y que el hombre provenía de un sér, en forma de pez, que, por transformaciones ulteriores, constituiría el hombre. El Darwinismo es, pues, de respetable antigüedad. La permanencia de la materia que, también se cree conquista de la ciencia actual, se encuentra claramente indicada en las ideas de Heráclito (500 a. de J. C.), quien también habla de la formación de los cuerpos por el *fuego* y su retorno al *fuego*: el círculo de la materia en esbozo.

En Empédocles de Agrigento (460 a. de J. C.) se halla también algo *de las ideas darwinianas*, sobre la concurrencia vital.

Cuando aparece Galeno, trascurridos cinco siglos desde Hipócrates, la Fisiología permanece quieta, no adelanta un paso, si no es para confundirse en nuevas, brillantes hipótesis, envueltas en las sutilezas de estilo que caracterizan los escritos del eminente Médico de Pérgamo. Existía en su tiempo la Fisiología que podemos llamar aristotélica, mezcla extraña de errores y de verdades, que intentaba una explicación sintética de los fenómenos vitales. El tratado sobre la *Generación*, de este sabio, una de las primeras figuras de la antigüedad, es digno de ser conocido por las observaciones profundas que encierra y el conocimiento de fenómenos de reproducción de algunos insectos, las abejas, explicados por la partenogénesis, como hoy se explican. Pero fuera de los escritos de Aristóteles, los quinientos años trascurridos desde Hipócrates hasta Galeno son tan pobres para la Fisiología, que no hay un adelanto, no hay un descubrimiento que sea señal de conquistas nuevas en la ciencia de la vida. ¿Y por qué es esto? Porque aquellos médicos no estudiaban las partes, sino el conjunto, nó las funciones aisladas, en particular, sino la organización viva, entera, dedicándose á especulaciones trascendentales sobre el sitio y na-

turalidad del principio vital. Y no importa que asome la cabeza una escuela, que toma su nombre de la experimentación, que esta palabra no tiene en aquella época el valor que en la actual, sino que sólo encierra el concepto filosófico de las teorías aristotélicas: ni es bastante tampoco que los Ptolomeos levanten la escuela de Alejandría hasta oscurecer todas las demás; ni que los estudios anatómicos comiencen á ser fruto de disecciones humanas, pues esto es un meteoro que apenas prestó brillo á nuestra ciencia: duran poco, para ser reemplazados los estudios en el cadáver, las observaciones, que podían ser fecundas, por disputas estériles que, hacen perder las esperanzas que concibiera nuestra ciencia, al ver á los Reyes de Egipto quitar la infamia de las autopsias haciéndolas ellos mismos. Algo, aunque poco, adquiere la Anatomía; pero nada la Fisiología.

Galeno, que restáura la Medicina hipocrática, crea una Fisiología, conservando los cuatro elementos de Empédocles, y sus cuatro cualidades, el calor, el frío, la humedad y la sequedad; considera los espíritus, que divide en naturales, animales y vitales, como factores necesarios á la vida, y admite una larga lista de funciones, principales unas, secundarias otras, para la explicación de los fenómenos del organismo.

Hay que reconocer, sin embargo de sus muchos

errores, que imprimió un sello nuevo á la Fisiología, como á la Patología, un carácter de originalidad, que puede considerarse como la causa del largo imperio ejercido en la Medicina por las doctrinas del Médico de Pérgamo. Nos llevaría muy lejos un análisis, por ligero que lo hiciéramos, de la Fisiología de Galeno. Por eso nos hemos de contentar con la sumaria indicación anterior.

La Fisiología de Galeno vive hasta el Renacimiento, sin que en todo ese largo período de tiempo encontremos nada que sirva á nuestra ciencia.

La revolución iniciada por Vesalio, y los descubrimientos hechos en la Anatomía dan frutos que trascienden á la ciencia de la vida. Un médico español, Miguel Reyes Servet, descubre la circulación pulmonar; otros, también españoles, hablan de la general, y Harbeo presenta ya el cuadro acabado, completo de esta función, en su obra *«Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus.»*

Era esto debido al nuevo rumbo impreso á los estudios por Bacón, y que vemos perfectamente indicado en la máxima de uno de nuestros Médicos humanistas, Antonio Gómez Pereira, el primero que se rebeló contra las doctrinas de Galeno: «en las ciencias humanas á ningún autor se le ha de dar fe, si no prueba lo que afirma.»

De aquí, en adelante, son ya rápidos los pro-

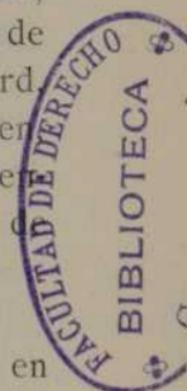
gresos: rotos los antiguos moldes, la vía experimental comienza á dar admirables resultados en la investigación de los fenómenos fisiológicos.

La invención del microscopio muestra nuevos y vastos horizontes en la ciencia de la vida. Malpighi descubre los glóbulos rojos de la sangre, Aselli los vasos quilíferos y, algún tiempo después, Glisson pronuncia la palabra *irritabilidad*, de tanta trascendencia en la explicación de los fenómenos vitales. Citar los nombres ilustres del siglo XVII sería tarea larga: háy que decir sólo que, el movimiento no se detiene y que llegamos al siglo XVIII, pronunciando un nombre que merece gran respeto por sus estudios y experimentos para la investigación de los fenómenos vitales: nos referimos á Alberto Haller. Un fisiólogo alemán dice, juzgando á Haller: «sus escritos son un verdadero tesoro para la historia de la Fisiología.» «Pero, por considerables que sean los servicios que ha prestado á la Fisiología, Haller no ha hecho avanzar esta ciencia, ni, como Harbeo, por uno de esos descubrimientos que hacen época, ni, como Descartes, por un nuevo método, ni por un severo estudio crítico y experimental de sus predecesores: él simplemente ha edificado la síntesis laboriosa de todos los resultados obtenidos hasta su tiempo» (1).

(1) Preyer. *Physiologie generale*.

Pero Haller fué también experimentador sagaz y reconoció la irritabilidad del músculo como propiedad del tejido, extraña á la influencia de la fibra sensible. Haller murió en 1777. La historia de la Fisiología desde esa fecha hasta nuestros días, es la historia de muchos hombres ilustres, á cuya cabeza hay que colocar á J. Muller, creador de la Fisiología comparada, autor de la doctrina de la energía específica de los nervios, el que descubre el equivalente mecánico del calor, y uno de los experimentadores más hábiles de nuestro siglo; á Magendie, Lamarck, Cl. Bernard, Baer, Weber, Flourens, Schwann y Schleiden, Schultz y tantos otros que han enriquecido y enriquecen con sus investigaciones la ciencia de la vida.

Preyer divide la historia de la Fisiología en cinco períodos; al primero, que lo llama especulativo, lo caracteriza la unión de la Fisiología con la Filosofía natural, y abraza desde los primeros tiempos de la Medicina hasta los sucesores de Hipócrates: en el segundo, esencialmente descriptivo, no constituye la Fisiología aún ciencia independiente y forma parte de la Zoología, de la Anatomía, de la Patología: comprende desde Aristóteles hasta Galeno. El tercero, el más largo de todos, comienza con Galeno y la Fisiología



descansa en bases dogmáticas, puramente empíricas; termina en 1628, con la publicación del libro de Harbeo. El cuarto llega al año 1760, en que la Anatomía es el fundamento de la Fisiología; y el quinto alcanza hasta 1837, en que ya se nota el dominio de esta ciencia en la Medicina, que se hace más pronunciado desde esa fecha en adelante.

No debemos hacer la historia desde esa época hasta nuestros días: los nombres que hemos citado antes son los primeros, en orden de tiempo, de la brillante pléyade de fisiólogos que cada día nos revelan nuevos hechos, preciadas conquistas de la ciencia de la vida.

CAPÍTULO IV.

Concepto de la Fisiología general.—Materias que estudia.—Plan de este libro.

ARTÍCULO IV.

El verdadero concepto de la Fisiología general no ha sido bien comprendido hasta nuestros días. Ciertamente que las vagas generalidades, las ligeras nociones que, sobre organización, vida, cuerpos inertes y cuerpos organizados, presentan los tratados de Fisiología, no pueden considerarse más que como preliminares al estudio de las funciones del organismo humano. Y sin embargo, descúbrese en esas nociones algo, parecido á un bosquejo, algo, como un boceto, de las principales materias que caben dentro de los moldes de la Fisiología general.

Bien insuficientes estas generalidades para constituir un cuerpo de doctrina que dé, siquiera en abreviada síntesis, el concepto de esta ciencia, no pueden utilizarse más que como una parte pequeña de la Fisiología general. Para llegar ésta á constituirse, necesario es acopiar materiales en cantidad mayor, y que el estudio de las Fisiologías especiales dé resueltos muchos problemas

de los organismos, con los que podrá abordarse el problema general de la ciencia. La evolución natural de la Fisiología general ha surgido de los adelantos realizados en la Fisiología comparada y en la humana.

No obstante que la frase Fisiología general parece darnos resuelto, explicado, el verdadero concepto de la misma, aún están discordes los AA. en la manera de apreciarla, lo cual, en último término, sólo sirve para que anden dispersos hechos, datos, conocimientos, cuya reunión es indispensable para darnos la noción exacta de esta ciencia. Una mirada á las obras de los principales fisiólogos de nuestra época, es la mejor demostración de lo que acabamos de indicar. (1) Así, unos estudian los caracteres generales de la organización y de los organismos vivos, otros los

(1) Wundt estudia, en la Fisiología general, los fenómenos que presentan los organismos elementales y los de los organismos compuestos.

Beunis no expone, al principio de su *«Fisiología humana,»* una verdadera Fisiología general, pues no debe considerarse como tal, el estudio que hace de la fuerza y del movimiento, de los caracteres generales de los cuerpos vivos y de química fisiológica.

Costa Símoes abraza el concepto de organismo y de vida, y el estudio de los tejidos.

Preyer, después de exponer el objeto, relaciones y método de la Fisiología, y entretenerse largamente en extensísima historia y bibliografía, estudia, de un modo general, la vida, la materia, la forma, las fuerzas y las funciones de los seres vivos.

líquidos y tejidos del organismo humano y las funciones de los organismos monocelulares, y vagando todos por generalidades de células ó de tejidos, ó por nociones de organización y vida, al querer elevarse, se han encerrado en círculo estrecho, sin dar con el concepto verdadero de la Fisiología general.

Cl. Bernard, según nuestra manera de ver, es quien ha planteado bien el problema. Al estudiar los fenómenos de la vida comunes á vegetales y animales, buscando sólo las semejanzas para elevarse, de este conocimiento al de las leyes que rigen aquellos fenómenos, ha expuesto el verdadero concepto de la Fisiología general.

Wundt estudia también los fenómenos comunes de todos los organismos y las condiciones en que se manifiestan para llegar á sus leyes.

Cl. Bernard dice: que el objeto de esta ciencia es determinar las condiciones elementales de los fenómenos de la vida; y busca la condición elemental porque es idéntica en todos los organismos. Así, en este estudio, de esta manera considerada la Fisiología general, desaparecen todos los caracteres anatómicos de clase, género y especie, porque sólo son formas diversas de manifestación de la vida. «Tomad, (1) añade, por ejemplo, el

(1) Fisiología general, trad. de Laso de la Vega.

aparato locomotor: las formas varían en las diversas clases de animales; pero la condición inicial del movimiento es idéntica en todos.» No hay, por tanto, que buscar las diferencias que separan unas organizaciones de otras; sino las semejanzas que las unen. El hueso, el tendón, la fibra muscular, el tubo nervioso, ofrecen idéntica naturaleza en donde se encuentren.

Al buscar en los organismos elementales las condiciones de los fenómenos vitales, como hacen cuantos se ocupan en Fisiología general, se parte de una base desde la cual es posible llegar al conocimiento de esos mismos fenómenos en organizaciones más complicadas. Para generalizar los fenómenos de la vida se ha tomado, como punto de partida, el organismo más simple, en el cual las manifestaciones vitales son también sencillas, como reducidas á su mínima expresión; y como los organismos compuestos son, en último término, resultado de la reunión de células y de la evolución de las mismas, es claro que, en la diversidad de fenómenos que luego aparecen en estas organizaciones más complejas, ha de resultar siempre un fondo común, producto de los microscópicos organismos que han venido á formarlas.

Entiéndase, sin embargo, que no puede aceptarse esta doctrina de una manera absoluta, pues en las confederaciones celulares (como llaman á

los organismos compuestos), siempre se subordina el destino de la célula al del *todo, organismo*, del cual forma parte, conservando, á pesar de esto, cierta autonomía; pero sí tiene exactitud en lo que se refiere á la condición elemental de los fenómenos: así, la célula contractil manifestará esta propiedad, ya viva sola, ya constituya parte de lo que llamamos tejido muscular.

Investigando, pues, los fenómenos comunes de los seres vivos, llegando, en cuanto sea posible, á una determinación precisa de sus condiciones, elevándose al conocimiento de sus causas, es como, únicamente, podrán formularse las leyes de la vida, desideratum de la ciencia.

Las materias de estudio, están ya, con ésto, indicadas, y la primera debe ser la constitución de los cuerpos vivos; y aunque la Química sea la llamada á determinar los elementos que entran en la composición de los organismos, importa mucho á la Fisiología este conocimiento, del cual se derivan necesariamente todos los problemas de esta ciencia.

La materia de los seres vivos, las combinaciones primeras de los elementos químicos, los cambios y trasformaciones incesantes que experimentan, mientras constituyen una organización, forman esa parte importante que se designa con el nombre de «*Circulación de la materia,*» que

abrazar la vida entera, y por ende, la Fisiología.

En ese círculo que recorre la materia, despléganse energías, muéstranse actividades, y sólo parece que se conserva, sin cambio, sin alteración apreciable, la forma de los organismos.

Enunciados están, nó uno, sino tres puntos de grandísimo interés para el fisiólogo y que merecen ser tratados con preferente atención.

Conocer, pues, la composición química de los organismos, estudiar los elementos que los forman, es la primera necesidad del fisiólogo: ese estudio, al mostrarnos las variadas combinaciones de los cuerpos, llamados simples, para formar la materia organizada y los organismos, empieza por revelarnos qué elementos son necesarios para la vida, cuáles son indiferentes, y aquellos otros que pueden ser perjudiciales. Conocimiento de importancia suma por lo trascendental de sus aplicaciones. Nos enseña más: nos dice que el fisiólogo no hace otra cosa, en este estudio, que admirar ese espectáculo, siempre variado, siendo siempre el mismo, de los cambios de la materia.

Partiendo de esta noción indispensable, que es el punto en que se tocan el mundo inorgánico y el organizado, vivo, surge la idea de organismo, cuyo concepto es preciso establecer con toda claridad, señalando sus diferencias con el cuerpo inerte, y apreciando en su justo valor los caracte-

res que se refieren á la constitución, forma y fuerzas de los mismos, única manera de comprender bien la primera materia de esta ciencia, y los límites que la separan de las demás ciencias naturales.

Después de los problemas de la composición de los cuerpos vivos, hay que estudiar los que se refieren á las fuerzas que en ellos existen y obran, manifestándonos esas energías, esas actividades, que se traducen por los fenómenos que estos seres ofrecen. Y verdaderamente, pocos asuntos de tanto interés y de tan grande importancia pueden presentarse, como el conocimiento de esas actividades que, llámense *alma, espíritu, arqueo, principio vital, fuerzas físicas ó químicas, etcétera*, etc., han sido, en muchas ocasiones, causa de lamentable retraso en Fisiología, por las estériles discusiones á que han dado lugar; pero que ya no son motivo bastante á detener los progresos de esta ciencia. Expondremos ligera reseña de las varias hipótesis que existen sobre este punto y nuestra manera de ver en esa cuestión.

La materia y la fuerza en los organismos están en cambio continuo: la forma se conserva, mientras viven, y viene á ser el molde dentro del cual se agita la materia en su nó interrumpida renovación molecular: mas para que llegue á adquirir su forma definitiva un organismo, vá pasando por fases sucesivas de desenvolvimiento, en rela-

ción siempre, con su complejidad orgánica.

Los fenómenos que, podemos llamar de cambios morfológicos, son capítulo obligado en un libro de Fisiología general.

«Los fenómenos particulares de los cuerpos vivos, dice Hermann (1), cuyo conjunto constituye la vida, pueden ser referidos á tres principales: 1.º el de su constitución; 2.º el de las fuerzas que obran en ellos, y 3.º el de la forma.»

Se comprende perfectamente que estos actos ó fenómenos son propios de todos los organismos y que en ellos es donde podemos encontrar los puntos de semejanza, los comunes á todos los seres vivos, siendo, por tanto, las cuestiones que, con ellos se relacionan, *materia* de la Fisiología general.

Pero estos actos, fenómenos, ó como quiera llamárselos, hay que buscarlos en los organismos, debiendo comenzar este estudio por esas organizaciones sencillas, por las más simples, por los primeros elementos *formes* que el microscopio nos ha revelado que existen y viven. Los fenómenos de cambios de materia, los de transformación de fuerzas y los que se refieren á la forma, ofrecen en el protoplasma, que vive sólo, caracteres idénticos en el fondo, á los que nos presentan las organizaciones más ricas de órganos y aparatos para la mayor perfección de sus funciones.

(1) Fisiología, trad. de G. Hidalgo, pág. 5, introducción.

Nace y muere el microscópico sér que vive en una gota de agua y nace y muere el hombre, máquina de bien complicado rodaje, con órganos y aparatos distintos para sus distintas funciones. Uno y otro y todos los seres, comercian con lo que les rodea, establecen cambios con el exterior, viven, en una palabra, en un medio, del cual reciben los materiales necesarios á su existencia, y al que devuelven los que ya no les son útiles, no siendo ese ciclo que recorren los organismos, otra cosa más que un resultado fatal de la circulación de la materia.

De esta manera consideradas las funciones, estudiándolas allí, en donde aún no hay diferenciación anatómica, bien marcada, no encontraremos otra cosa más que las analogías, las semejanzas, ó mejor aún, los puntos de unión, comunes á todos los seres. Mas estas funciones, elementales, como las organizaciones en que se manifiestan, van desenvolviéndose con una complejidad mayor, proporcionada siempre á la complicación anatómica; y al estudio de la función elemental, debe seguir el estudio de las funciones en los organismos compuestos; pero antes, como punto intermedio, como derivado de la célula y como parte integrante del organismo compuesto, hay que conocer el *tejido*, cuya histo-fisiología haremos brevemente. Y de este modo, elevándonos

de la célula al tejido, y de éste al organismo compuesto, de lo sencillo á lo complicado, de lo pequeño á lo grande, se puede descubrir, en toda su extensión, ese campo fecundo de investigación de los fenómenos vitales en el que, se vislumbran, como ansiado término, las leyes de la vida.

Compréndese ya, con esta exposición de las materias de la Fisiología general, todo nuestro pensamiento y aparece claro el plan de este libro.

En una primera parte, nos ocuparemos de la composición, fuerzas y forma de los organismos, y de los problemas con estos puntos enlazados, terminándola con la división de las funciones, en armonía con las ideas expuestas, y la distinción, que ya hemos hecho, de las tres clases de fenómenos que presentan las organizaciones. En la segunda, estudiaremos las funciones de los organismos elementales; después la histo-fisiología, para terminar con los fenómenos propios de los organismos compuestos. Gradación suave, de las manifestaciones fisiológicas, que empieza en las más sencillas y acaba en las más complejas; pero buscando siempre aquello que es común, que es general en los seres dotados de vida.

Únicamente así creemos que puede ser útil este estudio, sobre todo, teniendo en cuenta que en nuestras Universidades sirve de introducción al de la Fisiología humana.

CAPÍTULO V.

COMPOSICIÓN DE LOS ORGANISMOS.

ARTÍCULO V.

Teoría atómica.—Elementos químicos de los organismos.

—Combinaciones de éstos.—Materia organizada.

La Química nos dice que los elementos constitutivos de los organismos son los de *toda materia*, afirmando, de este modo, la unidad de composición de todos los cuerpos de la Naturaleza. Llegando á la división última á que pueden llevarse las organizaciones, queda demostrada esta verdad, de gran trascendencia en las ciencias naturales y biológicas.

Si los llamados elementos químicos, cuerpos simples, con cuyas combinaciones se forman la materia organizada y los organismos, los consideramos también en su división extrema, podremos llegar á los átomos, ya indivisibles é impenetrables: de aquí no puede pasar el análisis. Reuniéndose estas porciones pequeñísimas de materia, formaremos, con su agregación, los cuerpos; mas entre esas diminutas partículas se admite la existencia de otras, no más grandes, partículas de

sustancia etérea, á las que se ha dado el nombre de átomos imponderables; encontrándose, por consiguiente, en la constitución de los cuerpos, dos clases de átomos, ponderables unos, otros imponderables. En los primeros se pueden estudiar todas las propiedades de la materia, y los segundos serían atraídos por aquellos, por más que se repelen entre sí. En una palabra, los átomos ponderables obedecen á leyes conocidas, los imponderables se repelen por ley desconocida.

La hipótesis atómica, que sumariamente indicamos, como necesaria para conocer la constitución de los cuerpos, puede explicar las principales propiedades de éstos; y, realmente, la naturaleza de los átomos y sus relaciones, se nos revelan por la composición de los cuerpos y por sus propiedades; y á la inversa, las propiedades y composición de los cuerpos no dependen más que de las condiciones de los átomos. Quizás, pronto, la ciencia no vea más que una sola materia, en esas dos formas de sustancia (que llamamos materia y éter) y, allado de la unidad de fuerzas, aparezca perfectamente demostrada la unidad de materia.

Completamente inapreciable, fuera del alcance de nuestros sentidos, este límite extremo de división, necesario es que los átomos se agrupen en número considerable, para que se ofrezcan á nuestras investigaciones. Una vez que se haya

formado la agrupación, podremos encontrar el elemento químico, el cuerpo simple, con cuyas combinaciones tendremos la materia orgánica y los organismos.

Los principales elementos químicos que podemos encontrar en los organismos son: oxígeno, carbono, hidrógeno, ázoe, azufre, hierro, fósforo, sodio, calcio, potasio, magnesio, cloro, fluor y silicio (1).

Mas no todos estos cuerpos se ven en todos los organismos, ni se encuentran siempre en idénticas ó en parecidas proporciones: así en el mundo vegetal, se consideran como más esenciales los cuatro primeros, abundando, también mucho, el fósforo y el azufre. En las plantas marinas se ven, con frecuencia, el sodio, el bromo y el yodo,

(1) Beaunis dice que, en el cuerpo humano, se encuentran: el hidrógeno, en todos los tejidos y en todos los líquidos; el carbono, lo mismo, en todos los líquidos y tejidos; el ázoe, en algunos tejidos y en los líquidos; el oxígeno, en líquidos y tejidos también; el azufre, en las sustancias albuminoideas, jugo de los tejidos y secreciones; el fósforo, en la sangre, sustancia nerviosa, huesos, dientes y en los líquidos; el fluor, en los huesos, dientes é indicios en la sangre; cloro, en tejidos y líquidos; silicio, cabellos, sangre, bilis, epidermis, saliva, huesos; sodio, en la sangre, en todas las secreciones, jugo de los tejidos; potasio, en los músculos, glóbulos rojos, sustancia nerviosa y secreciones; calcio, huesos y dientes, y líquidos del organismo; magnesio, acompaña al calcio; *litio*, músculos, sangre, leche (indicios por el análisis espectral). Hierro, materia colorante de sangre, bilis, orina, quilo, linfa, sudor, leche; manganeso, acompaña al hierro; cobre, hígado y bilis; plomo, acompaña al cobre.

y en más ó menos cantidad el calcio y el potasio. En los organismos animales son también esenciales los cuatro primeros, ó mejor, los cinco. En los superiores, se pueden encontrar todos los elementos químicos indicados.

Llama, desde luego, la atención un hecho interesante: todos los cuerpos simples que, decimos forman las organizaciones, se hallan profusamente esparcidos en la superficie de la tierra, como depósito abundante para hacer fácil la renovación molecular que, de modo continuo, se está realizando en los seres vivos.

Nó con la materia especial de Buffón, sino con estos elementos se forman la materia orgánica y los organismos. Dar caracteres especiales, típicos, marcar bien lo que es la materia orgánica, es tarea sumamente difícil. Destinada la materia á pasar por las dos fases de inorgánica y viva, teniendo esas dos formas, ofrece, en cada una de ellas, fenómenos que pueden distinguirlas; pero, en lo que se refiere á la constitución íntima de la materia orgánica y de la inorgánica, se borran los caracteres diferenciales, y sólo podemos decir lo que, ya hemos enunciado anteriormente: que solamente los cuerpos simples citados son los que ha revelado el análisis, como aptos para formar parte de los organismos; que los demás cuerpos simples que la Química estudia, no pare-

cen tener aptitud para entrar en el comercio de la vida, estando plenamente demostrado que, muchos son, en absoluto, perjudiciales á la manifestación de los fenómenos fisiológicos. Por lo demás, ya se comprende que, uniéndose esos elementos en infinitas combinaciones, de la mayor ó menor complejidad de éstas y de los nuevos cuerpos á que dén lugar, ha de surgir la mayor ó menor complejidad de los fenómenos que presentén los organismos.

Obsérvase, desde luego, que los únicos cuerpos simples que, en los seres vivos, se encuentran en estado libre, son: el oxígeno, el hidrógeno y el ázoe (1); y que existen muy pocas combinaciones de dos elementos químicos; pero entre éstas se encuentra el agua, de importancia capital en todo organismo, como que su falta produce la muerte. Las combinaciones de tres, cuatro y cinco elementos son más numerosas: también las hay de seis y de siete elementos. Ejemplos de tres, nos los dán las grasas, hidratos de carbono; de cuatro, la urea; de cinco, la taurina; de seis el tau-rocolato de sosa, y de siete los hemoglobinos de la sangre.

La reunión de determinados elementos químicos dá lugar á que se formen los principios lla-

(1) Y el azufre en los schizofitos.

mados inmediatos, que existen en los organismos. Y, lo mismo estos principios, que toda materia organizada y viva, llevan, en sí, el caracter, el sello distintivo de lo organizado y vivo: destinados á continúa renovación por su destrucción incesante, la *instabilidad* es su caracter, como lo es otro y, muy principal, la *producción de fuerzas vivas*, con relación siempre al medio en que se agita el organismo.

Buscando, pues, dentro de las organizaciones los caracteres de la materia organizada, sólo podemos afirmar que, á la complejidad molecular, vá unida la instabilidad de los compuestos químicos; que el cambio y renovación de materiales, consecuencia de esa *instabilidad* de composición, llevan, en sí, la producción de fuerzas vivas.

Distinguir la materia, cuando no forma parte de los organismos no es ya tarea del fisiólogo: el químico dá sus caracteres.

ARTÍCULO VI.

Seres vivos. — Cuerpos inertes. — Diferencias morfológicas y de composición. — Concepto de organismo.

Todos los hechos, todos los fenómenos que observarse pueden en la Naturaleza, pertenecen sólo á dos clases de cuerpos: llamados unos, cuerpos inertes, inorgánicos; otros, organizados, vivos.

La observación de los fenómenos nos ha conducido al estudio de los cuerpos, en que se verifican. Como consecuencia de ese estudio, han podido las ciencias naturales formular un gran principio que, ya no es, ni puede ser discutido: *la unidad de composición de los seres vivos y de los cuerpos inorgánicos*. Para llegar al conocimiento y demostración de esta verdad, ¡cuánto tiempo y cuántos esfuerzos consumidos! Y hoy, al observar, aunque sea ligeramente, los fenómenos de la materia, en sus dos formas, viva é inorgánica, apenas si necesario es esfuerzo alguno para comprenderla.

Hay una serie de relaciones entre el mundo orgánico y el inorgánico, una armonía tal que, imposible es romperla sin desquiciar el universo. El

mundo mineral nos presta sus materiales, estableciéndose una corriente continua y constante, devolviéndole nosotros, por modo igual, continuo y constante también, los elementos que nos suministra. Y vive el vegetal, tomando, del suelo y del aire, los alimentos de sus tejidos y órganos, que utiliza el animal para su nutrición, devolviendo, por último, á la tierra, esos mismos alimentos. Admirable círculo, expresión fiel de nuestra existencia, cerrado marco de hierro, que no puede romperse, y en donde sin cesar se agitan, sin estabilidad siempre, en perpétuo movimiento, los principios constitutivos de todos los organismos. Verdad, y verdad perfectamente demostrada, nó metáfora más ó menos bella, es asegurar que el suelo que huella nuestra planta, tal vez es polvo de generación pasada, y quién sabe, si trascurridos algunos siglos, que horas son en la vida del universo, nuestra materia llenará los huecos que se abren á nuestros piés.

Esa unidad de composición de que hablamos, que se está realizando á nuestros ojos, envuelve otro problema de altísimo interés fisiológico, que importa conocer. El círculo de la materia, necesario á la vida, lleva en sí, por modo lógico, necesario, fatal dirémos, el círculo de fuerzas. El vegetal, que asimila las sustancias necesarias á su vida, lo hace en virtud de una fuerza que le es

propia, que radica en todos los elementos que constituyen la planta. El ácido carbónico, que penetra por las hojas, ó por sus raíces, lo hace en virtud de esa fuerza que se manifiesta siempre en determinadas condiciones; esa fuerza de afinidad, que es á la que nos referimos, se puede decir que es la que dá al vegetal la aptitud necesaria para que se realice su vida. Bajo la influencia de la luz y el calor del sol, fuente primera de energía, se forman combinaciones en las plantas, combinaciones que constituyen la nutrición, la cual no es más que la asimilación de ciertas sustancias y la trasformación de fuerzas vivas (luz y calor), en fuerzas de tensión. El animal, al convertir en sustancia propia, las del vegetal, absorbe una gran cantidad de fuerzas de tensión, que se hacen vivas, por virtud del trabajo químico de su nutrición. El círculo es, pues, tan completo, para la fuerza, como para la materia. Y no podía ser de otra manera, como vamos á explicar.

La noción de materia lleva en sí la noción de fuerza: son absolutamente inseparables. La idea más sencilla que pudiéramos formar de la materia no es otra que la de algo, que opone resistencia: el cuerpo material es, por tanto, lo que vemos ó lo que tocamos limitado por superficies resistentes, y mientras tengamos la idea de materia ó la idea de cuerpo, por léjos que llevemos

la división, siempre aparece ante nuestros ojos, ó ante nuestra imaginación, como *cosa* que ocupa un lugar en el espacio y que ofrece resistencia. Ahora bien, esa resistencia no podemos concebirla sin la existencia de fuerzas; y esa división, de que antes hablamos, supone fuerzas vencidas por otras para llegar á la disgregación de los elementos que forman la materia ó el cuerpo. Pero dejando estas disquisiciones, tal vez impropias de la índole de nuestro libro, resulta comprobada, de manera más sencilla y fisiológica, la afirmación que hacíamos antes: que las ideas de materia y fuerza son inseparables. En efecto, la ciencia dice que jamás ha podido observarse la materia, sin el movimiento: para nosotros, la materia se manifiesta por los cuerpos, y éstos nos son conocidos por los fenómenos que presentan. Y todos los fenómenos que se nos revelan, no son otra cosa que movimientos, los cuales no pueden existir, no pueden verificarse sin fuerza y sin materia. La fuerza, como dijo Leibnitz, es lo más esencial de la materia. No hay para qué insistir más sobre este punto, que necesariamente ha de volver á tratarse en otros capítulos.

Volviendo á las primeras consideraciones, referentes á los dos grandes grupos en que pueden dividirse todos los cuerpos que son objeto de estudio para el naturalista, y con especialidad, pa-

ra el fisiólogo, repetiremos que se han llamado los unos, *cuerpos inorgánicos*; *cuerpos vivos*, los segundos. Á pesar de la comunidad de origen, no obstante el incesante comercio establecido entre unos y otros cuerpos, márcanse diferencias, que importa conocer, que es oportuno y necesario señalar bien.

Estas diferencias se refieren principalmente á la forma, fuerzas y composición de los cuerpos. Hay un carácter constante en los seres vivos, que es la persistencia de la *forma*, no obstante la inestabilidad de los elementos químicos que entran en su composición, carácter que puede servir para dar, en fórmula abreviada, las diferencias de unos y otros cuerpos: «en los seres vivos hay un cambio incesante de materia, conservando siempre la forma; y en los cuerpos inertes hay cambios de forma, pero conservándose siempre la materia.» Lo cual es tan exacto que, los seres vivos, al perder su forma, es para dejar de ser vivos, mientras que, el cuerpo inorgánico subsiste siempre como tal, aun cuando variemos su forma al infinito.

Ese carácter de *persistencia de la forma*, mientras hay vida, tiene su análogo en la *permanencia de la materia*, en general: aquél principio es del mundo orgánico y éste, segundo, pertenece á toda la materia.

Un carácter diferencial, derivado de la fórmula expuesta, es la inestabilidad de las combinaciones químicas de los organismos, inestabilidad necesaria, como antes indicamos, para la circulación de materias que, en ellos, constantemente se realiza: el mineral aparece siempre en combinaciones más fijas. Además, un cuerpo simple cualquiera, un elemento químico constituye un cuerpo inerte. El sér vivo, aun en su manifestación más simple, en la más sencilla, necesita la reunión de varios de estos cuerpos para poder constituirse. Del mismo modo un cuerpo sólido, líquido, gaseoso puede ser y es, un cuerpo inerte: el organismo más inferior no puede manifestarse en uno sólo de esos tres estados. La heterogeneidad de sustancias y las diferencias de estado de los cuerpos, nos explican, en los seres vivos, la existencia de partes continentes y partes contenidas, pudiéndose comprender así el trabajo de composición y de descomposición incesante que en ellos tiene lugar, y todos los cambios de materia que realizan para el desarrollo y conservación de la forma que les es propia. Por virtud de esos cambios, es por lo que decimos, que el desarrollo de los seres vivos es por intususcepción de materia y el crecimiento en los inorgánicos por superposición. Así en éstos, la forma es accidental, mientras es esencial en los seres dotados de vida. La manera de verificarse el cre-

cimiento en los cuerpos inorgánicos es abonada para que adquieran proporciones colosales, como realmente puede ser y es, mientras que el desarrollo de los cuerpos vivos no sale nunca de ciertos límites.

La evolución del sér vivo está bien determinada: al nacer, lleva escrito que ha de morir, términos necesarios de una existencia. Las fases que recorre todo organismo, marcan nuevas diferencias con los cuerpos inertes, que sumariamente vamos á exponer.

Es un hecho admitido por la generalidad de los fisiólogos, que sólo la materia organizada, viva, engendra materia organizada y viva: «*omne vivum ex ovo, omnis cellula é cellula.*» Toda organización tiene individualidad propia, independiente, que pasa por sucesivas fases de desenvolvimiento, hasta completar el ciclo de la vida, si accidentes extraños no la cortan antes de terminar su evolución completa: el crecimiento y la reproducción son sus más ostensibles manifestaciones. En esta evolución hay verdaderos cambios en la constitución íntima de los organismos, significándose, en la última edad, por una cantidad, de materia inorgánica en los tejidos, mayor que la que existe en las otras épocas de la vida. Nada parecido se observa en el mundo inorgánico y, por tanto, inútil es buscar semejanza alguna des-

de este punto de vista, que no hemos de encontrar.

Por otra parte, estos fenómenos implican necesariamente la manifestación de fuerzas vivas, toda vez que sin éstas, sería imposible que aquellos se verificasen. Así es, en efecto: no hay cambio material en la economía sin que se produzcan fuerzas vivas; será mayor ó menor la cantidad de fuerzas que se nos revelará en un fenómeno cualquiera, pero éste no tiene lugar sin aquellas. Por último, los organismos mueren y, ya sea el organismo simple, ya el compuesto, la muerte significa la desaparición de la *forma*, y la devolución al reino inorgánico de los elementos que de él se separaron, para recorrer esa evolución determinada, ese ciclo marcado, que llamamos *vida*. Nada, repetimos, se observa en el mineral que pueda compararse con el *nacimiento, desarrollo, reproducción y muerte* de los organismos: nada, tampoco, con la manifestación de fuerzas vivas que, por virtud de estos diferentes fenómenos tiene lugar en todas, absolutamente en todas las organizaciones.

Son bastantes estos datos para comprender las diferencias que separan unos de otros cuerpos. Destinada la materia inorgánica á formar parte de los organismos, á constituirlos, manifiéstase en las organizaciones por fenómenos, cuyo estudio es exclusivo de la Fisiología. Cuando termina

la vida, vuelve la materia á la tierra, de donde procede: es, por consiguiente, la materia, inerte y viva, de un modo alternativo.

Con lo dicho hasta aquí, podemos ya elevarnos al concepto de organismo, que es de grandísimo interés conocer, por encerrarse en esa palabra el problema completo, íntegro de la Fisiología. Esconde en su seno los misterios de la vida, esos misterios que, por tantos siglos ocuparon la atención de médicos y filósofos, y que continuarán, en larguísimo período de tiempo, siendo motivo de eterno disputar y de contiúas investigaciones.

En los caracteres que antes dábamos, señalamos la individualidad propia de los organismos, independiente, sí; pero encerrada en los dos términos del nacimiento y de la muerte. Para llegar de uno á otro término, se realiza una evolución: el organismo, á medida que avanza en edad, vá sufriendo cambios, modificaciones que, sin apartarlo de su tipo son, sin embargo, bastante pronunciadas para que se revelen, haciéndose más ó menos perceptibles, según la mayor ó menor complicación del sér vivo. Y en todos los fenómenos que nosotros apreciamos, hay un carácter bastante general, para comprender todas las organizaciones, desde la más insignificante hasta la más elevada. La manifestación de vida á que nos referimos, es el movimiento; y, por ser la más ge-

neral, es por lo que la buscamos para que nos dé el concepto de organismo. Mas como antes dijimos que no se concibe la materia, lo mismo inerte que viva sin movimiento, podría aquí, tal vez, encontrarse contradicción con lo que ahora vamos á exponer. Sin embargo, no es así. El Dr. Hætinger nos dá resuelto el problema, sin contradicción alguna: su concepto de organismo, que vamos á transcribir, nos parece aceptable, porque envuelve todos los fenómenos de la evolución orgánica, sin penetrar en esas otras cuestiones, de eterno litigio, que no caben en estos estudios. Dice así: «Llámanse sér viviente á todo lo que se mueve, lo inmóvil es lo muerto. Vivir es, por tanto, sinónimo de moverse; pero de tal manera que el motor y el movido sean un sólo y mismo sér, á diferencia del movimiento que se produce á consecuencia de una impulsión externa. El cuerpo vivo se mueve á sí mismo: la fuerza y el efecto están en un sólo y único cuerpo; el cuerpo vivo lleva en sí mismo también, el principio, la fuerza de que proceden todos sus movimientos, toda su actividad. El animal irracional, por ejemplo, se lanza sobre su presa por la fuerza que le es inherente; pero la piedra, que recorre la distancia, no tiene en sí más fuerza, para verificar ese movimiento, que la que le presta la mano que la arroja al espacio. El animal es, pues, un sér vivo, la piedra un cuer-

po inerte. De esta manera se comprende, que llamemos organismo al cuerpo que, por sí sólo, se mueve, á diferencia del mecanismo que lo hace por impulso prestado. Así, el mejor cronómetro es un mecanismo, la más humilde hierba un organismo.

Aceptando este concepto de organismo, por fundarse en la más general y completa manifestación de la vida, podemos afirmar que abraza todas las organizaciones, caracterizándolas de modo que, no há lugar á confusión alguna; además, tiene la ventaja de señalar bien los límites de los dos órdenes de cuerpos, que presenta la Naturaleza, buscando en un *modo de movimiento*, en una de las *fuerzas vivas*, el carácter distintivo de los organismos. Aunque alguien quiera buscar en ese concepto otra interpretación distinta, confesamos ingenuamente que, ésta que nosotros le damos, es la única posible, dados los conocimientos actuales.

No debemos insistir más sobre este punto, que creemos suficientemente esclarecido.

CAPÍTULO VI.

FUERZAS DE LOS ORGANISMOS.

ARTÍCULO VII.

Ligera crítica histórica de las fuerzas. — De la irritabilidad. — Fuerzas físicas y químicas.

Ya, en lo antiguo, cuando no era conocida función alguna de los organismos, dedicábanse los Médicos á especulaciones, más ó menos trascendentales, sobre la naturaleza y el sitio del principio vital. No buscaban en la organización, en estado de salud, explicación alguna de los fenómenos fisiológicos, sino que por el contrario, antes de tener ligera idea de las funciones, intentaban remontarse al conocimiento de los primitivos principios. Así, no existe Fisiología en la Medicina hipocrática, y no puede llamar la atención que tengan las más absurdas ideas del uso de los órganos y aparatos, y que inventen *espíritus*, que sean los encargados de dirigir la economía entera; ni que, en la Medicina galénica sean, también, los *espíritus vitales* y los *espíritus animales* los fac-

tores esenciales y necesarios al funcionalismo de toda organización.

Mientras estas ideas imperan en la Medicina, la Fisiología no adelanta un paso, y no es posible encontrar en larguísimo período de tiempo (desde Hipócrates hasta el Renacimiento) progreso alguno en la ciencia de la vida. Verdad es que, dificultaba, por todo extremo, los adelantos fisiológicos, la singular manera de considerar los organismos y la *necesidad que se imponían* de admitir fuerzas extrañas para la explicación de fenómenos que, luego no se cuidaban de analizar. Es artículo de fe en la Medicina antigua, en la de la edad media, y en mucha parte de la moderna, que en toda organización hay *fuerzas* (1), encargadas de dirigir los actos vitales, y que éstos no pueden concebirse sin los *espíritus*, que luego se llaman *arqueos, impetum faciens, alma, principio vital*, etc., etc., según las distintas épocas y las diferentes escuelas.

Un estudio desapasionado, imparcial de la historia de la Fisiología nos dice que, cada uno de esos nombres representa grandes dificultades en

(1) Claro es que en todo organismo hay fuerzas y que, como antes hemos afirmado, no se concibe la materia sin fuerzas; pero lo que aquí censuramos es el afán de subordinar todos los fenómenos orgánicos á fuerzas extrañas á las organizaciones, buscando en aquéllas explicación de todos los actos vitales.

la marcha progresiva de esta ciencia, si no es que significa un largo retraso.

Cuando los fisiólogos no se han cuidado de especulaciones fisiológicas y no han tratado de investigar el poder del *arqueo*, ni el asiento del *alma*, los adelantos han sido notorios y los materiales, adquiridos por la Fisiología, grandes; y á medida que se han ido conociendo las funciones, que se ha visto y observado bien la manera de *obrar* de los órganos y aparatos, sin invocar fuerzas nuevas, extrañas á la economía, sino ateniéndose pura y simplemente á lo que resultaba de un examen atento y libre de toda preocupación, los problemas, que parecían imposibles de resolver, se han ido mostrando con más claridad y se han encontrado sencillos los que se presentaban como muy complicados.

Enseña ésto, bien claramente, que todas las hipótesis inventadas para explicar las fuerzas que actúan en los seres vivos, léjos de servir á los adelantos de la Fisiología, han sido rémora, nó pequeña, en su camino.

El primero que comprendió la necesidad de desterrar esa clase de fuerzas del dominio de la vida, fué Glisson, al traer, en 1672, á esta ciencia, la palabra *irritabilidad*, como propiedad general de la materia viva.

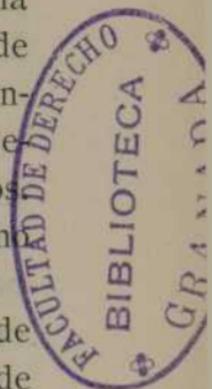
Según él, toda materia viva tiene una *aptitud*

particular, que llama *irritabilidad*, que puede ser solicitada por causas externas ó internas, fuera ó dentro del sér vivo. Glisson es el primer representante de la moderna Fisiología: la materia viva necesita una causa, un irritante que ponga en juego su actividad: sin esta causa, sin este irritante, la materia no muestra actividad alguna, es *inerte*.

Glisson no podía ser y no fué comprendido en su tiempo: hoy se conoce todo el valor, toda la importancia de su teoría. Un siglo después de Glisson fué cuando Haller introdujo la experimentación, aceptando la *irritabilidad*; pero empequeñeciéndola, al referirla sólo á los músculos. Sin embargo, la idea estaba aceptada y ya no desaparece de la Fisiología.

No es ocasión de analizar los cambios, más de nombre que de otra cosa, que sufre la teoría de Glisson: ni la *incitabilidad* de Brown, ni la *excitabilidad* de Tiedmann significan alteración alguna en la manera de considerar la *irritabilidad*, ni, aun las modernas ideas, las de la época presente, acerca de esto mismo, implican modificación en lo fundamental de esta teoría.

No intentamos, tampoco, hacer la historia de nuestra ciencia, en lo que se refiere al asunto que nos ocupa, sino que nos han parecido oportunas y necesarias esas ligeras indicaciones, como



preliminares de lo que vamos á exponer después.

Resumiéndolas se ve, que lo único que aparece aceptable desde la Medicina de Hipócrates hasta Haller, (460 a. de J. C. hasta 1777 de la era cristiana), sobre las fuerzas de los seres vivos, es la *irritabilidad* de Glisson: que cuanto se ha disertado y escrito, antes y después, de fuerzas directoras y reguladoras de toda clase de movimientos vitales es, cuando menos, inútil y ha resultado, en muchas ocasiones, perjudicial al progreso de la Fisiología.

Parecía natural que, con la triste enseñanza que ofrecen esos siglos, cuya historia brevísima hicimos antes (cap. 3.º), y la que más ligeramente hemos hecho ahora, que no se perdiera el tiempo en discutir sobre la *vida*, que viene á ser, en nuestros días, el problema de los antiguos, sobre el principio regulador de la economía. Sin embargo, no es así: sigue la discusión y, desgraciadamente seguirá, sin llegar á ningún resultado positivo, que no pueden darlo, en ciencias de análisis y experimentación, las especulaciones filosóficas. Y llevan estas discusiones honda perturbación á las ciencias, porque todo lo que se vé y observa, no es con el ánimo sereno y libre de prejuicios, sino que, por el contrario, se estudia todo á través del prisma del sistema, á que se rinde culto, no

alcanzando, por esta causa, en muchas ocasiones, verdadera y exacta explicación los fenómenos, cuyo mecanismo se trata de conocer. Por esto decíamos que, la teoría de Glisson representa en Fisiología un adelanto tan notable, que consideramos, como legítima consecuencia de ella, los progresos realizados en el siglo actual, el más fecundo en investigaciones fisiológicas. No sabemos la esencia de la atracción, de la afinidad, de la gravedad, ni se trata de investigar, y la Astronomía progresa, y adelanta la Química y la Física atesora grandes riquezas científicas. La Fisiología, contentándose con saber que los organismos son *irritables*, que responden á *causas irritantes*, tiene lo suficiente para ir descubriendo el mecanismo de los fenómenos que estudia, y analizarlos debidamente, para cuando llegue la hora de la *síntesis*, tener acopiados los materiales necesarios y formular las leyes de la vida.

Este camino es el único que ofrece, como término natural, la explicación de los hechos que se verifican en los seres dotados de vida, y el conocimiento de sus causas.

Huyendo, pues, de aquel terreno, que consideramos espinoso, y apartándonos de referir, á fuerzas extrañas á las que se observan en toda materia, los fenómenos que presentan los organismos, y teniendo siempre en cuenta que la *irri-*

tabilidad es la propiedad general de la materia viva, vamos á buscar, en la Física y en la Química, la explicación de esos hechos, el estudio de esas fuerzas. Y no es que, digamos con Muller que la Fisiología es la Física de los organismos, ni que creamos que pueda hoy la Química explicar de una manera completa y satisfactoria todos los fenómenos, de este orden, que se estudian en las varias organizaciones; sino que pensamos que seguir otro camino es cerrarnos voluntariamente las puertas de todo progreso, de todo descubrimiento, de toda explicación, en una palabra, de los hechos que son objeto de esta ciencia. Si no fueran bastante tanto tiempo perdido y tan estériles discusiones, tendríamos otra razón superior, de orden puramente científico, y que es la base de nuestras convicciones en este punto. Vamos á exponerla.

Hemos dicho antes y confirmado y admitido está que, la materia es viva é inorgánica, de modo alternativo; que, en eterno girar, pasa por los organismos llenando los huecos que la destrucción funcional incesantemente produce, adaptándose al sitio que ocupa y cumpliendo allí su destino. *Una, única* la materia, siempre la misma, *oxígeno* en la sangre, en los pulmones ó en la atmósfera, *hierro* en el hematíe ó en la tierra, *cal* en los huesos ó en el suelo que pisamos, dando vueltas

para constituir unas veces cuerpo vivo, inorgánico otras, no se comprende que, en ese círculo sin fin, sin variar esencialmente la materia, varíe la fuerza que aneja es de esta materia. Y la materia lo que hace es variar de sitio, de combinaciones, pudiendo haber, por esto, cambios en las condiciones de los fenómenos; pero sólo en las condiciones.

Es esta concepción tan racional y sencilla, responde tan perfectamente á uno de los grandes ideales de la ciencia, la *unidad*, que la creemos única capaz de resolver los árdulos problemas encomendados al fisiólogo. Tiene, además, en su abono, la brillante historia de este siglo, que ha conquistado, para la Fisiología, lugar preeminente entre las ciencias naturales y biológicas.

Hagamos punto aquí, y estudiemos ya esas fuerzas.

ARTÍCULO VIII.

Fuerzas físicas y químicas.

«No hay razón alguna, dice Preyer (1), para admitir que, en los cuerpos vivos, las fuerzas de la naturaleza inorgánica obren de distinta manera que en el resto del mundo.»

(1) Physiologie generale, pág. 198.

Admitido, decimos nosotros, que todos los fenómenos de la Fisiología, como todos los hechos que estudia la Física, no son más que variadas manifestaciones, formas diversas de un sólo fenómeno, *el movimiento de la materia*, no hay razón para buscar, fuera de la *Mecánica*, explicación de cuanto es objeto de nuestro estudio. Tan amplia y vasta es esta hipótesis que, dentro de ella, caben perfectamente todas las acciones químicas que pueden verificarse en los organismos y en el mundo inorgánico.

Las fuerzas físicas, llamadas por Wundt, *me-cánicas* si producen cambios de lugar de los organismos ó de sus elementos constitutivos, y *mo-leculares*, si determinan la producción de luz, calor, electricidad, explican hoy muchos fenómenos fisiológicos, de una manera completamente satisfactoria, y si otros escapan á nuestro conocimiento no es aventurado afirmar que la investigación fisiológica y la experimentación físico-química irán dando cuenta de todos los hechos elementales, cuyo conjunto constituye esos otros fenómenos complicados de las organizaciones superiores.

Se han llamado también las fuerzas, que se estudian en los seres dotados de vida, de *tensión*, y *vivas*: las primeras, (*en potencia, in posse, potenciales*) son la representación de la energía indivi-

dual, que está callada, oculta; pero que se manifiesta en forma de fuerza viva, sea ésta calor, trabajo mecánico, etc. Estas palabras «fuerza de tensión y fuerza viva, que trajo á la ciencia Helmholtz, tienen la ventaja, como expresa el traductor francés de Hermann (1), de expresar perfectamente el estado molecular de los cuerpos, en mútua presencia, según que las moléculas se mantienen separadas (*fuerza de tensión*) ó que llegan á unirse (*fuerza viva.*)»

En particular, de las fuerzas químicas, sólo diremos que explican también muchos fenómenos vitales y que, caben, como hemos afirmado, en la concepción expuesta sobre las fuerzas, en general, al principio de este artículo. Vulgar es, ya, que se hable de la química de la digestión, de la química de la respiración, etc., etc.; pero para aceptar la intervención de estas fuerzas en los actos fisiológicos, preciso es tener en cuenta que el elemento químico es idéntico en el sér vivo y en el cuerpo inerte y, natural es que las leyes á que obedece en uno y otro caso, sean idénticas también. Cierto es que difieren muchas de las combinaciones que se encuentran en unos cuerpos y en otros; mas esto sólo puede probar condiciones distintas en la manera de efectuar su

(1) Fisiología, pág. 6, nota.

unión los variados elementos químicos, en lo cual pueden influir muchas causas. Obsérvase, en confirmación de lo que acabamos de decir, que las combinaciones de los elementos químicos, para formar los cuerpos inorgánicos, son siempre en proporciones constantes, mientras que, en el ser vivo, son en proporciones variables; lo cual, después de todo, no es más que natural consecuencia del distinto destino de estos cuerpos. Implica, por último, esta variación, sólo modos diversos de la manifestación de las fuerzas.

No es posible entrar en el análisis de estas fuerzas para averiguar hasta donde alcanza su influencia en los actos fisiológicos; pero el estudio de estos fenómenos lo irá demostrando cada vez más, como lo ha demostrado ya en todos los que nos son conocidos: y cuando á este conocimiento se agregue el de la *energía cósmica*, de tan alto interés para la vida de todos los seres, entonces podrán darse por resueltos muchos problemas que hoy miramos como de difícil, sino imposible solución.

ARTÍCULO IX.

Fuerzas de tensión y fuerzas vivas.

El número inmenso de fuerzas que los antiguos invocaban en la explicación de todos los fenóme-

nos, que eran objeto de su estudio, ha ido reduciéndose de tal manera que, se ha llegado hoy á la idea de la *unidad de fuerzas* en la Naturaleza, produciendo una verdadera revolución en la ciencia.

La *unidad de fuerzas*, aceptada por los naturalistas, supone grandes variaciones en el modo de manifestarse, grandes cambios, trasformaciones, en una palabra; puesto que la materia nos revela sus fenómenos en formas diversas y muy variadas. Y como estos fenómenos no son más que modos de movimiento, en vez de aceptar para cada uno de ellos, una fuerza nueva y distinta, se considera que todos son producidos por *una sola* que se manifiesta en distintas formas.

La idea de una fuerza que se cambia, que se transforma, deja entrever ya claramente la indestructibilidad de esta fuerza, afirmando más el principio de que en la Naturaleza sólo asistimos á cambios de materia y fuerza, nunca á creaciones. La conservación de la fuerza, la permanencia de la materia, la ley de equivalencia de las fuerzas son las más bellas conquistas de la Física moderna.

La luz, el calor, el trabajo mecánico, la electricidad son modos de movimiento; manifestaciones diversas de una sola fuerza. Pero, antes de continuar, ¿qué es la fuerza? ¿qué entendemos por

esa palabra? Marey dice (1): «cuando la materia obra, es decir, cuando cambia de estado, ocurre lo que llamamos un fenómeno y, por una nueva simplificación del lenguaje, designamos con el nombre de *fuerza* la causa desconocida que ha provocado este fenómeno. Un cuerpo que cae, un río que corre, un foco que nos calienta, un relámpago que brilla, dos cuerpos que se combinan, etc., etc., todas estas cosas corresponden á manifestaciones de fuerzas que nosotros llamamos gravedad, fuerza mecánica, calor, electricidad, luz, afinidad química, etc., etc.»

La materia se nos revela, pues, por fenómenos que no son más que movimientos; pero, ahora ocurre la misma pregunta: ¿qué es el movimiento? Fournié dice (2): «el movimiento es señal expresiva de todo lo que es.» «El movimiento no es el principio que anima la materia; el movimiento no es más que el modo expresivo de su actividad: es por lo que conocemos esta actividad, nó en su principio, nó en su esencia, sino en sus efectos.» «Nuestros sentidos, añade más adelante, nos prueban que el movimiento, sin ser el principio de las cosas, es la manifestación sensible de la actividad material y la condición indispensable de esta actividad.»

(1) La machine animale, pág. 2.

(2) Physiologie du Systeme nerveux cerebro-spinal, pág. 1.^a y 2.^a

Siendo todos los fenómenos movimientos, ya se comprende la variedad inmensa que estos ofrecen; y estudiar las fuerzas es, para el físico, lo mismo que para el fisiólogo, estudiar los variados movimientos que á su observación se presentan.

El calor, la luz, la electricidad son modos de movimiento: considerábanse como fuerzas distintas y hoy se estudian sus trasformaciones: la luz eléctrica es conocida ya por todo el mundo, de la misma manera que las trasformaciones del calor. Las aplicaciones de este principio han determinado los inmensos progresos de la industria moderna.

Antes de exponer las leyes de constancia y de equivalencia de las fuerzas, recordemos que se llaman *fuerzas de tensión, ó potenciales*, las que se limitan, según Wundt, á una simple tendencia al movimiento, mientras que las *vivas ó actuales* dan lugar á movimiento. «Dos moléculas, dice Hermann (1), que tienden á combinarse, una molécula de carbono, por ejemplo, y una molécula de oxígeno, representan cierta cantidad de fuerzas de tensión, en tanto que su unión se halla impedida por alguna circunstancia. No puede producirse el movimiento de las moléculas, la fuerza viva, si no desaparece el obstáculo. Si llega á ser

(Fisiología, pág. 6.

eliminado, se verifica la unión, es decir, es un encuentro de las dos moléculas el primer fenómeno que acompaña al hecho de quedar en libertad la fuerza de tensión.»

Para comprender mejor lo que entendemos por *fuerzas de tensión* y por *fuerzas vivas*, pondrémos algunos ejemplos, tomados de los dos fisiólogos citados (Wundt y Hermann) que, con toda claridad revelan el verdadero significado de esos dos términos. Un reloj en movimiento; pero detenido en su marcha por un obstáculo cualquiera, representa cierta cantidad de *fuerzas de tensión*; si se quita el obstáculo, comienza de nuevo el movimiento, *fuerza viva*. Un peso suspendido de una cuerda, representa *fuerzas de tensión* (la tendencia á caer): si se corta la cuerda, el peso cae (*fuerza viva*). Un estanque lleno de agua; pero sin poder escapar (*fuerzas de tensión*): si se le dá salida, comienza el movimiento (*fuerza viva*). Una cantidad de pólvora (*fuerzas de tensión*): si se aplica una chispa (sonido, luz, calor, *fuerzas vivas*).

En estos ejemplos, como en otros mil que pudieran citarse, se vé el cambio de fuerzas de tensión en fuerzas vivas, que es lo que constantemente sucede en los organismos. Las combinaciones químicas no son más que la unión de elementos que se encontraban separados, representando,

mientras no se combinaban, fuerzas de tensión, y trasformándose en vivas, al realizarse la unión; y, á la inversa, en las descomposiciones hay pérdida de fuerzas vivas y formación de una cantidad igual de fuerzas de tensión.

Se ha demostrado que las cantidades de fuerzas de tensión y de fuerzas vivas son constantes, que es lo que ha servido para establecer *la ley de constancia de las fuerzas*. Verdad es que la trasformación de unas fuerzas en otras, es consecuencia natural de la constancia de las mismas. Y que se trasforman es un hecho perfectamente comprobado. Para llegar á este resultado, necesario ha sido medir las fuerzas y determinar las unidades que sirven de término de comparación.

Para la unidad de calor, ó *caloría*, se ha tenido en cuenta que, para elevar uno ó más grados la temperatura de una cantidad dada de una sustancia, se necesita siempre la misma cantidad de calor. Así se entiende por *caloría*, la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un kilogramo de agua.

La unidad de trabajo es el kilográmetro, ó sea la cantidad de fuerza necesaria para elevar un kilogramo de peso á un metro de altura; y para la electricidad se mide por la cantidad necesaria para descomponer un volumen dado de agua.

Con estas medidas, el problema de la trasfor-

mación de las fuerzas puede abordarse, llegando á determinar los equivalentes respectivos de cada una de ellas.

Beclard indicó ya, en sus experimentos de la contracción muscular estática y dinámica, la transformación del calor en trabajo mecánico é inversamente, aunque de una manera confusa.

Mayer es el que formuló, por primera vez, la ley de constancia y de equivalencia de las fuerzas. Los trabajos de Tyndall, de Rumford, de Joule han venido á demostrar que, son una misma cosa calor y trabajo mecánico, ó mejor, que esas dos fuerzas se trasforman, se cambian la una en la otra, según la indicada ley. La cifra 425 kilográmetros expresa el equivalente mecánico del calor, es decir, que la fuerza representada por la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado la temperatura de un kilogramo de agua, puede, en otra forma, en la de trabajo mecánico, elevar á la altura de un metro un peso de 425 kilogramos.

De la misma manera que la transformación del calor en trabajo mecánico es un hecho perfectamente demostrado y que, con toda precisión se determina y se mide, también es cierto, aunque no pueda medirse con igual exactitud, que la electricidad se transforma en luz, en calor, en acciones químicas, en trabajo mecánico.

Este estudio, como ya indicamos, es del más grande interés en Fisiología: explícanse, por esta ley, multitud de hechos que parecían escapar á nuestra penetración, y resultan, sencillos en su mecanismo, otros que se nos presentaban como muy complicados.

La planta, que es impresionada por las vibraciones de la luz y del calor del sol, acumula en su interior fuerzas de tensión, que pueden permanecer por largo espacio de tiempo sin manifestarse, sin trasformarse en fuerzas vivas. Los inmensos depósitos de carbón que utilizamos hoy en nuestras máquinas y en nuestros hogares representan enormes cantidades de fuerzas de tensión que trasformamos en luz, en calor, en trabajo mecánico.

El consumo de los vegetales por los animales, por el hombre, lleva en sí la absorción de cantidades mayores ó menores de fuerzas de tensión que luego aparecerán, como vivas, en cualquiera de sus formas. Con razón se dice que el sol es la primera fuente de *energía*, ó según la frase de Molleschot, que « todos los seres que viven y se mueven, reciben su vida de la luz del sol. »

CAPÍTULO VII.

FORMA DE LOS SERES VIVOS.

ARTÍCULO X.

Problemas de la Morfología.—Organismos elementales y organismos compuestos.

Es carácter esencial de los seres vivos tener forma propia, que conservan á pesar del gasto continuo que la actividad funcional ocasiona. Por eso, paralelamente al gasto, á la destrucción molecular, vá unida la renovación de las sustancias perdidas. Y de la armonía de estos dos factores resulta el equilibrio orgánico y fisiológico.

En las primeras edades de la vida aumentan los ingresos para atender al crecimiento y, cuando el organismo alcanza su completo desarrollo, permanecen iguales pérdida y renovación, en un período, más ó menos largo, según la individualidad, para aumentar la destrucción en los tiempos últimos de la existencia, hasta el punto de impedir el funcionalismo orgánico, llegando á la desaparición de la forma. Círculo de la existen-

cia, claramente manifiesto, en el que podemos señalar dos hechos importantes y fundamentales: 1.º, los organismos *funcionan, trabajan*: 2.º, los organismos conservan su forma por y á pesar del cambio continuo de materiales. Lo cual no es, en definitiva, más que la manifestación de sus energías, que nosotros apreciamos por la función y por la forma de los organismos. Forma propia, característica y función son, pues, elementos que no podemos separar de la idea de individualidad orgánica.

Pero los individuos no son en todos los tiempos, en todas las edades morfológicamente idénticos á los que podemos tomar como tipos en la especie, y es lógico pensar que esas variaciones aunque sean accidentales, deben provenir de causas que obran de una manera continua hasta producir modificaciones en la forma primitiva; y al conservarse estas alteraciones en nuevos individuos, hay que buscar otras causas para su transmisión y conservación ulterior. Dicho se está que, en el primer caso, hay que invocar, para explicarlos, á las *influencias cósmicas* y á todas aquellas circunstancias, capaces en un tiempo, siempre largo, de introducir esos cambios; y en el segundo caso, á la *herencia*, que puede aclarar ese fenómeno.

Se vé que el problema es extraordinariamente

complicado y que merece bien la preferente atención que, en nuestros días, le dedican los naturalistas más distinguidos.

Sabido es que la *Morfología*, el estudio de las formas de los seres dotados de vida, no cabe dentro de la Fisiología; y, si nosotros le dedicamos algunas páginas es sólo porque, como ya hemos indicado, la conservación de la forma es carácter esencial de los seres vivos, y como para esta conservación se necesita que la actividad de los organismos se manifieste, que funcionen, no podemos prescindir de señalar la conexión íntima que existe entre la función y la forma y decir, aunque muy de paso, los importantes problemas que encierra la Morfología.

Aun hemos de hacer notar, con relación á lo expuesto al principio, un hecho de gran importancia en el estudio de las formas, hecho bien observado y del cual pueden sacarse interesantes deducciones.

Nos referimos á la observación, ya establecida, de que los organismos superiores representan en su evolución embrionaria todos los organismos que les son inferiores; como si la naturaleza quisiera, en ese primer período de la vida, darnos una expresión abreviada y transitoria de los cambios que las organizaciones han ido experimentando para llegar á las consideradas como más

perfectas; debiendo llamarnos la atención que muchas de las formas que observamos en la evolución embrionaria de los seres superiores, que en éstos son transitorias, son permanentes en los organismos de más imperfecto desarrollo. Así, por ejemplo, el corazón del pollo, desde una vesícula, se hace corazón de pez, luego de reptil y, por último, se convierte en el órgano central de la circulación del ave, con sus cuatro cavidades, sus dos aurículas y sus dos ventrículos. Este ejemplo es tanto más notable, cuanto que ese órgano está funcionando antes de llegar á tener su forma definitiva; pero vesícula contractil se mueve, funciona y, gracias á las causas que sobre ella actúan y á su función, se vá modificando hasta adquirir su completo desarrollo, con la forma que ya ha de conservar por todo el tiempo que dure la vida del animal. Causas dentro, energías de fuera, herencia son las determinantes de la forma última, que ha de ser definitiva, sin que sea posible prescindir de la función, á la que está encomendado papel principalísimo en la historia del desenvolvimiento orgánico.

Seres dotados de forma propia son, pues, los seres vivos, y en la escala extensa de las organizaciones, pueden marcarse dos grandes gru-

pos, según la sencillez ó complicación orgánica, distinguiéndose de esta manera *los organismos elementales* y los llamados *organismos compuestos*. Representación, la más sencilla, de la vida los primeros, fórmanse los segundos por la reunión de células, organismos elementales. Considérase el *protoplasma*, como el grado inferior de organización: y, aunque en realidad así es, nosotros comprendemos bajo el nombre de *célula* desde el protoplasma sólo, aislado, hasta la llamada *célula perfecta*, con su cubierta, masa protoplasmática, núcleo y nucleolo.

Pero, entre el organismo simple y el compuesto, tenemos los tejidos, órganos y aparatos que se derivan del primero y que forman parte integrante de los segundos, habiendo sido mirados por algunos fisiólogos como grados distintos de la individualidad anatómica y fisiológica. El estudio general fisiológico de tejidos, órganos y aparatos debe ser intermedio de unos y otros organismos, antes de los compuestos y después de los elementales.

Lo mismo el organismo elemental (célula), que el organismo compuesto (hombre) tienen forma propia, característica y realizan una serie de actos, que se traducen por la conservación de esa forma y su trasmisión á otros seres. Esos actos, llamados *funciones*, van á ser objeto de nues-

tro estudio, lo mismo en unas que en otras organizaciones; pero siempre desde el punto de vista general, en que nos hemos colocado, para buscar las condiciones elementales de los fenómenos.

Antes dirémos algunas palabras sobre la función en general.

CAPÍTULO VIII.

FUNCIONES EN LOS SERES VIVOS.

ARTÍCULO XI.

Función. — Concepto. — División.

Se ha definido la *función* en Fisiología, diciendo que consiste en una serie de actos, realizados por órganos ó aparatos que concurren á un fin común. Este modo de considerar la *función* tiene, entre otros, el inconveniente de no abrazar las que se ejecutan en los organismos elementales, ni en esos otros organismos, que no tienen la diferenciación anatómica, ó la perfección que supone la existencia de órganos y aparatos, encargados de actos, propios y especiales de cada uno de ellos. La palabra *función* supone, en Fisiología, actividad, trabajo de la materia que constituye los organismos, sean estos simples, sean compuestos; y, como esta actividad no se concibe en la materia viva (que carece de espontaneidad) sin un estímulo, sin un excitante, de aquí la necesidad de admitir esos dos elementos para comprender bien una *función*. *Irritante y materia irritada* que

muestra su actividad son, pues, los términos primeros, precisos de esos fenómenos que estudiamos en los seres vivos con el nombre de *función*. Pero esa actividad debe tener un objeto, y éste es el tercer término que completa el concepto que analizamos.

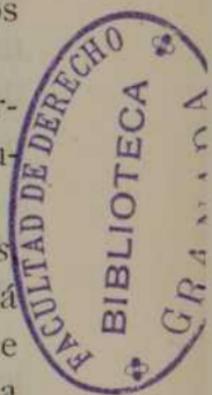
Estudiando lo que ocurre en los organismos (que es el verdadero objeto de la Fisiología), podremos conocer bien las condiciones necesarias para que tengan lugar esos fenómenos, que llamamos funciones, y el número y clase de éstas. Desde luego se comprende, sin esfuerzo alguno, que los fenómenos que se observan en las organizaciones suponen cambios, más ó menos importantes, en su materia y en las fuerzas; y para que esto se verifique indispensable es que haya trabajo y que se cumpla algún objeto. Así es, en efecto. Las sustancias líquidas ó gaseosas, que se ponen en contacto con el protoplasma, despiertan su irritabilidad y penetran en su interior, estableciéndose corrientes de gases y de líquidos; del mismo modo que los alimentos, ingeridos en nuestro tubo digestivo, determinan la secreción de jugos, que los disuelven, para que puedan llegar hasta la sangre, y de igual manera que el aire penetra en los pulmones, á través del fino epitelio de estos órganos. Se vé que el primer fenómeno de estos actos es el estímulo ocasionado por las sus-

tancias, y el segundo su penetración en el interior de los organismos. Si son conducidas dentro, no es para que sean expulsadas inmediatamente, sino para que formen parte del protoplasma, tejido ú órgano á donde llegan, (para lo cual pueden experimentar las trasformaciones necesarias), ó bien para que dén lugar á productos nuevos que serán eliminados. Se producen, con este objeto, reacciones químicas, que ocasionan la formación de *calor* y de *electricidad*, nuevos fenómenos que acompañan á los anteriores y que son, como es sabido, *fuerzas vivas* que resultan de los cambios materiales.

No se rompe la cadena: los eslabones están perfectamente enlazados y hay que recorrer el círculo que forman estos actos.

En los organismos se producen *movimientos* que no son sólo los moleculares que dan lugar á algunos de los fenómenos anteriores, sino que se refieren lo mismo á la totalidad, que á cada una de las partes que constituyen las organizaciones. El *movimiento* es función importantísima de los organismos todos, desde el protoplasma hasta el hombre.

Pero el *movimiento* supone *sensibilidad*, ya sea la rudimentaria y grosera del *amibo*, ó la perfeccionada de los organismos superiores, con sistema nervioso, bien desarrollado, y que se revela



por los fenómenos de vibración nerviosa, sensación, percepción, etc., etc. Nueva función de importancia suma que, bien merece la investigación prolija de sus condiciones elementales y la atención de los sábios.

La *generación* de nuevos seres se verifica siempre á expensas de otros: de un organismo nace otro organismo, de un protoplasma, otro protoplasma. *Omne vivum ex ovo; omnis cellula é cellula.*

El organismo que nace, el sér nuevo se desenvuelve, crece, se desarrolla, en una palabra, hasta adquirir las proporciones, la forma de aquel de quien procede. Éste le trasmite muchas de sus propiedades.

Generación, desarrollo, herencia, son funciones de otro orden propias y exclusivas también de los organismos.

Como antes decíamos, las funciones, en los organismos, están tan íntimamente unidas, como unidas están la materia y la fuerza de los mismos. Al romper la cadena por un punto, hay que seguir forzosamente el camino señalado por la Naturaleza. Se empieza por los *cambios materiales*, se sigue por los *cambios de fuerza*, para llegar á los que llama Preyer «*cambios morfológicos.*» Este autor, cuyo punto de vista, en lo que se refiere á las funciones fisiológicas, hemos seguido, acepta

un número mayor de éstas, que las que nosotros creemos bastantes para explicar todos los fenómenos de los organismos. En lo que no hay, ni puede haber diferencias es en considerar unas, las *nutritivas*, como *cambios materiales*, las llamadas de *relación* por otros AA., como *dinámicas*, como *transformaciones de fuerzas* y las de *reproducción*, como *formadoras*, *cambios de forma*.

Las funciones que se pueden estudiar en los organismos, son, por tanto, las siguientes:

Fenómenos de cambios materiales, ó funciones nutritivas.	Penetración de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas en los organismos (<i>digestión, absorción, respiración, circulación</i>). Fijación en el interior de estas sustancias (<i>asimilación</i>). Formación de otras nuevas (<i>secreción</i>). Eliminación de estas (<i>escreción</i>).
Cambios de fuerzas, funciones dinámicas.	Producción de calor y de electricidad. Movimientos. Sensibilidad.
Cambios de forma, reproducción, ó formadoras.	Generación. Desarrollo. Herencia.

Estudiando lo que se observa en los organismos para conocer el valor de la palabra *función*, hemos llegado á una clasificación de estos fenóme-

nos, que creemos los abraza todos en el orden con que la Naturaleza los presenta; pero es bueno hacer constar que, simple esbozo de función en los organismos elementales, ván complicándose más y más á medida que aumenta la perfección orgánica, viéndose clara y evidente la *ley de división del trabajo*, en los órganos y aparatos que ván apareciendo encargados de los diversos actos funcionales que realizan el proceso vital. Y debe notarse también, como el ejercicio puede perfeccionar y perfecciona ciertas funciones, y como la falta de actividad hace perder á los órganos y aparatos la aptitud que les dió el ejercicio y que la *herencia* trasmite.

Por las ligeras indicaciones, hechas al principio, de la necesidad de un estímulo, de una causa irritante que obre sobre la materia, se comprende que allí, en donde esta materia sea una masa de protoplasma, las funciones han de aparecer con una sencillez tal que, apenas si cabe establecer línea de separación entre unas y otras funciones; sin embargo, distínguense bien y se aprecia el *cambio material*, diferente del *movimiento*, como se aprecia la segmentación del protoplasma y la *formación de un sér nuevo*, distinta de los anteriores; y es posible comparar la *circulación de líquidos y gases* en el interior del protoplasma, con la *circulación de la sangre* en los orga-

nismos superiores y la penetración del aire en sus pulmones; pero, á la vez, se concibe la idea de un *substratum material*, sobre el cual obra un irritante, que lo modifica en un sentido determinado, que se manifiesta por esas formas rudimentarias de función para terminar en los complicados aparatos orgánicos que han ido surgiendo por esas modificaciones lentas y sucesivas del *irritante* sobre la *materia irritada*.

Estudiémos ya, siquiera sea brevemente, estas diversas funciones en los organismos elementales y en los compuestos.

SEGUNDA PARTE.

FISIOLOGÍA DE LOS ORGANISMOS ELEMENTALES.

CAPÍTULO I.

FENÓMENOS DE CAMBIOS MATERIALES Ó FUNCIONES
DE NUTRICIÓN DE LAS CÉLULAS.

ARTÍCULO XII.

Consideraciones generales.—Morfología de la célula.

La vida de los organismos elementales, como la de los compuestos, no se sostiene sino por un cambio incesante con lo que les rodea. Introducción de unas sustancias y eliminación de otras son los términos, primero y último, del proceso nutritivo, proceso el más general y el más importante del mundo organizado.

El vegetal y el animal que viven es por su comercio con el mundo exterior, y los fenómenos que tienen lugar en el interior del protoplasma ó en la trama de los tejidos son expresión del tra-

bajo nutritivo que se realiza en ese laboratorio, en parte conocido y en parte misterioso, de las organizaciones.

El estudio de estos fenómenos exige, como condición indispensable el conocimiento de los organismos en que se verifican. Por eso comenzaremos por dar los caracteres de forma, composición, etc., etc., de los organismos elementales, dedicando este artículo á lo que se llama:

Morfología de la célula.—La célula, foco de vida de Virchow, es la primera unidad morfológica (1), en que se manifiestan los fenómenos que estudia el fisiólogo. Obsérvase sola, aislada, constituyendo verdaderos organismos: agrúpase de diversos modos para formar confederaciones celulares, que son organismos de más elevado ran-

(1) Antes de llegar á la célula y en esa serie ascendente de lo infinitamente pequeño, del átomo á la célula. han buscado histólogos y fisiólogos otros cuerpos, no bien definidos morfológicamente. Y esa ganga mucilaginosa que Carpanter encontró en lo hondo de los mares y que Huxley describió el primero, ese limo viscoso, grisáceo, que se extiende en grandes redes y en el que se observan gránulos redondeados, *cocolitos*, fué para este último profesor, lo mismo que para Hæckel, la primera manifestación de seres vivos, á los que llamaron Bathybius. Verdad es que, algún tiempo después se negaba su existencia, y el mismo Huxley dijo que se había equivocado al analizar la sustancia encontrada en el fondo de los mares. El año 1876, Mœbius dice que el Bathybius no es otra cosa que un precipitado de yeso, disuelto en el agua del mar á beneficio del alcohol. Por último, otro profesor alemán afirma la existencia del Bathybius, y el Dr. Greff añade que la *pelomyxa*, (monera del agua dulce) tiene los mismos caracteres del Bathybius.

go. Lo mismo el vegetal, que el animal están formados por la reunión de estos corpúsculos elementales. El microscopio encuentra siempre esa primera forma elemental en la constitución de todos los seres. La forma es lo que ha hecho se le dé el nombre de *célula*. Mas la manera de apreciar las partes componentes de ese diminuto sér ha sido distinta, no habiendo influido poco, en la diversidad de opiniones, las tendencias, más ó menos variadas, de los estudios histológicos.

Ya se ha considerado la célula como verdadera vesícula, provista de cubierta resistente, que encerraba en su interior un líquido; ya como una masa redondeada, sin envoltura alguna: admitíase, unas veces, como constante el núcleo, negábase otras, de igual manera que la presencia de un nucleolo.

Schleiden y Schwann, Arnold y Köelliker, Schultz y Huxley, Brücke y Beale y otros mil dejaron bien demostradas todas las partes constitutivas de ese organismo elemental. Köelliker describió cuatro fases en la vida de las células, que son: la de protoblastos (1) sin núcleo, protoblastos con núcleo, células verdaderas y células transformadas. El mismo histólogo llama *célula verdadera ó perfecta* á la que consta de las siguientes partes: *cubierta, protoplasma, núcleo y nucleolo*. La cu-

(1) Células sin cubierta.

bierta recibe el nombre de *ectoblasto*; el protoplasma se ha llamado *bioplasma*, *citoplasma*, *endoplasma*: el núcleo, *citoblasto* y *mesoblasto*, y el nucleolo, *entoblasto* y *corpúsculo del núcleo*.

Cornil y Ranvier definen la célula diciendo que «es una masa de protoplasma, que encierra un núcleo» (1).

El Dr. Maestre de San Juan, nuestro querido maestro, al definirla, la describe de este modo: «la unidad orgánica forme, irreducible, anatómicamente hablando, ora semisólida, ó bien semifluida, formada por una sustancia albuminoidea (materia organizada viva) de aspecto fibrilar ó reticular, asiento de la irritabilidad y de la contractilidad, dotada de todas las funciones que exige la vida en sus variados actos nutritivos, de relación y de generación, y la cual se apreciará en unos casos (mayoría de las células vegetales) ofreciendo cubierta, protoplasma, núcleo y nucleolo para constituir la célula perfecta, y en otros (mayoría de las células animales y constantemente en el origen de las mismas) desprovistas de cubierta, y únicamente formadas por un protoplasma nu-

(1) Nuestro ilustrado compañero, el Dr. García Solá, critica esta definición en su Memoria «Examen crítico de las teorías histogénicas dominantes», premiada por la Real Academia de Medicina, en el concurso de 1883, y propone esta modificación: «la célula es un protoplasma casi siempre nucleado.»

clear, protoblasto ó cytoplasma, siendo entonces denominadas células imperfectas ó glóbulos orgánicos» (1).

Estas descripciones, mejor que definiciones, de la célula indican las partes constitutivas de este pequeño organismo y, pareciéndonos todas aceptables, no vemos la razón por qué ha de conservarse el nombre de *célula imperfecta* á la que consta sólo de una masa de protoplasma, con núcleo. Tiene los dos elementos necesarios á la vida de la célula, puede realizar todas las funciones encomendadas á estos microscópicos seres y, abundan de tal manera que, casi todas las células animales son, por lo menos en su origen, protoblastos. Puede aceptarse convencionalmente; pero nunca para indicar, como parece deducirse de ese nombre, imperfección anatómica ó fisiológica.

Caracteres de la célula.—*Forma:* la forma tipo es la esférica, por más que sufra variaciones que la modifican profundamente: esférico es el *óvulo*, esféricas son las células embrionarias.

Los cambios de forma, que pueden observarse, parecen depender de la evolución propia de la célula: lo mismo la que se encuentra sola, aislada formando un organismo monocelular (moneras),

(1) Histología normal y patológica.

que la agrupación de muchas células, constituyendo más elevado organismo, han de acomodarse al medio en que viven, á la atmósfera que las rodea y, según los actos, según las funciones que desempeñen, así tomarán ésta ó aquella forma, amoldándose siempre á las circunstancias especiales de su vida. Considerado de este modo el cambio de forma de las células, claro es que no aceptamos la explicación que dá Frey de este fenómeno, sino que creemos que la evolución propia de estos organismos y su adaptación al medio en que viven son los factores de estos cambios.

Las variaciones de forma más notables que pueden notarse en las células son: discoideas, como los *hematies*; poliédricas, como las *células glandulares*: fusiformes, *endotelio de los vasos*; cilíndricas y cónicas, *epitelio de la mucosa intestinal*; radiadas, *gánglios nerviosos del simpático*: poligonales, *epitelio pavimentoso*. El Dr. Ramón y Cajal (1) reduce las formas celulares á seis tipos, que son: « 1.º, *formas aplanadas*, (glóbulos de la sangre, célula conjuntiva, endotelios, etc.; 2.º, *formas prismáticas*, (células cilíndricas y cúbicas de las glándulas mucosas, músculos); 3.º, *formas esferoidales*, (las células embrionarias, leu-

(1) Manual de Histología normal y de técnica micrográfica, Valencia, 1884, pág. 177.

cocitos, cartilaginosas, medulocelas, etc.; 4.º, *formas estelares* ó de estrella (las nerviosas, tejido conectivo mucoso, pigmentario, etc.; 5.º, *fusiformes* (ciertas células conectivas, fibras lisas etc.); 6.º, *poliédricas*, (epitelios estratificados, tejido adiposo, nervioso etc.)»

Volumen: el tamaño de las células varía de un modo considerable; pero siempre dentro de dimensiones microscópicas, aunque hay algunas que pueden apreciarse á simple vista. El *óvulo* es una de las células que alcanza mayor tamaño: 0,23 mm. Las células adiposas oscilan de 0,03 á 0,13 mm. La nerviosa alcanza de 0,09 mm. á 0,04 mm., y los hematies, células, las más pequeñas del cuerpo humano presentan un diámetro de 0,006 mm. á 0,007 mm. En las *gregarinas* han podido notarse células de grandes proporciones 1,5 mm.

Elasticidad: gozan de elasticidad todos los elementos anatómicos, siendo más notable esta propiedad en los *hematies* y en los *corpúsculos corneos*.

Coloración: en general puede decirse que las células son incoloras: se observa, sin embargo, en algunas un tinte amarillento, como en los *hematies*, oscuro ó moreno-amarillento como en las células nerviosas y en las pigmentarias.

Estructura.—La cubierta celular, elemento de poca importancia en la vida de la célula es, en general, delgada, trasparente, sin estructura propia: en ocasiones es gruesa y está formada por diversas capas, como ocurre en las células de cartílago, en las que constituye una verdadera cápsula. Se aprecian en la membrana de envoltura tenuísimas aberturas, que parecen relacionadas con los fenómenos nutritivos. Algunas veces el contorno está dispuesto para engranar unas células con otras.

Además de esta membrana, se describe otra formada por una capa de protoplasma, que se distingue con el nombre de *capa cortical*. La *cubierta*, propiamente dicha, falta en muchas células: *la capa cortical* existe en todas.

El protoplasma (1) está constituido por una sustancia blanda, como mucilaginosa, nunca completamente líquida, aun cuando el agua toma parte principalísima en su formación, con granulaciones de pequeñísimo diámetro. Estas granulaciones suelen constituir redes en el interior del protoplasma, unidas, según Strasburger, por delga-

(1) Purkinje fué el primero que usó esta palabra. Beale le llamó *bioplasma*: Van Beneden *plasón* ó *bioplasón*: *protoplasón*, Hæckel: *base física de la vida*, Huxley.

dos filamentos. Según Carnoy (1), el protoplasma presenta una red fibrilar continúa, que encierra una gran cantidad de plastina de Reinke.

En el protoplasma se estudian, una fina red, que Kuffer llama *protoplasma* y una sustancia interfibrilar á la que designa con el nombre de *paraplasma*. Carnoy y Hanstein llaman enquilema á la sustancia interfibrilar.

El protoplasma es, según Beaunis, una especie de ganga de la vida. Es la parte esencial de la célula.

El núcleo se ha considerado como una diminuta vesícula contenida en el interior del protoplasma, ya en su centro, ya en la periferia. Se cree hoy que está compuesto de filamentos entrecruzados entre los que hay un jugo, una sustancia interfibrilar. Carnoy piensa que el núcleo es una pequeña célula, que vive dentro del protoplasma, que es su *único medio*. El volumen del núcleo es de 0,006 mm. á 0,045 mm. Puede faltar en muchas células y, sobre todo, en las viejas, caducas, prontas á morir. Experimenta cambios en su forma y puede ser único y múltiple.

El nucleolo, entoblasto tiene un diámetro de 0,002 mm. á 0,003 mm.: ocupa, de ordinario, el cen-

(1) Biologie cellulaire.

tro del núcleo, es esférico y parece ser de naturaleza albuminoidea. Los nucleolos se distinguen por su gran refringencia y por su afinidad para el carmín.

Resta, para terminar cuanto nos proponíamos exponer de la *morfología de la célula*, decir algunas palabras sobre su composición química, lo cual es tarea sumamente difícil por la pequeñez extrema de este organismo y por la pequeñez, aun mayor, de cada una de sus partes.

Admítase que la cubierta es de naturaleza albuminoidea, por sus reacciones con el yodo y el ácido crómico. Donders admitía la *elastina*, en la composición de esta envoltura.

El protoplasma está formado de muchas sustancias, notándose grandes variaciones, dependientes unas de la edad, otras del sitio que ocupan las células en los organismos de que son parte. Para Frey existen en el protoplasma materias albuminoideas, sales, grasa y sustancia colorante. Según Kuss, el protoplasma está formado por agua, albúmina, grasa y sustancias minerales, resultando el estado fisiológico de la proporción debida de estas sustancias, y traduciéndose el exceso ó el defecto de alguna de ellas por alteraciones que pueden ocasionar la muerte de la célula.

Lo cierto es que, siendo el protoplasma el verdadero representante de la vida, el asiento principal de las funciones celulares, ha de variar mucho su composición química, como resultado necesario de las actividades que despliega y de los actos que realiza. Así, por ejemplo, las células epidérmicas, perdiendo el agua, se transforma su albúmina en sustancia córnea, en keratina, para caer y morir, como consecuencia de su función: en otras se impregna de materia colorante, como en los hematies, para arrastrar el oxígeno del pulmón á los tejidos: en algunas se forman fermentos, como en las encargadas de la secreción de la pepsina, etc, etc., pudiendo decirse con el Dr. Carnoy que en el protoplasma hay: «materias albuminoideas, fosforadas, hidrocarbonadas, fermentos, agua, sales (sulfatos, fosfatos ó nitratos de potasa, cal y magnesia.)»

La composición química del núcleo es bien difícil de determinar: se cree que el *jugo nuclear* es de naturaleza albuminoidea y que en la cubierta y en la red se encuentra la *plastina* y la *nucleina* de Miescher, (sustancia protéica fosforada.) Ya indicamos antes la naturaleza del nucleolo.

En la sumaria exposición que hemos hecho de los caracteres y composición química de las células, nos hemos referido siempre á la animal; y aun

cuando, en un principio no se distingue de la vegetal, conviene indicar, aunque también sea brevemente, los caracteres que á esta le son propios, desde el momento en que comienzan á señalarse diferencias.

En los primeros tiempos de su vida (ya lo hemos dicho), la célula vegetal se parece morfológicamente y desde el punto de vista químico, á la célula animal. Constitúyese la membrana de cubierta de la célula vegetal por el engrosamiento de la capa más superficial del protoplasma recibiendo, entonces, el nombre de *utrículo primordial*. Más tarde vá aumentando el espesor de esta membrana por la adición de nuevas capas. En esta pared pueden verse verdaderos conductos que se abren en el interior de la célula.

Una particularidad, muy digna de tenerse en cuenta, es que el protoplasma vegetal no aumenta en razón del crecimiento de la célula, de lo cual resultan espacios que son ocupados por el líquido que lleva los elementos solubles del vegetal. El protoplasma puede ser reemplazado por este líquido y los elementos que tiene en suspensión.

Las presiones que sufren las células determinan variaciones notables en su forma.

En cuanto á las modificaciones químicas impresas á la célula vegetal por su evolución propia, creemos que es bastante para comprenderlas, lo

mismo que para indicar sus diferencias de la célula animal, el siguiente paralelo que hace Wundt entre la composición de ambas células:

«1.º Las sustancias albuminoideas que aparecen desde el origen en las células, son idénticas ó casi idénticas en ambos reinos. 2.º En las células animales se encuentran, como partes integrantes de los tejidos, sustancias que se derivan de las albuminoideas (sustancia cornea, glutina, elástica) y que nunca se vén en las vegetales; mientras que las mucilaginosas y los fermentos, que también se parecen á los albuminoides, se encuentran en las células de ambos reinos. 3.º Los albuminoides dán lugar en los vegetales y animales, á otros productos menos inmediatos, que son bases azoadas. En los vegetales estas bases varían según las especies; en los animales, por el contrario, son idénticas en todas ellas. Las bases vegetales son muy alcalinas. En los organismos animales, además de estas bases, existe una serie de ácidos azoados. 4.º Los vegetales son mucho más ricos en sustancias no azoadas que los animales. La mayor parte de las que se encuentran en estos últimos, existen igualmente en las plantas (azúcar, grasa, ácidos no azoados.) Los vegetales contienen además una gran cantidad de sustancias no azoadas, que les son propias (celulosa, almidón, gomas, aceites esenciales, resinas, ácidos vegetales.) 5.º El agua

es una de las partes constitutivas más importante de todos los organismos. Desde los primeros tiempos disuelve las sustancias solubles é imbibes las albuminoideas de las células; más tarde se reúne en el interior de las células vegetales (líquido celular). En los animales, ora imbibes é hincha las células y los tejidos que de ellas se derivan, ora constituye la parte esencial de los líquidos del organismo (sangre, linfa, quilo, secreciones). 6.º Los líquidos de las células vegetales contienen en disolución los gases, oxígeno, ácido carbónico, amoníaco: las células no contienen en cantidad más que el oxígeno y el ácido carbónico. Los organismos vegetales contienen más ácido carbónico; los animales, más oxígeno. 7.º En ambos reinos, las células contienen sales, principalmente cloruros alcalinos y fosfatos alcalinos y alcalino-térreos, que existen en proporción casi igual; pero afectando sin embargo, en la célula animal una relación más constante. Así, en los vegetales, los cloruros y los fosfatos pueden sustituirse unos á otros más fácilmente que en los animales.» (1)

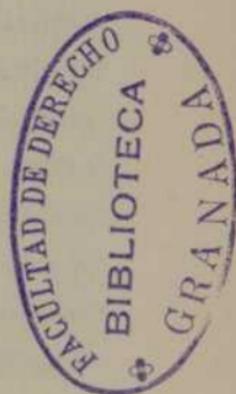
Se vé, pues, que la célula animal es más constante en su forma y que los cambios en su composición no le imprimen las profundas modificaciones que experimenta la célula vegetal. Ésta se

(1) Wundt, Fisiología humana, trad. de Carreras Sánchez.

trasforma de manera que, en los últimos tiempos de su vida, en nada se parece á la misma célula joven. Por el contrario, la más antigua célula animal siempre recuerda su primera edad.

Así es que, semejantes ambas en un principio, se diferencian después mucho, lo mismo en su morfología, que en su composición química.

Juzgamos suficientes estas nociones para comenzar ya el estudio de la Fisiología de los organismos elementales.



CAPÍTULO II.

FENÓMENOS DE CAMBIOS DE MATERIAS, Ó FUNCIONES NUTRITIVAS.

ARTÍCULO XIII.

Absorción.—Circulación.—Respiración.

Los fenómenos de cambios de materia en las células, comienzan por la penetración de sustancias en su interior, por una verdadera absorción. El primer acto, por tanto, del trabajo nutritivo celular, consiste en la introducción de materiales que, con ó sin metamórfosis dentro del protoplasma, formarán parte del mismo un tiempo más ó menos largo, ó bien serán eliminados como productos de escreción. En organizaciones más elevadas, este trabajo vá precedido de otros, no menos importantes, que tienen lugar en aparatos especiales, (digestión) (1).

(1) Es curioso seguir las fases de desenvolvimiento de esta función. La digestión no existe en el reino vegetal, por más que puede verse algo parecido en las plantas carnívoras. En los animales inferiores tampoco hay digestión: nada existe en ellos que pueda ase-

Por el hecho de la penetración de sustancias dentro de las células, ocurren en lo íntimo de estos organismos, fenómenos de otra índole que consisten principalmente en transformaciones de dichas sustancias, dando lugar á la asimilación de ciertos elementos y á la eliminación de productos que ya no sirven á la vida. Manifiéstanse estos fenómenos, que son puramente químicos y que semejan mucho (tanto que en el fondo son idénticos) á los que se realizan en los organismos más eleva-

mejarse á aparato digestivo, y las sustancias alimenticias penetran en el interior (*gregarinas*) por toda la superficie del animal. En los *amibos* puede observarse el principio de esta función: en su superficie se fijan pequeñas porciones de sustancia, que van abriéndose, poco á poco, camino, que después se cierra. Es una especie de tubo digestivo temporal, que dura lo que tarda el alimento en llegar al interior del *amibo*, ó lo que tarda en disolverse. En ciertos *infusorios de apéndices radiados* se aplican éstos sobre la presa, que suele ser otro infusorio, cuya sustancia se liquida y pasa por los apéndices, como á través de tubos. En el *paramœcium*, se observa ya una cavidad digestiva, con aberturas. Notable es lo que ocurre en las colonias de *sifonóforos*: ciertos miembros están especialmente dedicados á esta función: tienen la forma de sacos que están en comunicación por su fondo, con la cavidad digestiva común á toda la colonia.

Los *briozoarios* tienen boca rodeada de tentáculos y un intestino ensanchado. En ciertos *equinodermos* existen labios duros, que sirven para masticar; en otros hay también glándulas en su intestino.

Ya, en los *artropodos* (crustáceos, miriápodos, insectos, etc.) hay un aparato digestivo constituido definitivamente.

Quien desee adquirir más datos, puede leer el cap. X de la Biología de Letourneau, pág. 182, de donde hemos sacado los de esta nota.

dos, y constituyen los verdaderos actos nutritivos. Y no obstante que aquí, en las células no existe, sino en bosquejo, diferenciación anatómica ni, por ende, fisiológica, encontramos hechos que son análogos á los que estudiamos en la nutrición de los grandes seres (absorción de líquidos y gases, transformación de sustancias y formación y escreción de otras nuevas.)

Los fenómenos nutritivos abrazan, pues, diferentes actos, que conviene estudiarlos separadamente.

1.º *Penetración de sustancias líquidas, ó sólidas disueltas; absorción.* Se revela este fenómeno por el aumento de volumen de los organismos elementales. Absorbidos los materiales alimenticios forman parte integrante de la célula. Verifícase la asimilación silenciosamente en lo íntimo de esos microscópicos seres y nos sirve, para mostrar ese trabajo, tanto como el aumento de volumen, el fenómeno, que después estudiaremos, de la *escreción celular*.

La célula, que vive en atmósfera que prestarle pueda medios para su desenvolvimiento, toma los elementos que á su alrededor encuentra que le son beneficiosos. Se ha puesto en juego, se ha despertado su *irritabilidad*. Por consecuencia de ésto, crece y se desarrolla, manifestándose su crecimiento en la totalidad de la célula y en cada

una de sus partes: ninguna de éstas permanece extraña al fenómeno. La cubierta, en las que existen, el protoplasma principalmente, el núcleo y el nucleolo revelan su *irritabilidad*, apropiándose las sustancias que necesitan para vivir. Á las veces, el acrecentamiento de las células no se realiza en todos sentidos dando, por resultado, que experimentan variaciones notables en la forma: lo frecuente es que el aumento de volumen sea uniforme, por igual, en cuyo caso se conserva inalterable la forma de estos organismos. La cubierta aumenta, en su espesor, por nuevas capas que vienen á añadirse á las que primero formaron la envoltura celular, siendo lo común que la adición de estas capas sea interna, es decir, por la superficie inmediata al protoplasma.

El protoplasma es el asiento, como veremos en breve, de todos los fenómenos nutritivos, y es claro que en el aumento de la célula le está reservada también la parte principal. Las demás partes de la célula (núcleo y nucleolo) participan igualmente del crecimiento. En ocasiones, este crecimiento imprime á los núcleos modificaciones de forma y cambios de sitio en el interior del protoplasma, no sucediendo lo primero á los nucleolos, pues lo excepcional es que se aparten de su tipo esférico.

Se comprende, en vista de lo expuesto, que la

penetración de sustancias en el interior de los organismos elementales es un hecho, al cual está subordinado el aumento de volumen de los mismos, que resultaría imposible, sino hubiese absorción de materiales. Pero ¿cómo tiene lugar la penetración de sustancias? ¿Cómo se verifica la absorción?

Para contestar bien estas preguntas sería lo mejor, buscar agrupaciones celulares, organismos compuestos y, por lo que en ellos viésemos, podríamos hacer deducciones aplicables á la célula aislada. La condición elemental del fenómeno la encontraríamos así, porque la observación de este hecho en un organismo monocelular no es posible; pero, estableciendo analogías y viendo lo que sucede en los tejidos, en los órganos, tal vez conoceríamos lo que pasa en la célula. Supongamos, sin embargo, una célula sola, aislada, en un medio propio á su desenvolvimiento, á su vida. Lo primero que debe ocurrir, é indudablemente ocurre es, que este organismo, colocado en esas favorables condiciones, se deje empapar, penetrar de los líquidos que le rodean. Los poros de su cubierta, ó del protoplasma, si carece de envoltura, son las puertas de entrada de las sustancias fluidas que hay á su alrededor. Fenómenos físicos, ya la imbibición previa, ya la capilaridad son los determinantes de esta absorción, análoga

en todo á la absorción que se verifica en los demás organismos animales y vegetales. Algunas veces esta absorción es favorecida por la permeabilidad de la cubierta ó por movimientos del protoplasma. Ejercen una influencia notable en este fenómeno la naturaleza de los líquidos, la temperatura, la presión y la clase de disoluciones que se ponen en contacto con la célula.

Brücke indicó que los fenómenos de difusión eran debidos á la atracción de los conductos porosos por el agua. Compréndese que ha de variar esta atracción según sean mayores ó menores las dimensiones de estos conductillos. El estudio de las sustancias colóides y cristalóides de Graham, dá mucha luz en la explicación de estos fenómenos.

Wundt cree que sólo fuerzas físicas y químicas intervienen en este primer fenómeno de la nutrición de los organismos y considera, como causas de la endósmosis, las siguientes:

La atracción de los líquidos.

La atracción que la membrana ejerce sobre estos líquidos.

La estrechez de los poros por los que caminan los líquidos.

La disminución de la adherencia del líquido á la pared del conductillo por la elevación de la temperatura.

Fick distingue aún la difusión á través de los espacios intermoleculares. Resulta, pues, que la absorción debe realizarse de la manera indicada, siendo la imbibición el hecho preliminar y viniendo después los fenómenos de endósmosis, de difusión á completar este primer tiempo del proceso nutritivo.

El estudio de la *absorción* en los organismos compuestos nada añade á lo expuesto para la explicación de este fenómeno en los elementales. Pero la absorción supone otra función, rudimentaria aquí y completamente desenvuelta en otras organizaciones. Nos referimos á la *circulación* de estos materiales líquidos dentro del protoplasma, esbozo de la *circulación de la sangre, quilo y linfa* en los animales que tienen estos humores.

Al mismo tiempo que la penetración de sustancias líquidas, tiene lugar la *absorción de gases*. ¿Cómo se realiza? ¿Qué objeto tiene? Debemos resolver esta cuestión, antes de seguir estudiando los cambios que experimentan las sustancias absorbidas, que hemos dejado en el interior del protoplasma.

2.º *Absorción de gases*. Lo mismo los animales que los vegetales, durante su vida, absorben gases y los eliminan. El fenómeno de la respiración comienza por un cambio gaseoso entre el or-

ganismo y la atmósfera y concluye, en los organismos superiores, por otro cambio de gases entre el medio interno y los elementos anatómicos que riega. El mecanismo de la penetración de los gases en el interior de la célula no se aparta de las leyes generales de la absorción.

No se discute ya hoy la absorción de gases por la célula, por ser hecho perfectamente comprobado. Las células de clorofila absorben, bajo la influencia de la luz, ácido carbónico y eliminan oxígeno, de la misma manera que otras células, las llamadas por Wundt, de reducción absorben oxígeno y eliminan ácido carbónico. En todos los líquidos intersticiales de los organismos superiores hay gases en disolución, que sirven para los fenómenos químicos que tienen lugar en la asimilación ó en la desasimilación de los tejidos y órganos.

Pero no debe confundirse el hecho general de la *absorción de aire* por todos los seres, que está ligado á los fenómenos de nutrición, como necesario á estos, con la respiración propiamente dicha, que supone un aparato especial, encargado del cambio de gases. Será aquel el principio; pero no será la función, ya completa, con sus órganos propios, dispuestos para la entrada y salida del aire. Así es como puede estudiarse en los organismos superiores, por más que en unos y en otros el oxígeno sirve para los mismos usos.

ARTÍCULO XIV.

Asimilación.

Han penetrado sustancias líquidas y gaseosas en el interior de la célula y comienzan fenómenos de otra clase, fenómenos químicos para que tenga lugar el acrecentamiento de este organismo, (que ya antes indicamos), y la *excreción celular*, de la que nos ocuparemos seguidamente.

Ya lo hemos dicho y lo repetiremos ahora: la vida de la célula, lo mismo que la de todo organismo, se revela por los cambios incesantes á que están sujetos, cambios materiales en los que consiste el trabajo nutritivo. Este trabajo es el que conserva la forma y determina el crecimiento orgánico: la *asimilación* es la que produce el desarrollo y lo conserva, no obstante la destrucción funcional que incesantemente se realiza. Las sustancias que han llegado al interior de los organismos, sufren modificaciones que las hacen aptas para formar parte de ellos por un espacio de tiempo más ó menos largo, durante el cual no dejan de experimentar nuevos cambios hasta que llega un momento en que son eliminadas, por no ser útiles, por haber cumplido su destino fisiológico. El ca-

mino que recorren estas sustancias desde el momento en que entran á formar parte de la célula, hasta el de su salida por medio de la excreción, constituye todo el proceso nutritivo.

Sucede algunas veces que la sustancia introducida no cambia en su composición y, después de haber permanecido algún tiempo en el interior de la célula, es eliminada al exterior. Los fenómenos de secreción en los organismos elementales es imposible separarlos de éstos que ahora estudiamos: consisten, como es sabido, en la formación de sustancias nuevas, que han de salir fuera de la célula. Trabajo íntimo del protoplasma, que como el de nutrición propiamente dicha, es un trabajo químico.

El estudio de las diversas células que observarse pueden, formando las más elevadas organizaciones, ha mostrado la variedad de éstas en lo que se refiere á su composición química, dato de gran importancia para comprender cuán múltiples son los fenómenos que en ellas ocurren. El protoplasma cambia al infinito á consecuencia del trabajo químico de las células; y estos corpúsculos que veíamos formados, en un principio, por una combinación regular de albúmina, grasa, agua y algunas sales, comienzan á experimentar transformaciones para constituir las diversas células que se encuentran en un organismo supe-

rior; así, notarse pueden las diferencias que existen entre la *célula ósea*, por ejemplo, que en la atmósfera dura, casi mineral que la rodea, parece haber perdido hasta su condición esencial de cuerpo organizado, vivo, y la *muscular* que enseña exhuberante y rica vida, provista de albuminóides, en un medio húmedo, favorable á su propiedad contractil; entre la *célula epidérmica*, pobre en agua, abundante en keratina, que es su sudario, y la *nerviosa*, blanda, delicada, con albuminóides, fósforo, pigmento, etc., dispuesta á sus nobles funciones; entre el *condroplasma*, encerrado en su gruesa envoltura, quieto, inmóvil en su sitio, y el *hematie*, lleno de pigmento y cargado de oxígeno, destinado al incesante movimiento de la sangre para llevar á todas partes la vida. Y lo mismo en estas células, que en todas las demás que existen en el organismo humano, se notarán grandes variedades en el protoplasma, ejemplo siempre claro, demostración, siempre fácil de los fenómenos químicos que lugar tienen en las células, por consecuencia de la penetración de sustancias en su interior.

No es necesario, para explicar estos hechos, invocar, á semejanza de Schwann, una fuerza metabólica que radica en la célula, la cual es generadora de estos fenómenos y de todos los nutritivos. Basta sólo considerarlos como pura-

mente químicos y buscar así la explicación de ellos. Sabido que en la célula hay cambios y formación de sustancias nuevas, distintas de las que, en un principio en ella existían, hay que preguntar á la Química por virtud de qué reacciones pueden producirse.

¿Qué ocurre, pues, en el interior de la célula para que se realicen estos fenómenos? ¿Qué clase de acciones químicas son las determinantes de esos cambios y de esas formaciones de nuevas sustancias?

Hace mucho tiempo que viene admitiéndose, como un axioma, que es una *combustión* la principal acción química en los fenómenos nutritivos y de secreción; pero, antes de aceptar ésto, bueno es advertir que la combustión se nos manifiesta principalmente por lo que podemos llamar *fase regresiva, descendente* de la nutrición. Y, para llegar á este punto, han ocurrido fenómenos, quizás de la misma índole, quizás diversos, los cuales han determinado la fijación de sustancias en la célula para formar parte integrante de la misma.

Los fenómenos de asimilación en los organismos compuestos (que es en donde podemos estudiarlos) no ofrecen aún toda la claridad necesaria para que conozcamos las reacciones químicas que los producen. Bien sabido es que, se han considerado los fenómenos que podemos llamar prelimi-

nares de la nutrición (los digestivos), como resultado de acción especiales, y que hoy los agentes de la digestión se estudian en la Química, sin que se vea en ellos virtud específica alguna. Sabido también es que, son objeto de controversia hechos, que se verifican en los organismos superiores, al alcance de nuestros sentidos y algunos que, á nuestro antojo, podemos reproducir; y cuando esto sucede, ¿qué extraño es que, el estudio de esos otros fenómenos que silenciosamente se realizan en el seno de los tejidos, en lo íntimo de los órganos, dentro de la misma célula, ofrezca grandísimas dificultades, y que abunden las hipótesis, las suposiciones? Nada cierto podemos decir en explicación de los fenómenos nutritivos, así como tampoco de los de secreción celular, paralelos á aquellos y cuyo mecanismo se oculta á nuestras miradas; sin embargo, no podemos, ni debemos prescindir de exponer aquí algo de lo que creemos más acertado para comprender estos hechos.

Entran en la composición de las células, siendo elemento principal de ellas, sustancias albuminoideas que, representan papel importante en los fenómenos que estudiamos. Se cree que á estas sustancias es debida la formación de cuerpos grasos, por una verdadera reducción, lo cual se vé fuera del organismo también. Y si los hidrocarbu-

ros, como piensan muchos autores, pueden transformarse en ácidos grasos, entonces se verificaría una desoxidación. Es más; la materia colorante, que se encuentra en muchas células vegetales y animales, parece estar ligada á los fenómenos de reducción que se observan en los organismos. Así se explica el cambio gaseoso determinado en la célula vegetal por la materia colorante verde, y la acción del hematie, del glóbulo rojo de la sangre, llevando á los tejidos el oxígeno que ha robado al aire.

En la oscuridad que envuelve estos fenómenos se descubre, sin embargo, una relación íntima de origen, ó mejor, un parentesco inmediato entre estas sustancias. Para explicar el origen, lo mismo de los albuminóides, que de los hidrocarburos y la grasa que existen en la célula, hay que formar un círculo del cual es imposible salir. Wundt afirma que, sólo aparecen albuminóides de nueva formación, cuando ya existen en el organismo vegetal cuerpos no azoados (hidrocarburos, grasas, etc.); y que, para la formación de hidrocarburos se necesitan sustancias albuminoideas. Lo cierto es que, buscar el origen, el modo de formación de estas sustancias es, hoy, tarea bien difícil, si nó imposible. Se ha intentado la reproducción artificial de muchos de los cambios que las células, lo mismo vegetales, que animales ha-

cen sufrir á los hidrocarburos, y sólo se ha conseguido en muy pequeña parte.

Liebig demostró que la formación de albúmina, en los vegetales, por medio del amoniaco, agua y ácido carbónico supone una acción anterior de las células de clorofila; y que la formación de grasa por los hidrocarburos supone un fenómeno de fermentación y de reducción primero y de oxidación después.

Dedúcese de lo expuesto, que sólo hay uniformidad en la manera de pensar sobre estos fenómenos, en un hecho que importa consignar: la célula trabaja, no permanece inactiva, y este trabajo que constituye la nutrición es una acción química. La célula, además, dá lugar á la descomposición de muchas sustancias de las que se le ponen en contacto sin que, en muchos casos, pueda apreciarse en élla cambio alguno, lo que dió lugar á que se considerase como un verdadero fermento (1).

(1) En estos últimos años el problema de la fermentación ha adelantado notablemente. Los trabajos de Pasteur han enseñado que el proceso de la fermentación es un proceso biológico. Ya, antes, había dicho: «la fermentación es una consecuencia de la vida sin aire.» La acción del *fermento*, su modo íntimo de obrar se considera enlazado con su nutrición. *Los fermentos* se asimilan parte ó toda la materia fermentescible y eliminan los productos de la fermentación. En *las bacterias*, que se vén invadir la Patología, se encuentran agentes poderosos de fermentación: en igual categoría se colocan *las levaduras* y *los mohos*. Las fermentaciones se han dividi-

¿Serán fenómenos de fermentación los que ahora estudiamos?

Si tenemos en cuenta los resultados que se

do en: fermentaciones por *hidratación*, por *desdoblamiento*, por *reducción* y por *oxidación*. Esta última es producida por organismos *aerobios* y las tres primeras por seres *anaerobios*. Los *hongos del moho* son los principales agentes de la última: son organismos *aerobios*. En las *bacterias* (Schizofitos) lo mismo que en las levaduras se encuentran seres *aerobios* y *anaerobios*. Los *anaerobios* son los productores de las tres primeras clases de fermentación.

La composición química de las *bacterias*, no se ha determinado con precisión más que en el *microbio* de la putrefacción de la gelatina que ha sido analizado por los Sres. Neucki y Schaffer, obteniendo las siguientes cifras:

Agua.	83,42
Albuminoides (micoproteína)	84,20
Grasas.	6,04
Cenizas.	4,72
Materias no determinadas.	5,04

Las levaduras (sacaromycetos) son hongos, constituidos por un protoplasma, en el que se suelen observar granulaciones: están provistos de cubierta. Analizada la levadura de cerveza dá un 36 por 100 de sustancias albuminoideas, grasa, celulosa, etc., etc. De los hongos del moho, algunos obran como verdaderos fermentos, otros no.

Estúdiense, además, otras fermentaciones producidas por los fermentos no figurados, de las que tenemos los mejores ejemplos, en los jugos digestivos. Los fermentos solubles parece que obran por *hidratación*: la acción de las diastasas es ésta, *hidratación* primero y probablemente *desdoblamiento* después en moléculas más simples.

Quien desee más detalles puede leer el art. «Fermentations» del diccionario de Química de Wurtz (suplemento, pág. 807 á la 828) de donde hemos tomado datos para esta nota.

aprecian en las fermentaciones y aquellos por los que se nos manifiestan los cambios de materia en las células, podemos contestar afirmativamente esta pregunta.

Por medio de un fermento podemos transformar el almidón en azúcar, y descomponer los albuminoides en un cuerpo azoado y en otro no azoado. Y ésto que nosotros podemos hacer fuera del organismo, que lo vemos realizarse en la fermentación pútrida, por lo que se refiere á los albuminoides, nos induce más á creer que los fenómenos, que ahora estudiamos en la célula, son debidos á las fermentaciones que en ella se verifican.

Cuando se estudia la acción de los jugos digestivos se comprenden los fenómenos de fermentación y el papel que representan en los actos nutritivos. Son los primeros fenómenos químicos de la nutrición, y reconociendo en la célula el poder fermentescible, sin esforzar la generalización, bien puede ocurrir que, al llegar las sustancias alimenticias á los tejidos, al ponerse en contacto con la célula, por un fenómeno de fermentación también, se determine la asimilación, la fijación de esas sustancias para llenar los huecos de la destrucción molecular que el trabajo orgánico ocasiona (1).

(1) En el artículo siguiente nos ocupamos de nuevo de las fermentaciones.

Sean las que fueren las reacciones químicas que tienen lugar en la célula, resulta siempre, como ya hemos afirmado, que el protoplasma es el asiento principal, por no decir único y exclusivo de las mismas. En él se observan las transformaciones que sufren las sustancias, que han llegado al interior de la célula, y de él parten las excreciones de estos organismos.

ARTÍCULO XV.

Secreción y excreción celular.—Resumen de todos los fenómenos nutritivos.

Las mismas dudas que existen para explicar los fenómenos de asimilación de las células, ocurren al estudiar los productos de secreción, formados en su interior. Fase regresiva, descendente de las sustancias constitutivas de la célula, tal vez productos de formación inmediata, resultado del trabajo nutritivo, nacen para ser eliminadas al exterior.

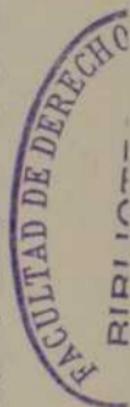
Algunas células parecen, en los organismos compuestos, destinadas exclusivamente al trabajo de secreción, y su actividad se traduce en la

formación de sustancias nuevas que han de servir para la vida de la organización, en que la célula es sólo una parte y bien pequeña. Así, las células de las glándulas gástricas elaboran la *pepsina*, las del hígado, el *glicogeno*, las del páncreas, la *pancreatina*, etc.

Otras veces, el destino de las células se reduce á dejar pasar los líquidos que á ellas llegan, haciendo el papel de filtros: en ocasiones segregan sustancias que sirven de medio de unión de estos organismos constituyendo, de este modo, tejidos.

Que se forman sustancias nuevas es un hecho perfectamente demostrado. ¿Cómo se forman? No lo sabemos.

Recientemente, las investigaciones que emprendió el profesor Selmi y que dieron por resultado descubrir los alcalóides de la putrefacción (ptomainas), han servido á Gautier, que se ocupaba en estos experimentos, al mismo tiempo que el sabio italiano, para afirmar, en una *memoria* leída en la Academia de Medicina de París, que estas sustancias alcaloideas vienen á ser el término de la vida normal de los tejidos, y que su formación representa un modo de desasimilación del carbono y del ázoe: cree, además, que la elaboración de estos alcalóides es una función general propia de los tejidos. Gautier, después de dar los caracteres, método de obtención de estas sustan-



cias (1) y explicar su acción fisiológica, se ocupa de las *leucomainas*, que considera como alcalóides fisiológicos, haciendo indicación de los que se encuentran en la orina normal, para estudiar después los que ha obtenido en la carne, á los que llama *leucomainas musculares*. La *xantocreatinina*, la *crurocreatinina*, la *anficroatinina* y algunos otros, son los alcalóides estudiados, cuyos nombres indican su parentesco con la *creatinina*, y vienen á confirmar lo que decíamos al principio de este artículo: «fase regresiva, descendente de las sustancias constitutivas de la célula....» son muchos productos de secreción. (2)

(1) *La parvolina*, obtenida por la fermentación bacteridiana del pescado y carne de caballo: la *hidrocolidina*, de los extractos clorofórmicos de esas carnes, y otras.

(2) Al final de la Memoria, á que nos referimos, se indica ya una de las cuestiones más interesantes de Fisiología general, derivada del estudio de *ptomainas* y *leucomainas*. Analizando uno de los experimentos de Pettenkoffer y Voit, sobre la combustión animal, y comparando la cantidad de oxígeno absorbido por un perro, de 33 kilogramos de peso, colocado en condiciones favorables para el experimento, y la cantidad expelida, deduce el autor de la Memoria, que la diferencia (110 gramos, expelido, más del absorbido) proviene de la combustión autónoma de los alimentos y de los tejidos al pasar al estado de ácido carbónico, agua, urea, etc., sin concurso de oxígeno exterior.—Proviene, pues, según Gautier, los 110 gramos de oxígeno, de la sustancia orgánica, lo cual significa que las cuatro quintas partes de nuestras desasimilaciones son combustiones, fermentaciones *aerobias*; en una palabra, que una gran parte de los tejidos vive como los fermentos anaerobios. Ya se comprende todo el alcance de ese problema, que se refiere á seña-

La salida de los productos (excreción celular) es un acto puramente mecánico y que ofrece, por esto, más fácil explicación. Las corrientes de difusión, la evaporación, la presión pueden dar cuenta de la excreción celular.

Se vé, pues, que los fenómenos de *cambios materiales*, los *nutritivos*, ofrecen una gran complejidad y, que aún no están bien comprendidos en su modo íntimo de realizarse; pero que son perfectamente apreciables en sus manifestaciones, las que nos dan luz bastante para señalar dos fases, claramente definidas, una *ascendente*, de penetración, asimilación y fijación de sustancias en el interior de la célula, y otra *descendente*, de salida de sustancias al exterior. En medio queda el problema, siempre en pie, todavía no resuelto, de esos cambios que se realizan silenciosamente en el interior de los organismos, para dar lugar á la nutrición, propiamente dicha, y á los que, con toda verdad, pudiéramos llamar «los misterios de la vida.»

Resumiendo, en breves palabras, todo lo expuesto, podemos decir que los fenómenos nutritivos encierran estos cuatro problemas: 1.º Pe-

lar las condiciones de vida de las células de los organismos compuestos, llegando á la determinación de si viven en el oxígeno ó sin oxígeno.

netración de sustancias en el interior de los organismos. 2.º Asimilación de las que son necesarias para la vida. 3.º Formación de sustancias nuevas. 4.º Salida ó excreción celular. El 2.º y 3.º, actos, puramente químicos, se confunden y no es fácil, en el estado actual de la ciencia, señalar los límites de uno y otro, aparte de que el hecho de la asimilación lleva anejo, como antes hemos dicho, su opuesto, el de desasimilación que, en organismos no diferenciados anatómica, ni fisiológicamente, supone el fenómeno de secreción. El 1.º y el último son actos mecánicos y el estudio de la endósmosis, de la difusión, etc., puede explicarlos satisfactoriamente.

CAPÍTULO III.

FENÓMENOS DE CAMBIOS DINÁMICOS EN LOS ORGANISMOS ELEMENTALES.

ARTÍCULO XVI.

Producción de calor y de electricidad.

Por consecuencia de las reacciones químicas, que se verifican en las células, para la asimilación de sustancias y para la formación de los productos que han de salir al exterior, tienen lugar movimientos de los átomos, que se designan con los nombres de *calor* y de *electricidad*.

Imposible apreciar, ni medir estos fenómenos en los organismos elementales. Únicamente, por lo que sabemos que sucede en los compuestos, podemos hacer la afirmación anterior. Conocida es la división que se hace de los animales, por su temperatura, en «animales de sangre caliente y de sangre fría,» que mejor pudiera decirse, «de temperatura constante y de temperatura variable;» y sabida es, también, la importancia creciente de la *electrofisiología*, que ha nacido de la observación de los fenómenos de esta clase que presen-

tan los animales, sobre todo, en los músculos y en los nervios, cuyas corrientes, lo mismo en el estado de reposo, que en el de actividad, se estudian con el interés que merecen.

Nos contentamos con estas ligerísimas indicaciones, porque invadiríamos el terreno de la Fisiología especial si quisiéramos estudiar esos fenómenos, que no ofrecen manifestación ostensible en las células. Quizás cuando sean mejor conocidas las condiciones de los fenómenos eléctricos, pueda llegarse á determinar *qué sustancias* son necesarias para la producción de las corrientes en los tejidos, señalando el estado electro-positivo ó electro-negativo de aquellas; de la misma manera que se busca el mecanismo de la combustión orgánica, en los fenómenos de respiración interna, en los tejidos, ó mejor, en el protoplasma.

ARTÍCULO XVII.

Movimientos.

En todos los organismos se producen movimientos: manifestación, la más general de la vida, puede apreciarse en el *amibo*, como se observa en animales más elevados en la escala de los se-

res. En el protoplasma se notan movimientos y, hasta en el núcleo tienen lugar, constituyendo el fenómeno que se designa con el nombre de karyokinesis (1), que parece enlazado con los actos de generación, en donde hemos de estudiarlo.

Dujardin llamó *sarcódicos*, á los movimientos observados en algunos organismos monocelulares; y Schultze los designó con el nombre de *amiboides*, por haberlos observado en los *amibas*. Estos diminutos organismos, formados por una masa de protoplasma, casi homogénea, con algunas granulaciones, al moverse, presentan notables variaciones en su forma. Aparece una pequeñísima eminencia en su superficie, que se alarga, hasta constituir una verdadera prolongación, que le sirve para cambiar de sitio. Al obrar un irritante sobre este pequeño sér, manifiesta sus energías, cambiando de forma, moviéndose. El protoplasma, rodeado de cubierta ó sin envoltura, revela sus movimientos por el cambio de forma. Son más apreciables los movimientos en el protoplasma libre, ó cuando la cubierta es extremadamente delgada y sigue al protoplasma en las variaciones que experimenta. En los *rizópodos* se vén las prolongaciones que salen de su superficie, idénticas á las que se observan en los ami-

(1) De *Καρύου*, núcleo, y *Κυνέω*, yo muevo.

bos. El movimiento, en los organismos inferiores, lo realiza todo el animal.

Se puede decir que la primera señal de órgano de movimiento aparece con los apéndices vibrátiles, con las pestañas, que tienen forma fija y son permanentes, viviendo la vida de la célula. Constituyen una clase de movimientos los realizados por estos apéndices, que reciben el nombre de *vibrátiles*, que seguidamente expondremos.

En las células vegetales se notan, de igual manera, movimientos determinados por la sustancia fundamental del protoplasma, que son distintos de los que se aprecian en las granulaciones del mismo.

En los organismos compuestos pueden comprobarse los movimientos de las células, en los *leucocitos*, en las *fibro-células musculares*, en las *células pigmentadas* de algunos batracios, *células hepáticas* del conejo, etc., etc., pudiendo afirmarse, de un modo general, que en todas las células se observan movimientos, excepto en algunas de cubierta muy resistente ó en aquellas que ya estén próximas á morir.

Esos movimientos que realiza la masa entera del organismo elemental y, que están caracterizados por cambios de forma, son los llamados *movimientos amiboideos*, que no deben confundirse con los *brownianos*, especie de temblor,

más ó menos pronunciado, que se percibe en las células, cuando se examinan en el microscopio y que no puede considerarse como verdadero fenómeno fisiológico.

Los movimientos amiboideos aumentan y disminuyen en su duración é intensidad por la acción de determinadas influencias. La temperatura es una de estas causas: lo mismo cuando se eleva sobre 40° , que cuando baja mucho de la ambiente, se vén disminuir y cesar del todo los movimientos: una temperatura superior á 20° , é inferior á 40° , los acelera notablemente. La electricidad parece obrar del mismo modo: las corrientes fuertes los suprimen: las débiles no tienen influencia alguna. La acción prolongada del agua detiene estos movimientos: los álcalis y los ácidos ejercen igual influencia, y si su acción dura algún tiempo, llegan á producir modificaciones profundas en la composición del protoplasma.

Muchas células vegetales y animales presentan en su superficie prolongaciones finísimas que se han llamado *pestañas vibrátiles*: cada célula tiene de diez á doce pestañas cuya longitud viene á ser de 0.0005 mm. y su diámetro, de diez á quince veces mas pequeño. Estos *apéndices* son los que producen el movimiento vibratil, que vamos á describir.

Movimiento vibratil.— Fué descubierto por Heyde á fines del siglo XVII, y estudiado después por Purkinje y Valentín. Obsérvanse las células vibrátiles en los animales superiores, constituyendo el epitelio de este nombre; y pueden apreciarse en todos los vertebrados y en la mayor parte de los invertebrados. En los organismos inferiores, las pestañas se fijan en la superficie del animal, ya en toda, ó sólo en una parte de ella. En estos organismos parece que los apéndices vibrátiles tienen una verdadera importancia, no sólo para verificar movimientos, sino también para facilitar su nutrición, agitando el medio líquido en que viven y procurando, de este modo, su renovación.

Se han estudiado diferentes clases de movimiento vibratil, según la forma y dirección en que se agitan las pestañas; y se describen un movimiento *ondulario*, otro de *oscilación* y un tercero *infundibuliforme*, cuyos nombres ahorran toda descripción. La rapidez de estos movimientos es grande, pudiendo apreciarse, con facilidad, en el microscopio. Hay sustancias que detienen y suspenden del todo el movimiento vibratil, y otras que lo favorecen. El oxígeno y las disoluciones alcalinas débiles lo aumentan: el alcohol, el tannino, el hidrógeno lo hacen desaparecer. Las sustancias, llamadas anestésicas, suspenden el movi-

miento. Todas las causas que hemos indicado, como capaces de aumentar ó de disminuir los movimientos del protoplasma, ejercen una acción igual sobre el vibratil (1).

El papel fisiológico de este movimiento, en los organismos compuestos, está subordinado á la función del órgano en que se observan estas células, y su estudio no es de este sitio.

ARTÍCULO XVIII.

Fenómenos de sensibilidad.

Tal como se entiende esta palabra, subordinada la manifestación de esta clase de fenómenos á la existencia del tejido nervioso, inútil es buscar en la célula acto alguno que podamos referir á la *sensibilidad*; pero si consideramos la *sensibilidad* que se estudia en los organismos superiores, como un grado más alto de lo que llamamos *irritabilidad*, claro, evidente es, que podemos ver fenómenos de esta clase en los organismos elementales; y si además creemos (y está comprobado)

(1) El movimiento del espermatozoide se considera como análogo, sino idéntico al vibratil; la cola es la pestaña.

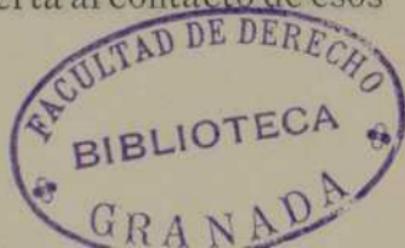
que todo movimiento supone, en la materia viva, algo anterior que lo determina, quizás encontremos en la *sensibilidad* del protoplasma, la explicación de los movimientos que hemos estudiado en la célula.

Cuestión es ésta que conviene discutir desapasionadamente y con toda detención, pues aunque parece que sólo encierra una variación de nombre, tal vez sea una de las más interesantes, lo mismo en la Fisiología general, que en la especial.

Analicémos los términos de la cuestión, y luego los fenómenos que comprende. Hemos dicho que, la primera vez que se pronunció la palabra *irritabilidad*, se descubrió un hermoso campo á los estudios fisiológicos, cada vez, desde entonces, más y mejor explorado; y tanto alcance damos á la teoría de Glisson que, hemos afirmado en otro sitio y repetimos ahora, que hacemos depender las conquistas de la época actual, los adelantos fisiológicos de este siglo, de la teoría de la *irritabilidad*. La materia viva no goza de espontaneidad, es inerte, necesita un estímulo y cuando es irritada responde, manifiesta sus actividades, reacciona, en una palabra. Hay, por tanto, una causa irritante que obra sobre la materia viva y ésta responde á la irritación; pero ¿de qué manera? ¿cómo? De la manera que puede responder.

Confusa, vagamente en los organismos monocelulares, produciendo movimientos, incorporándose sustancias del medio en que viven, determinando, en fin, fenómenos de cambio de materias para que se realice su nutrición, que es lo más definido en estos seres. En otra clase de organismos hay manifestaciones más claras, más delicadas, que se revelan por los fenómenos de sensibilidad, tal como se entiende esta palabra. Pero la causa irritante, al obrar sobre el protoplasma, ha hecho algo, le ha *impresionado*, y la sustancia de la célula, al recibir esta *impresión*, ha contestado con un fenómeno de movimiento. Bien podemos afirmar que es éste el punto de partida de toda la Fisiología: aquí comienzan todos los actos vitales y, si pudiéramos llegar á la determinación de las modificaciones impresas al protoplasma por el irritante, habríamos resuelto el oscuro problema que discutimos. ¿Qué hay en la irritación del protoplasma para que se produzcan movimientos? ¿Qué cambios ha experimentado?

Si estudiamos estos fenómenos en los vegetales, veremos actos notables de esta índole que, bien podemos llamar de *sensibilidad*, aunque nada más lejos de la organización vegetal que las células y tubos nerviosos. Las plantas, que cogen insectos, deben poseer una *sensibilidad táctil*, una *irritabilidad*, que se despierta al contacto de esos



animales, para aprisionarlos y digerirlos después. La acción, bien demostrada, de la luz y del calor del sol produce, en muchos vegetales, movimientos que están completamente subordinados á aquella influencia. Entre los fenómenos de esta clase que presentan los vegetales es, sin duda el más curioso, el de la anestesia de la *mimosa pudica*.

En los organismos superiores, no hay otra cosa, por lo que se refiere al fenómeno que analizamos, sino que el trabajo está dividido, que cada una de las diferentes partes que constituyen el animal se encarga de su función y que, á la vez que los órganos y aparatos se muestran más perfectos, aparece la función más perfecta y delicada. En los seres, en que ya existe sistema nervioso, aquella irritabilidad oscura, grosera del amibo se muestra rica, variada, espléndida, con esa serie de fenómenos que, también comienzan con una *impresión*, para terminar, de igual manera, en un movimiento; pero, en cuyo camino hay otros actos, bien definidos, que no podemos apreciar en el amibo: actos de sensación, de percepción, muchas veces, fenómenos intelectuales, modificaciones, llamadas psíquicas, para las que necesaria es la actividad de muchos órganos nerviosos. Pero, después de todo, la *sensibilidad* resulta como manifestación de la *irritabilidad* del tejido ner-

vioso: la acción de los *irritantes* sobre los elementos del tejido se traduce por esos fenómenos que son siempre movimientos, aunque no sean los claros y bien determinados de la sustancia contractil. Las vibraciones del éter que impresionan la retina y dan lugar al fenómeno de la visión son una prueba de la irritabilidad del nervio óptico: llamado de sensibilidad especial, necesita un irritante, especial también, para mostrar sus actividades y no responde más que á este orden de irritaciones. Y todos los sentidos, lo que hacen es mostrar sus actividades, al ser impresionados por las causas que pueden producir la irritación propia para manifestar su *irritabilidad*. Lo mismo estos aparatos, que todos los de la economía, responden de *la manera que pueden*, á las excitaciones que reciben. Los elementos nerviosos que se hallan diseminados en la superficie de la piel, recogen del mundo exterior impresiones, experimentan *contactos* del medio que les rodea, y esas impresiones son trasmitidas dentro, para dar lugar á las variadas manifestaciones de la sensibilidad, resultado de un proceso que se realiza en los centros nerviosos y que luego se revela en movimientos. Aquí, que hay verdadera diferenciación anatómica y fisiológica, no pueden estar reducidos los fenómenos de sensibilidad á un sencillo movimiento, á una expansión y una contracción

del tejido, sin otro cambio; sino que han de mostrarse en relación con esa delicadeza de tejidos, de órganos y aparatos que indican una mayor perfección anatómica y, por ende, una mayor perfección fisiológica.

Y en el fondo de todo esto ¿qué se descubre? La propiedad fundamental en pie, siempre la misma: *irritabilidad* en el amibo', *irritabilidad* en la célula nerviosa: uno y otra reciben la influencia de fuera, experimentan un choque, una vibración, un movimiento; reciben algo y responden, como hemos dicho más de una vez, de la *manera que pueden*, dada su constitución especial, sus relaciones con otros órganos, ó su aislamiento en el medio en que viven. Fenómenos sencillos en un caso, complicados en otro; pero manifestación siempre de sus energías propias, de las actividades de los organismos respectivos.

La *irritabilidad*, pues, y la *sensibilidad* son idénticas en el fondo: la diferencia surge de la complicación orgánica, de la composición del elemento anatómico, del órgano, del aparato, del sistema. La disposición de los elementos, la diferencia de testura de éstos, traen diferencias en el modo de manifestarse la *irritabilidad*. Todos los elementos anatómicos responden á los excitantes: éste es el hecho primordial, ésta es la base, ó mejor, el principio de la observación fisiológica. El

estudio de las diferencias, antes indicadas, es el estudio de las fisiologías especiales.

Terminémos ya, con los fenómenos de sensibilidad de la célula. Si para evitar confusiones aceptamos el nombre de *irritabilidad* para estos fenómenos, entiéndase siempre en el sentido que hemos explicado. Se manifiestan, en primer lugar, por los nutritivos, por los cambios materiales y, después, por movimientos.

Para la explicación de los fenómenos de cambio, para comprender cómo la célula se apropia lo que le hace falta, hay que pensar en las afinidades del protoplasma con los elementos que le rodean, porque de no ser así, hay que admitir propiedades electivas, en su sentido gramatical. La célula es impresionada por las sustancias que la rodean, si son irritantes capaces de despertar esa propiedad general de la materia viva y, entonces responde, determinándose los fenómenos nutritivos, del mismo modo que los dinámicos.

CAPÍTULO IV.

FENÓMENOS DE CAMBIOS MORFOLÓGICOS.

ARTÍCULO XIX.

Generación.—Teoría celular.—Formas de multiplicación celular.

«El acrecentamiento en los organismos no es más que un exceso de nutrición, y la *generación* no es más que un exceso de acrecentamiento. Acrecentamiento y generación tienen por razón de ser una superabundancia de materiales nutritivos. Esta superabundancia tiene por resultado dar á los elementos anatómicos su volumen máximo y provocar, además, otros nuevos. Cuando el individuo ha alcanzado su máximo desarrollo, cuando no hay en él sitio para nuevos elementos histológicos, éstos se desprenden de él y constituyen individuos independientes.»

«En el acrecentamiento, como en la generación, el procedimiento de segmentación y el de génesis se unen y combinan. La división, la fisiparidad, etc., etc., se observan en el mayor número de representantes, de los vegetales y animales más

inferiores. La división en dos partes es frecuente, siendo ora longitudinal, como en las vorticelas, ya transversal, como en las hidras, acálefos, etc.»

«En un grado más alto de organización, no se divide ya todo el organismo: la función está localizada. Se forma, por génesis, una célula especial, el *óvulo*, encargada de reproducir un nuevo individuo. Esta célula comienza su trabajo por una serie de biparticiones, de segmentaciones, de donde resultan un gran número de células nuevas, que son los primeros materiales del futuro edificio. Pero, de ordinario, para que sea *apto* el *óvulo* para recorrer entero el ciclo evolutivo, tiene necesidad de recibir una impulsión especial. Debe *fundirse* con otro elemento anatómico, especial también. El que se segmenta y multiplica es el elemento hembra: el que imprime la impulsión evolutiva es el elemento macho. Las dos células se ponen en contacto: la hembra absorbe el elemento macho, se impregna y á partir de este momento está fecundada y sigue su curso el trabajo formador.»

«En los dos reinos, cuando hay sexos y fecundación, cualquiera que sea la complicación de los aparatos orgánicos, el fenómeno fundamental es siempre el mismo y, sobre todo, la conjunción de las dos células y la absorción de la una por la otra. Los nombres cambian; pero el fenómeno es

siempre igual, ya se trate de los oósferos y anterozoides de las algas, del saco embrionario y el pólen de las fanerógamas ó del óvulo y los espermatozoides de los animales.» (1)

Hemos copiado los anteriores párrafos de la Biología de Letourneau, porque nada podíamos decir mejor, y que, en menos palabras, expresára el concepto de generación de los seres. Verdad es que abraza en esa exposición rápida á todos los organismos; pero ésto, lejos de ser un inconveniente, facilita en gran manera nuestro trabajo, pues al ocuparnos de estos fenómenos en los organismos compuestos, bien podemos referirnos á lo dicho aquí.

Los fenómenos de generación que, tanto han ocupado á Médicos y filósofos no pueden ser tratados, en este libro, con la extensión que su importancia requiere: se escapan de los estrechos moldes de un tratado elemental. Ni, aun siquiera, hemos de hacer la historia de las variadas hipótesis que, han ido surgiendo, para la explicación de los diversos actos que abrazan, y hemos de contentarnos con una ligerísima reseña de la evolución de la *teoría celular*, por ser la clave de todos estos fenómenos, y por ocuparnos ahora sólo de la generación en los organismos elementales; pero sí hemos de llamar la atención sobre

(1) Letourneau, Biologie, livre 4.^o, cap. 2.^o pág. 360, 61 y 62

las primeras palabras de este capítulo, que dicen, que los fenómenos que estudiamos están representados por un *exceso de nutrición*, lo cual indica que no pueden ser permanentes en los organismos, sino que han de estar subordinados á los cambios materiales y dinámicos que, en ellos se verifican; y sólo cuando estos cambios no pueden ya tener lugar en el individuo, se manifiestan fuera de él: hay, entonces, un desprendimiento de materia que, dotada de ciertas propiedades, comienza á desenvolverse, siguiendo el tipo morfológico del sér que le dió origen. *No puede dar vida, quien no la tiene* y, para darla, preciso es haber llegado á la plenitud de ésta, al completo desarrollo orgánico; y sólo, en estas circunstancias puede tener lugar la generación, esa nueva forma de fenómenos nutritivos que se realizan fuera del organismo, del cual han salido los primeros elementos y el impulso formador.

Se comprende, con estas ligerísimas indicaciones, que no sean permanentes estos fenómenos, sobre todo, en organismos superiores, en que ya se localizan las funciones en aparatos especiales; y también, debe hacerse constar que, la desaparición de estos fenómenos no supone trastornos de gran importancia en la vida de estos seres. La Fisiología comparada y la humana dan explicación satisfactoria de lo que acabamos de afirmar.

Los fenómenos de generación de los seres han ofrecido materia abundante á hipótesis, suposiciones, conjeturas más ó menos fundadas, en analogías ó en hechos, mejor ó peor observados, aunque siempre imperfectamente por la carencia de medios á propósito.

Lo primero cierto que aparece en este terreno, estéril antes, bien fecundo después, son las palabras de Schleiden, en el año 1838, al afirmar que «la célula es un pequeño organismo,» y que «cada planta sólo es una agregación de células completamente individualizadas y de una existencia distinta entre sí.» Únicamente cabe objección en la última parte «existencia distinta,» que no puede admitirse así, en absoluto, porque la célula pierde algo de su autonomía en beneficio del *todo*, de quien es una parte.

Schwan acepta las ideas de Schleiden y las aplica á la constitución de los organismos animales.

Remak, en 1852, estudia la *endogénesis* y dice que toda célula nace de una célula madre y formula su doctrina del modo siguiente: «*omnis cellula in cellula.*»

Virchow admite la generación endógena, la que se efectúa por brotes ó yemas (gemmación) y la fisípara, y modifica la fórmula de Remak diciendo: «*omnis cellula é cellula.*»

Al mismo tiempo que Virchow formulaba de tan brillante, como sencilla manera la génesis, lo mismo normal, que patológica de las células y tejidos, afirmando que toda célula procede de otra célula, otra teoría, la del *blastema*, nacida de la antigua idea de un líquido formador y, expuesta antes por Schleiden y Schwann, tenía también ardientes partidarios. Robin es el apóstol de la teoría blastemática, siendo para él los *blastemas* líquidos que forma y segrega el protoplasma. No podemos analizar esta teoría: baste esta ligera indicación para que aparezca al lado de la verdadera teoría celular, la que le ha disputado el terreno, y que, aun hoy, cuenta con defensores.

Estudiémos los modos de generación celular. Son tres:

La endogénesis.

La fisiparidad (simple escisión).

La gemmación (multiplicación por brotes ó yemas).

Estas formas de reproducción pueden referirse todas á una sola: la división de la célula. El mecanismo de cada una de estas formas es sencillo y de fácil exposición (1).

(1) En la Memoria, ya citada, de nuestro sabio compañero, el Dr. García Solá, pueden verse la exposición y crítica de todas las teorías histogénicas.—Pueden consultarse también los tratados especiales.

Comencémos por la generación *endógena*. Es la más común de todas: se observa en vegetales y animales; pero siempre en células provistas de cubierta. El proceso es sencillo: se inicia el fenómeno de la reproducción, por el núcleo, que comienza á dividirse, y le sigue el protoplasma hasta que se forman dos células en el interior de la cubierta. Lo mismo que en dos, puede dividirse constituyendo cuatro, ocho ó más células. La cubierta, que es lo que queda de la célula madre, desaparece cuando la *endogénesis* continua, y deja en libertad las nuevas células.

El ejemplo, siempre citado, de esta clase de generación, es el que ofrece el *óvulo humano*, que en nada se diferencia del óvulo de los mamíferos superiores, como no sea en su composición química, y que es una célula que tiene todas las partes que Koelliker asigna á las células perfectas. Obsérvase, después de la fecundación, un núcleo en el vitelus, que se alarga y se divide en dos mitades, que atraen las granulaciones, constituyendo las primeras esferas de segmentación, las que, á su vez, se dividen de idéntica manera, dando lugar á la formación de un gran número de células.

Antes de seguir exponiendo las otras formas de generación celular, debemos ocuparnos de un fenómeno que es común á todas y que, según

Rabl, es el que inicia la multiplicación de las células, de tal manera, que afirma, puede indicar de un modo cierto la proliferación de los organismos elementales, la existencia de movimientos en el núcleo, la Karyokinesis, que es el fenómeno á que nos referimos. Como por el núcleo comienza siempre la generación, se ha estudiado mucho esta parte de la célula, notando Remak que hay una especie de movimiento que dura hasta que se divide por su parte media; y, al asegurar Herwig y Flemming que el núcleo está compuesto de una serie de hilos principales y secundarios, que forman redes, impregnadas por el jugo nuclear, observando las modificaciones de estos hilos se han apreciado los movimientos karyokinéticos. ¿En qué consisten?

En la karyokinesis se distinguen dos órdenes de hechos, progresivos unos, regresivos otros. Se describe un primer tiempo, llamado de descanso en que nada hay de particular. El segundo tiempo está caracterizado por el aumento de volumen del núcleo y la disposición que toma la *cromatina* (1), que pierde su aspecto reticulado para concentrarse en un sólo hilo apretado y tor-

(1) A los hilos más gruesos del núcleo, que se coloran fácilmente, se les dá el nombre de *cromatina*.

tuoso. Poco después la *nucleina* (1) se hace más voluminosa y se divide en varias porciones. Los hilos que resultan de la división se incurvan en horquilla. Viene luego un tercer tiempo, en el cual desaparece, por reabsorción, la cubierta del núcleo, y quedan en contacto con el protoplasma las horquillas, que se reúnen y disponen de modo que dan un aspecto estrellado al centro de la célula. Al mismo tiempo, se hacen visibles en el protoplasma otros hilos, pálidos, que van á concentrarse en los extremos de la célula. Formada la *estrella ecuatorial*, estrella madre, llegamos al cuarto tiempo, metakinesis de Flemming, que consiste en la formación de dos series paralelas de horquillas, cuyos extremos se tocan. Parece una división en dos, de la estrella madre; pero toman una disposición especial, adquiriendo la forma de un tonel. Los hilos parece que han aumentado en número y Flemming cree, que ha habido una segmentación longitudinal de estos. Comienzan después, los fenómenos que se llaman de regresión. Las dos estrellas se corren hácia los extremos de la célula y sus vértices se disponen en círculo, por fuera de las hebras acromáticas. Las horquillas se incurvan hasta formar un pelotón irregular y, por último, se segmenta el

(1) La nucleina forma el filamento cromático del núcleo.

protoplasma, después de haberse formado una cubierta para cada uno de los núcleos.

Tiene este procedimiento de multiplicación bastante importancia y vá resultando tan general, que no debíamos prescindir de su exposición.

La segunda forma de generación es la simple escisión, *fisiparidad*, la simple división. Las células que no tienen cubierta, se multiplican por escisión. Comienza ésta en el núcleo, que se alarga, se estrangula y el protoplasma le sigue en este proceso de división: cada una de las partes en que se ha dividido el núcleo, constituye otro y á su alrededor se agrega la sustancia protoplásmica, formándose dos células que, con rapidez adquieren el desarrollo de la que les dió origen.

La *gemmação*, generación por brotes ó yemas, apenas si se diferencia de las formas anteriores: aquí también hay división del núcleo, en dos ó más, que quedan dentro de la célula, hasta que una parte de ésta se aumenta, poco á poco, crece, formando un pequeño brote en la superficie, que vá rompiendo sus relaciones con la célula madre, hasta desprenderse del todo, constituyendo, entonces, un organismo independiente.

En las tres formas hay, como decíamos al principio, división del contenido celular, y en las tres,

el núcleo es el factor principal de estos fenómenos. En cuanto al nucleolo, las observaciones no son tan precisas, creyendo muchos histólogos, que se divide al par del núcleo. Y, por lo ya dicho, se comprende que la cubierta nada hace en estos fenómenos, ni es obstáculo su presencia, ni la falta de ella, para que tengan lugar.



CAPÍTULO V.

FENÓMENOS DE DESARROLLO Y DE HERENCIA DE LAS CÉLULAS.

ARTÍCULO XX.

El desarrollo en los animales y vegetales es problema de gran complejidad, que encierra no pocas dificultades. La determinación, desde el punto de vista químico, de los materiales necesarios á la diferenciación de tejidos, órganos y aparatos, que van surgiendo de los gérmenes fecundados, ofrece ancho campo á la investigación fisiológica; pero este problema es sencillo, como fácilmente se comprende, cuando se circunscribe á los organismos monocelulares.

Aquí no hay diferenciación anatómica y no es menester analizar, ni la diferenciación en sí, ni en los factores que pueden determinarla, sino que hay bastante con seguir á la célula que se desprende de otra célula, por cualquiera de los modos de generación enunciados anteriormente, y verla adquirir el desarrollo de la que le dió origen. Proceso de desenvolvimiento, producido

por los cambios materiales que, también son los que lo ocasionan en los organismos compuestos; pero, en éstos, tan complejo y difícil que, hoy que conocemos la marcha que siguen los gérmenes, sus evoluciones, sus cambios que, paso á paso, se han seguido, no por esto podemos abordar el problema que indicamos al principio.

Toma la célula sus materiales alimenticios, se los asimila, forma nuevas sustancias, y crece, y aumenta de volumen, hasta llegar á las dimensiones del tipo morfológico á que pertenece; y su vejez, su regresión está representada por nuevos cambios que modifican su contenido y cuya descripción no es de este sitio.

En cuanto á la trasmisión hereditaria, el problema resulta sencillo en las células, así como también es más complicado en otros organismos. Una célula que se forma, es parte siempre de la que le dá origen y hay, por tanto, trasmisión de materia, que tiene las mismas propiedades, antes que después.

CAPÍTULO VI.

MUERTE DE LA CÉLULA.

ARTÍCULO XXI.

La vida de la célula puede terminar de varios modos, que se observan en los animales superiores y, sobre todo, en el hombre. Unas veces, pierde el agua de composición, se deseca y cae, como ocurre en las capas epidérmicas; y otras, se deja penetrar de sustancias extrañas, que no sólo detienen la evolución propia de la célula, sino que ocasionan la muerte. Frey cree que el modo más frecuente de la destrucción celular es la disolución del contenido. La infiltración pigmentaria, el depósito de sales calcáreas y de sustancias grasas en el interior de la célula, producen también su muerte. Las células glandulares mueren de la manera que indica Frey: en las células cartilaginosas puede observarse la penetración de sales de cal; y la infiltración de grasa es un proceso patológico frecuente.



TERCERA PARTE.

FISIOLOGÍA GENERAL DE LOS TEJIDOS Ó HISTOFISIOLOGIA.

CAPÍTULO I.

FISIOLOGÍA DE LOS TEJIDOS ANIMALES.

ARTÍCULO XXII.

Tejido.—Clasificaciones.—Estudio de los tejidos formados por yustaposición de células.

La Histología estudia la estructura íntima de los tejidos.

El microscopio, que tan exhuberante vida ha dado á esta ciencia, nos ha enseñado que todos los tejidos se derivan de células. Frey dice que los tejidos están formados por la reunión de elementos anatómicos, y que la textura, composición química y propiedades fisiológicas, están determinadas por estos elementos.

La noción de tejido, en el sentido puramente anatómico, es la noción vulgar de un *conjunto*

determinado de elementos; pero en el sentido fisiológico, hay que tener en cuenta la manera cómo ese agregado de células se han dispuesto y qué función le caracteriza. Y como tejidos, morfológicamente semejantes, presentan funciones distintas, de aquí que el concepto y las clasificaciones histológicas tengan siempre una base anatómica y nunca fisiológica. Podría, tal vez, considerarse bajo este último aspecto la división que se hace de los tejidos por el modo de ordenarse las células para constituirlos; pero ésto no nos lleva al conocimiento de ninguna propiedad y, mucho menos, al de la función.

Es, por tanto, indiferente aceptar una ú otra clasificación de tantas como se han dado desde Bichat (1) hasta nuestros días, para hacer el ligero estudio histofisiológico que nos proponemos.

Antes que Bichat, el gran fisiólogo Haller describía tres tejidos principales: el nervioso, el muscular y el celular, refiriendo á éstos todos los demás.

Wundt, estudiando la fisiología de los tejidos, constituye tres grupos, según el modo como se derivan de la célula, que son: 1.º tejidos formados por yuxtaposición celular: 2.º tejidos formados por la unión de células entre sí, soldadura celu-

(1) Bichat admitió 21 tejidos: 7 generadores, principales y 14 secundarios.

lar: 3.º tejidos formados por secreciones celulares. Son propios de los vegetales los dos primeros modos de formación de los tejidos, y de los animales, los tres.

Beaunis, divide, en dos grandes grupos, elementos y tejidos: superficiales unos (epitelios), y profundos otros (todos los demás), comenzando por la fisiología de los tejidos conjuntivos, y siguiendo después, los epitelios, tejido muscular, etc., etc., hace un estudio detenido de las propiedades de todos los tejidos.

En los tratados de Histología no se encuentra, por las razones expuestas al principio, clasificación alguna fisiológica. Por consiguiente, siendo la única que se aproxima á este caracter la que hemos transcrito de Wundt, ella nos servirá para el estudio de la Histofisiología, que empezaremos por los tejidos animales, siguiendo después los vegetales.

Primer grupo: tejidos formados por yustaposición de células.

Se comprenden aquí, en primer lugar, las cubiertas, tanto internas, como externas del organismo: *epitelios* en las primeras, *epidermis* en las segundas.

Entre las células que constituyen el tejido epitelial es difícil encontrar sustancia intercelular:

existe, sin embargo, aunque en mínima cantidad. Abunda de tal manera el tejido epitelial en la economía, que todo lo que entra y sale, forzosamente ha de pasar por una capa, á lo menos, de este tejido. Leuwenhoek fué el primero que observó la yuxtaposición de las células epidérmicas. Henle fué el que dió la primera descripción completa de la epidermis (1).

El *epitelio* forma una capa continua en el organismo, que no se interrumpe de la superficie externa al interior, pues encontraremos este tejido, lo mismo en las mucosas, que en las cavidades cerradas, en las glándulas, que en los vasos. En los puntos en que existe, varía de forma para acomodarse á la función, alcanzando las variaciones, no sólo á la forma de la célula, sino á la disposición y número de capas que se reúnen para constituir un epitelio.

Existiendo en tantos puntos de la economía, los fenómenos fisiológicos que presente este tejido han de ser importantes y variados: siendo el tamíz por el que pasan todas las sustancias que entran en el organismo y que del organismo salen, claro es que está relacionado con los actos de absorción y de excreción: siendo revestimiento

(1) En los tratados de Anatomía general y de Histología puede estudiarse la textura de los tejidos, cuya descripción detallada no consideramos propia en este libro.

de piel y de cavidades ha de proteger estos sitios, aunque se reduzca su papel á una acción mecánica; y, existiendo, por último, en las glándulas, como elemento esencial, debe intervenir en los fenómenos de secreción.

Fort ha dividido los epitelios en *protectores* (epidermis y epitelio de las mucosas), y *formadores* (los de las glándulas y superficies serosas).

Su acción protectora es evidente en la piel, por los roces y presiones á que se encuentra sometida; y, no lo es menos en las mucosas, como por ejemplo, en la vegiga de la orina, en donde impide la reabsorción de los principios que ese líquido lleva, que siendo desecho orgánico, su vuelta á la sangre traería gravísimos trastornos, como lo prueban los accidentes terribles de la uremia. La respiración cutánea y, sobre todo, la pulmonar revelan los cambios gaseosos, de entrada y salida de gases, que tienen lugar á través de los epitelios; y los fenómenos de absorción digestiva, cuyo sitio principal es el intestino delgado, prueban la penetración de líquidos por este tejido.

Los epitelios se nutren de los materiales que les suministran los vasos subepiteliales, siendo muy activos los fenómenos de nutrición, sobre todo, en los formadores, que vamos á estudiar.

Entran en la constitución del tejido, llamado *glandular*, tres elementos: el *epitelio*, una membrana propia y vasos. No debemos analizar si se aplica, con propiedad, el nombre de tejido, al glandular, compuesto de los tres elementos indicados, según los histólogos: nos contentaremos con decir, que nosotros no vemos aquí más que un epitelio formador. Quizá se arguya que hay glándulas que no forman productos, sino que dejan pasar las sustancias que la sangre les lleva, y pronto puede contestarse que esos epitelios están destinados pura y simplemente á la eliminación, como otros lo están á la absorción. Los epitelios toman formas distintas, según los órganos glandulares, y su actividad se traduce de muy diversas maneras, produciendo los variados líquidos que se encuentran en el organismo, bilis en el hígado, leche en las mamas, jugo pancreático en el pancreas, etc., etc. Las reacciones químicas que se verifican en el interior de las glándulas no son bien conocidas, pudiendo afirmar únicamente que muchas veces se encuentran la célula ó sus despojos en el líquido de secreción.

El *tejido muscular* corresponde también, según Wundt, á este grupo.

La fibra irritable de Haller se presenta en dos formas distintas, una designada con el nombre de

fibra lisa, otra, con el de *fibra estriada*. En las hidras de agua dulce se vé la sustancia contráctil bajo la forma de célula. El estado de desarrollo más completo es el de *fibra estriada*. La existencia de esta fibra en un organismo, supone siempre la existencia, también, de fibra nerviosa.

Las fibras lisas, fibro-células son pálidas ó ligeramente amarillas, de forma de huso, siendo su longitud de 0,04 mm. á 0,09 mm. Forman, por su unión, capas más ó menos extensas y, algunas veces, hacecillos. Tienen un núcleo, casi siempre aproximado á uno de los bordes de la fibra. Constituyen los músculos de movimientos involuntarios:

Las fibras estriadas, que reciben este nombre por la estriación trasversal que presentan, ofrecen otra longitudinal, menos apreciable; y por la reunión de *hacecillos primitivos, secundarios*, etc., forman los músculos de contracción rápida, *oxytónicos* de Ranvier. La fibra estriada está envuelta por el sarcolema y ha dado origen su textura á muchas hipótesis, que no debemos indicar siquiera.

Vamos á enunciar sus propiedades principales, diciendo, antes, algo de su nutrición. Ésta es muy activa: los músculos están bien regados por la sangre, que les lleva todos los materiales que necesitan para su nutrición y para el gasto funcio-

nal, que es grande. Demostrado está que el músculo absorbe oxígeno y desprende ácido carbónico, y el célebre experimento de Fick y Wislicenus probó que el músculo consume hidrocarburos y grasas, y no albuminoides, durante la contracción.

Cl. Bernard ha experimentado el consumo de oxígeno en el *recto anterior* del muslo de un perro, en el estado de parálisis (nervio cortado), en el de reposo (nervio intacto) y en el de contracción, encontrando una gran diferencia entre el estado de reposo y el de parálisis, siendo la respiración casi nula en este último estado y muy notable en el de reposo.

Los fenómenos químicos del músculo, en contracción, son de gran interés y se estudian en las fisiologías especiales: lo mismo debemos decir de los fenómenos físicos, entre los que merecen preferente atención los eléctricos.

La *contractilidad*, que es la propiedad fundamental de este tejido, es inherente á la fibra muscular, sin que deba la más pequeña parte al sistema nervioso. Ya lo entrevió Haller, al afirmar que la fibra nerviosa, obrando sobre la muscular, sobre la fibra irritable, no le comunicaba propiedad especial de ningún género; pero la comprobación experimental fué debida á Cl. Bernard, que encontró en el *curare*, el medio más seguro

para demostrar que, el músculo se contrae con entera independencia del sistema nervioso, que la contractilidad es propiedad exclusiva de la fibra muscular, que la irritabilidad, en fin, de este tejido se manifiesta por un acortamiento de la fibra, por una contracción.

El músculo presenta, además, otra propiedad, que se designa con el nombre de *tonicidad muscular*; pero ésta depende de las conexiones de este elemento con el nervioso, de tal modo que, en cuanto éstas desaparecen, desaparece, á su vez, la tonicidad. Consiste ésta, en ese estado de semicontracción en que se pueden observar los músculos durante la vida.

La *elasticidad*, mucho más perfecta en el músculo, que en otros tejidos, ayuda poderosamente á sus funciones, cuando forma cavidades, como el corazón, el estómago, etc.

Cuando el músculo pierde todas sus propiedades, cuando muere, se presenta la rigidez cadavérica, producida por la coagulación de la mio-sina.

El *crystalino*, que es una lente biconvexa, situada entre el humor acuoso y el vitreo, está formado por fibras aplastadas, que tienen un núcleo y que se conocen con el nombre de *fibras del cristalino*: son blandas las de la periferia y más

duras las del centro: están dotadas de una transparencia perfecta. Las fibras del cristalino están unidas por yustaposición. Su función es dejar pasar, refractándolos, los rayos luminosos que han de impresionar la retina; interviniendo, también, en el fenómeno de la acomodación del ojo para las distancias.

Las fibras del *esmalte* hállanse unidas sin sustancia intercelular, formando prismas paralelos, sin que se pueda afirmar que cada prisma corresponde á una célula. El esmalte es un poderoso medio de protección para el diente.

ARTÍCULO XXIII.

Tejidos formados por fusión de células.

Comprende este grupo el tejido nervioso y el de los vasos capilares.

Tejido nervioso: los elementos de este tejido son la célula nerviosa y el tubo. Wundt dice que las células se hallan diseminadas en medio de fibras que han nacido por la fusión de otras células y que, por lo tanto, las fibras son las que están comprendidas en el grupo que estudiamos. De

todos modos y, teniendo en cuenta la importancia de este tejido, harémos indicación de los principales caracteres de las células y de las fibras, terminando con algunas consideraciones fisiológicas, como hemos hecho respecto á los tejidos, ya estudiados, y harémos con los del tercer grupo.

La célula nerviosa, que es una de las más grandes del organismo humano (1), no tiene cubierta y en la superficie de su protoplasma, que es nucleado, presenta prolongaciones que han servido para darle nombre: células bipolares (diclonas) si tienen dos, tripolares (triclonas) si tres y multipolares, cuando poseen más. Se ha discutido mucho si la célula nerviosa carece de prolongaciones, y Frey afirma haberla observado en el *Gadus lota*. Entre las prolongaciones de la célula hay una, un poco mayor, de contornos más limpios, que vá á constituir una fibra nerviosa. El protoplasma es granuloso, observándose finísima red, según Koelliker.

El tubo nervioso, fibra primitiva, se llama *mielínico* ó *amielínico*, según entre ó no, en su composición, la mielina. Las partes constitutivas del tubo con mielina son tres: una cubierta exterior, una sustancia medular y el cilindro-eje. La cu-

(1) Sus dimensiones son: 0,09 mm., á 0,022 mm. Se han dividido en gruesas (motoras), medianas (sensitivas) y simpáticas.

bierta se llama *vaina* de *Schwann*, porque este histólogo, en 1839, observó que los tubos nerviosos estaban rodeados de una envoltura. La mielina se encuentra dentro de esta vaina envolviendo, á su vez, al cilindro-eje. No ocupa la mielina toda la extensión de la cubierta, sino que hay puntos en que el cilindro-eje está en contacto directo con la vaina. Estos puntos son, las llamadas *estrangulaciones anulares*. Cuando se comprime un nervio cortado, se escapa la mielina, en forma de filamentos, que constituyen pequeñas esferas. En los nervios tratados por el nitrato de plata, se observan, en su interior, pequeñas *cruces latinas*, coloreadas en negro, que están formadas por el cilindro-eje y la estrangulación anular. En la mielina pueden notarse, también, líneas que van de la vaina de Schwann al cilindro-eje, que son las *cisuras de Schmidt*. El cilindro-eje, que es la parte esencial del tubo nervioso, aparece como un finísimo hilo, colocado en medio de la mielina. Su composición ha sido muy discutida: ya se consideró como un cilindro hueco, ya compuesto de varios tubos que se unen entre sí y con los que existen, según Stilling, en el resto de la fibra nerviosa. Á beneficio de diversos reactivos se han podido apreciar en el cilindro-eje, una estriación, *estrias* de *Frommann*, y la llamada *hinchazón bicónica*. Se cree que el cilindro-eje está envuelto

por una finísima cubierta, que recibe el nombre de *vaina de Mauthner*.

Las fibras nerviosas, sin mielina, fibras de Remak, están formadas por la cubierta y el cilindro-eje. En la cubierta de estos tubos, como en la de los mielínicos, existen núcleos, que en los últimos se ven, en el segmento interanular, envueltos en una masa de protoplasma.

Las fibras se han dividido también en motoras, sensitivas y grises ó de Remak.

—

La nutrición de este tejido tiene lugar por la penetración del plasma hasta el interior de los elementos que, en las fibras se verifica por las estrangulaciones anulares, según Ranvier. La delicadeza de este tejido exige condiciones especiales para el riego sanguíneo, disposición de los vasos, etc., que se pueden estudiar en los centros nerviosos del hombre. Necesita sangre, bien oxigenada, para funcionar debidamente; y, por ésto, cuando hay alteraciones en el líquido sanguíneo (menos oxígeno que de ordinario, sustitución del oxígeno por otro gas), los primeros órganos que se perturban son los nerviosos. Los nervios respiran: consumen oxígeno y desprenden ácido carbónico. Que hay gasto de sustancias nutritivas, lo revelan los productos de desasimilación.

La nutrición del nervio parece depender de la

célula central, porque después de seccionado, la parte periférica degenera, conservando su constitución normal la porción relacionada con la célula, que podemos llamar trófica.

Las funciones encomendadas á este tejido, son de la más alta importancia y, en su mecanismo íntimo, desconocidas.

La Fisiología general divide las fibras nerviosas en dos grupos: semitivas unas, motoras otras, y establece un punto de unión para estos dos elementos en la célula. De este modo, la representación más simple de este tejido será: un tubo que comienza en la periferia del organismo, que se extiende hasta una célula, de la cual parte otro tubo, que vá á terminar en el elemento contractil. Las causas irritantes, que obren en la superficie, serán recibidas por el primer tubo (elemento sensitivo), que trasmirá la impresión á la célula, y de aquí partirá una incitación por el otro tubo nervioso (elemento motor), que se traducirá en la sustancia contractil, produciendo un movimiento. Analizando este fenómeno, nos encontramos: 1.º, una causa irritante: 2.º, un nervio que recibe la impresión y la trasmite: 3.º, una célula, á donde llega la impresión y, en donde se modifica, se cambia: 4.º, otro nervio que recibe y trasmite la impresión modificada, y 5.º, el elemento contractil, en que se manifiesta bajo la forma de movi-

miento. Hay, por consiguiente, un cambio en las condiciones ordinarias del punto que recibe la acción irritante, otro cambio en el nervio que la trasmite, en la célula, en el elemento motor y en el músculo. Pero ¿en qué consisten estos cambios? La transmisión en los nervios se llama «vibración nerviosa:» la acción de la célula, en este caso, parece ser trasformando la sensibilidad en movimiento. ¿Y qué es la vibración nerviosa? ¿Qué es la sensibilidad?

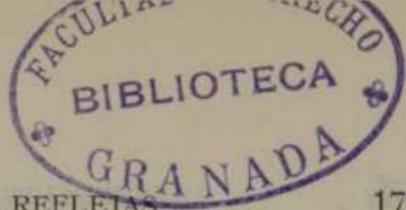
Antes de abordar estas cuestiones y, para esclarecerlas en lo posible, importa consignar que, en las organizaciones en que el sistema nervioso central está bien desarrollado, se multiplican, de modo extraordinario, esos mecanismos nerviosos, que hemos representado por dos tubos y una célula. Los fenómenos de transmisión nerviosa son desconocidos en su esencia; pero no, por eso, es menos cierto que hay corrientes centrípetas unas y centrífugas otras, para establecer relaciones entre las distintas partes de la economía y el sistema nervioso central. La dirección de la corriente no es característica para distinguir el elemento sensitivo, del motor. El experimento de Paul Bert, con la cola de los conejos, lo demuestra cumplidamente (1).

(1) El experimento, tantas veces citado en las obras de Fisiología, de Philipeaux y Vulpian (unión del nervio hipogloso y del lin-

Pero si la vibración nerviosa nos es desconocida en su esencia, si sólo sabemos que hay transmisiones centrípetas y centrífugas, bien podemos buscar los lados accesibles del fenómeno, y preguntar: ¿la vibración nerviosa vá creciendo á medida que recorre el nervio? ¿Permanece siempre igual? ¿Disminuye? Hé aquí un problema bien interesante y de mucha más importancia que las discusiones (hasta ahora estériles) sobre la *naturaleza del fluido nervioso, influencia nerviosa, vibración nerviosa, etc.* Aunque no cabe en este libro la exposición detallada de estas cuestiones, sino ligeras indicaciones, dirémos, no obstante, que casi todos los fisiólogos creen, con Pflüger, que la onda nerviosa crece, como una *avalancha*. Enunciaremos, también, las tres leyes que rigen las funciones del nervio, en su papel de *conductor*: 1.^a, ley de integridad: 2.^a, ley de conductibilidad aislada: 3.^a, ley de conductibilidad en los dos sentidos del nervio.

Otras cuestiones, no menos importantes, presenta el estudio de los nervios, tales como los fenómenos eléctricos, químicos y térmicos que acompañan á la vibración. Y, cuando ésta llega á la célula, comienzan otros fenómenos, que suma-

gual,) según nuevas experiencias de Vulpian, no tiene valor alguno. En el lingual ha encontrado fibras motoras (filetes de la cuerda del tímpano.)



riamente vamos á exponer: el más simple puede ser la trasmisión, por el nervio motor, de la vibración al músculo y la producción de un movimiento: aquí tenemos *un reflejo*, cuyos elementos y mecanismo expusimos antes. Pero no es á un músculo, sino á un grupo de músculos ó á varios grupos á donde llega la vibración nerviosa, y el fenómeno se complica, porque se ha generalizado; guardando, siempre, relación con la intensidad de la causa que ha producido la excitación en el nervio. La traducción aquí, de los actos nerviosos, ha sido el movimiento. El mecanismo de los movimientos reflejos está bien determinado y formuladas sus leyes.

En otras ocasiones la vibración nerviosa vá á terminar en elementos contráctiles de glándulas y, entonces, interviene en los fenómenos de secreción, produciendo alteraciones en los vasos para el paso de la sangre. Alguna vez llega la vibración á órganos que, de ordinario, se mueven y detiene estos movimientos. Hé aquí una serie de *acciones reflejas*, secretorias unas (vasomotoras), paralizantes otras. Y es que la acción nerviosa no consiste más que en cambiar las condiciones del nervio y, por ende, las de los elementos en que termina. Se comprende, por lo dicho, que la célula, al recibir la impresión que le trasmite el elemento sensitivo, responde con el

movimiento del músculo, ó con un cambio en sus condiciones ordinarias: debe, pues, ocurrir algo en la célula que determina este acto: ¿será, como hemos dicho antes, un cambio de sensibilidad en movimiento? ¿es que la *irritabilidad* de la célula se manifiesta de esa manera? Lo repetiremos una vez más: el mecanismo íntimo es desconocido; pero siempre resulta para la célula un papel de conductora de la impresión recibida y, además, hay como un desprendimiento de fuerza viva, movimiento, que se manifiesta más abajo, en el músculo.

Un carácter importante de todos los fenómenos nerviosos es su intermitencia y, el influjo, bien marcado, del hábito.

Si, por un momento, nos fijamos en lo que sucede en el organismo humano, veremos, con toda claridad, que muchos de los fenómenos que indicamos pueden ser *percibidos*, pueden ser ó no *conscientes*. Lo percibido entra en la categoría de sensación. Hemos de ser muy parcos en la enunciación de fenómenos psíquicos. Pero cualquiera que sea la manera de pensar sobre estos actos, es indudable que se necesitan órganos, encargados de su producción, y que los fenómenos de sensibilidad son el alimento necesario para que esos órganos muestren sus actividades. En ciertas células del cerebro se reconoce la propiedad

de conservar las modificaciones causadas en ellas, por las excitaciones recibidas, que pueden permanecer calladas, silenciosas, para reaparecer más tarde. Estas modificaciones impresas á las células y en ellas conservadas, pueden obrar, como excitantes sobre otras células vecinas, poniéndolas en actividad. Algunos llegan á admitir la espontaneidad en ciertas células: ésto es absurdo: se necesita siempre un excitante de adentro ó de fuera.

Los problemas que aquí se encierran, como los referentes á los nervios motores y á los de sensibilidad no pueden ser tratados en este punto. De la sensibilidad, en general, ya expusimos nuestro pensamiento al hablar, en los organismos elementales, de los fenómenos de cambios dinámicos. La fisiología del tejido nervioso nos ha llevado más lejos de lo que, en un principio, pensamos.

Tejido de los capilares: Wundt dice: «como las fibras nerviosas, estos vasos (los capilares) proceden de células oblongas, que se tocan por sus extremos, y cuyo tabique intermedio ha desaparecido. Los capilares difieren, sin embargo, de las fibras nerviosas por dos puntos: 1.º, las células formadoras de los capilares tienen una gran tendencia á emitir prolongaciones que comunican entre sí, de tal suerte, que todos los capilares for-

man en conjunto varias redes: las células formadoras de las fibras nerviosas, por el contrario, no crecen más que en una dirección; así, no se vé en toda su longitud ninguna división (las divisiones de las fibras nerviosas, y aún las anastómosis de estas fibras no se observan en los órganos periféricos); 2.º los capilares, en razón de su continuidad con el sistema vascular, han perdido su contenido propio; el protoplasma de las células formadoras cede su puesto al líquido sanguíneo; sólo persiste, pués, la membrana de la célula, que llega á ser la pared del capilar.»

Algunos colocan este tejido en el primer grupo: su sitio es éste y, por eso, hemos copiado lo que dice Wundt. Intermedio del sistema vascular (entre las arterias y las venas) poco hay que decir sobre sus propiedades; y su función queda expresada con decir el sitio que ocupa en el organismo.

ARTÍCULO XXIV.

Tejidos formados por secreciones celulares.—Ligero estudio histológico.

Los tejidos de sustancia conjuntiva, que toman su origen de la hoja media del blastodermo, for-

man un grupo natural desde las investigaciones de Reichert, completadas en el orden normal por los trabajos de Sharpey y Kœlliker, y en el patológico por los de Virchow. Verdad es que, á medida que se desenvuelven estos tejidos, se van separando unos de otros, pareciendo completamente distintos; pero además de su origen, les aproxima su función y, aunque llegan á diferir notablemente, hasta en su composición química, lo cierto es que, en todas las partes de los organismos en que se encuentran, vienen á llenar semejante, sinó idéntico papel fisiológico. La frase de Kœlliker, *sustancias de sostén*, es siempre de oportunidad tratándose de tejidos conjuntivos.

En sus principios, todos los tejidos de este grupo están constituidos por la reunión de pequeñas células (embrionarias), redondeadas, con núcleo, sin cubierta y una sustancia intercelular blanda, abundante en sustancias albuminoides. Las modificaciones que sufra esa célula, los cambios que experimente esa sustancia, darán lugar á los distintos tejidos, que se comprenden en este grupo.

Nosotros estudiaremos ligeramente, como hemos hecho con los demás tejidos, los comprendidos en esta tercera división, por el orden siguiente:

1.º *Tejido conjuntivo*, con algunas indicaciones

sobre el tejido *mucoso*, el *fibroso* y el *reticulado*.

2.º *Tejido elástico*.

3.º *Tejido cartilaginoso*.

4.º *Tejido óseo*.

1.º *Tejido conjuntivo*: compréndense, como elementos esenciales de este tejido, células y hacecillos. Las células fueron observadas por Virchow, aunque ya Henle había hablado de fibras con núcleo. Después se describieron como formadas por una masa de protoplasma, con prolongaciones, que servían para unirse unas células con otras. Ranvier ha descrito, también, la célula y, parece que se ha pronunciado ya la última palabra, en cuanto á la forma y disposición de estos elementos. Son células con núcleo, planas, poligonales, con una ó varias prolongaciones: de perfil parecen fusiformes. Estas células se hallan aplicadas sobre los hacecillos; pero nó de un modo continuo. Además, pueden observarse otras células libres, por lo cual se dice, que existen dos clases de estos elementos: fijos unos, móviles los otros. Estos últimos son las llamadas células linfáticas.

Los hacecillos de este tejido están formados por tenuísimas fibrillas, extensibles, de 0,007^{mm} de diámetro. La reunión de hacecillos *primitivos*

constituye los *secundarios*, y los *terciarios* resultan de la unión de éstos.

Se puede observar, en el hacecillo primitivo, una disposición regular, y también, pequeñas fibras que le rodean transversal ó circularmente á diferentes distancias. Los hacecillos parecen envueltos por finísima membrana y, cuando varios se reúnen, para formar otro mayor, se hallan, del mismo modo, envueltos en sus cubiertas. Los hacecillos dejan libres pequeños espacios, en los que se encuentran, de preferencia, las células linfáticas.

Estos hacecillos se disponen, algunas veces, de manera que forman un tejido resistente, uniéndose con fibrillas elásticas, y apretándose para constituir hacecillos mayores: entónces el tejido conjuntivo no es laxo, sino fibroso. En éste, aparecen las células en forma romboidal, y las descritas por Frey, con el nombre de células de *ruedas de palas*.

Antes de llegar á estas formas, puede observarse, en el tejido conjuntivo, otro estado inferior de desenvolvimiento: nos referimos al *tejido mucoso* que, en el hombre, en la edad adulta, no se encuentra más que en el cuerpo vítreo. Células redondeadas, granulosas, con núcleo y envoltura,

en una sustancia homogénea, sin color, son los elementos de este tejido. En el feto, en la gelatina de Wharton se encuentra también este tejido, notándose células fusiformes, estrelladas en medio de una sustancia gelatinosa.

Otra forma, intermedia entre las dos descritas al principio, es el *tejido reticulado*, que forma el esqueleto de muchos órganos: la célula de este tejido es estrellada y uniéndose unas con otras, dejan espacios, ya redondeados, ya poligonales. Estas células tienen núcleo y nucleolo. Las redes formadas por los elementos de este tejido experimentan cambios perceptibles con la edad de los individuos.

2.º *Tejido elástico*: grado más avanzado en el desarrollo del tejido conectivo, el *elástico* está caracterizado por la presencia de una gran cantidad de fibras, que le dan nombre por su elasticidad, que es grande. Encuéntranse aquí las células y las fibras propias del tejido conjuntivo.

Las fibras elásticas pueden observarse constituyendo finas membranas, y solas, aisladas, ó anastomosadas unas con otras, formando redes, más ó menos apretadas.

3.º *Tejido cartilajinoso*: una sustancia fundamental resistente, compacta, elástica y células en ella colocadas son los elementos de este tejido, del cual se describen algunas variedades.

La célula es, al principio, redondeada, con núcleo y después experimenta modificaciones hasta constituir las *cápsulas del cartílago*.

Las variedades que se han descrito son: el cartílago hialino, el reticulado y el fibroso, según la naturaleza de la sustancia fundamental, conjuntiva en el primero, reticulada en el segundo y fibrosa en el tercero. La cubierta de las células (cápsula) está producida por la adición de capas de la sustancia protoplasmática, ó bien por secreción de ésta.

La sustancia fundamental, ya homogénea, ya granulosa, además de la sustancia conjuntiva, propiamente dicha, ó de la reticulada ó fibrosa, según la clase de cartílago, contiene: agua, grasa, en muy corta proporción, fosfatos de cal y de magnesia, cloruro de sodio, carbonato sódico y sulfatos alcalinos. Las sustancias minerales aumentan con la edad, principalmente en los últimos años de la vida.

Este tejido puede transformarse en *óseo*, como se observa en la época del desarrollo, habiendo entonces una proliferación celular (endogénesis), precedida de un ligero reblandecimiento del cartílago

4.º *Tejido óseo*: células y sustancia fundamental son también los elementos de este tejido, el más complicado de todos los de sustancia conjuntiva: pero, las células se encuentran aquí alojadas en cavidades, *osteoplasmas de Serres*, que abundan extraordinariamente, teniendo una forma irregular. La sustancia fundamental ofrece muchos puntos, dignos de estudio, lo mismo que las células, por lo que nos detendremos, algo más que en los anteriores, en la descripción de este tejido, aunque procuraremos ser breves, como corresponde á la índole de este libro.

Los conductillos de Havers y las fibras de Sharpey, las cavidades y los conductillos calcóforos son los elementos principales en el estudio de este tejido.

La *sustancia fundamental*, dura, escasa de agua, abundante en sales de cal, está formada por dos órdenes de laminillas de las que, unas alcanzan, todo el hueso y, otras se limitan á los conductos de Havers. Estos presentan distinto aspecto, según se observen en un corte trasversal del hueso, ó en un corte longitudinal: en el primer caso se vén pequeños orificios, más ó menos redondeados, y en el segundo, un sistema de conductillos, reunidos entre sí por otros de dirección distinta. La importancia de estos conductillos

(de Havers) se comprende, sabiendo que encierran los vasos del hueso.

Las *fibras de Sharpey*, así llamadas por ser este profesor el primero que se ocupó de ellas y las designó con el nombre de *perforantes*, nacen del periostio y *perforan*, atraviesan las láminas del hueso, presentando, en algunos animales, el aspecto de columnitas. La longitud de estas fibras, es de unos tres milímetros.

Las *células óseas*, encerradas en sus cavidades, se observan como pequeños elementos alargados, provistos de prolongaciones muy finas, dirigidas hácia los canalículos, los cuales toman su origen en esas cavidades y recorren toda la sustancia fundamental del hueso. Se llaman *canalículos calcáreos ó calcóforos*. Son muchos en número, parten de las cavidades y se ramifican y anastomosan con los diferentes canalículos de otras láminas óseas, pudiendo notarse que están en comunicación con los conductillos de Havers.

El tejido óseo es muy rico en sales minerales, de 66 á 70 por 100: de sustancias orgánicas, sólo tiene de 30 á 33 por 100. Las sales son: el fosfato de cal, carbonato y fluorato de cal, fosfato de magnesia y sosa y clorhidrato de sosa. Según Wolkmann, los huesos frescos de un adulto, sólo tienen un 22 por 100 de sales.

Para terminar, dirémos que no hay formación

directa de huesos: se forman del cartílago ó de células de tejido conjuntivo. El desarrollo de los huesos es una de las cuestiones más difíciles de Histología.

No hemos hablado en esta sumaria exposición de los tejidos conjuntivos, del llamado *adiposo*, porque le juzgamos comprendido en el tejido conjuntivo laxo. Las células adiposas, llenas de grasa, se reunen en gran número, constituyendo lóbulos. Ranvier le coloca en ese sitio, y dice que lo caracterizan las células de grasa entre los haces conjuntivos laxos.

ARTÍCULO XXV.

Fisiología de los tejidos conjuntivos.

¿Cuál es la fisiología de estos tejidos? ¿Qué papel desempeñan en la economía?

Antes de contestar estas preguntas diremos que, en esa serie de tejidos que se comprenden bajo la denominación común de «tejidos de sustancias conjuntivas,» se encuentran el más blando y el más duro del organismo, el que contiene más agua y el que encierra en su trama menos canti-

dad de este líquido, el *tejido mucoso* y el *tejido óseo*. De igual manera, se observan la *grasa*, cuyo peso específico es pequeño, y el *cartílago* y el *hueso*, que lo tienen grande. Entre estos límites, se marca una gradación que, comenzando en el *mucoso*, sigue en el *conjuntivo laxo*, el *reticulado*, *fibroso* hasta llegar al hueso, que alcanza el máximo de dureza, de resistencia y de peso específico. No se observa esta gradación en lo que se refiere á la elasticidad, pues como dice Beaunis (1), «se pueden dividir estos tejidos en dos grupos, comprendiendo en el primero, al tejido *elástico*, y en el segundo, á los tejidos conjuntivos, propiamente dichos, como los tendones y los ligamentos.

El cartílago y el hueso representarían una especie de grupo intermedio entre unos y otros, entre el tejido elástico y el conjuntivo propiamente dicho. Por lo demás, añade, la elasticidad de los tejidos conectivos difiere, no solamente según la naturaleza del tejido, sino también según el género de elasticidad. La elasticidad de tracción es más marcada en los huesos, los ligamentos y los tendones: la elasticidad de presión en los cartílagos articulares, etc.»

Preciso es, también, llamar la atención sobre el sitio que ocupan estos tejidos en el organismo,

(1) Nouveaux éléments de Physiologie Humaine, pág 231.

porque sus relaciones con los órganos y aparatos de la economía, han de servirnos de mucho para la resolución del problema, que hemos formulado en las preguntas con que empieza este artículo.

Consignémos, desde luego, que el tejido mucoso, cuya sustancia fundamental contiene mucina y, que es permanente en muchos animales, no es propio del organismo humano, sino en el período embrionario, quedando después, sólo el cuerpo vítreo, como señal de este tejido.

El conjuntivo, propiamente tal, abunda, de modo extraordinario, en la economía, habiéndose dividido en externo é interno; en subcutáneo, submucoso y subseroso, según los sitios en que se observa en los organismos. Se ve, lo mismo en la piel, que en el parénquima de los órganos, en los vasos, como en las cavidades: ya se le encuentra, envolviendo los haces musculares, ya formando la trama de las glándulas: ora penetra en el interior de éstas, constituyendo parte esencial de su textura, ó bien se extiende en capas, para dar origen á las fascias aponeuróticas, membranas de separación y de protección de otros órganos. Se observa, en fin, por todas partes en la economía, sin que se interrumpa la continuidad del tejido entre las diversas capas en que se divide. No es, como decía Bordeu, la atmósfera de los órganos sólo; es algo más, es su

esqueleto, su sostén y su atmósfera: él les dá protección dentro y les limita fuera: les ayuda al sostenimiento de su forma propia, siendo la armazón de todos y mantiene sus relaciones con los demás órganos.

Pero, sigamos indicando el sitio de estos tejidos, antes de entrar en consideraciones fisiológicas.

El tejido elástico lo observamos en la túnica media de las arterias, en los ligamentos de las vértebras, en la laringe, en la piel y en algunos otros órganos.

Algunas de las divisiones que se han hecho de los cartílagos, indican el sitio que ocupan en el organismo humano: cartílagos de articulaciones móviles, cartílagos de articulaciones sin movimiento y cartílagos de las cavidades, eran las tres clases en que Bichat los dividía. Beclard los clasifica en articulares y no articulares. Entre estos últimos, se comprenden los de la nariz, pabellón de la oreja, los costales, laríngeos, los de la traquea y bronquios, los tarsos y los del tabique de la lengua. Estas divisiones no pueden nunca referirse á la época del desarrollo, porque ya



sabemos que, en estos primeros tiempos de la vida, muchos cartílagos han de ser, más tarde, huesos.

Los huesos que, en número considerable, forman el esqueleto, encuéntranse en todo el organismo, siendo siempre órganos de sostén y de protección. Forman una primera cavidad para alojar las porciones más importantes del sistema nervioso y, en unión de los músculos, constituyen las otras dos grandes cavidades del cuerpo humano. En las pequeñas cavidades del cráneo y de la cara se alojan los sentidos, como en el conducto formado por las vértebras se encierra la médula espinal. Constituyen parte principal y dan forma á las extremidades, lo mismo á las superiores que á las inferiores, al servicio unas y otras de las demás partes del organismo y destinadas, en el hombre, las segundas, á sostener el peso del cuerpo, y á producir, con sus movimientos, los cambios de lugar.

Del tejido adiposo, nada dirémos, refiriéndonos á lo expuesto sobre el conectivo, cuyas mallas ocupa, acumulándose, en ocasiones, constituyendo verdaderas capas de grasa.

Esta sumaria exposición de algunas propiedades de los tejidos conjuntivos y del sitio que ocupan en la economía, nos sirven para comprender algunos de sus fenómenos fisiológicos.

Un primer hecho resalta claro, evidente: el tejido conjuntivo penetra en todas partes, vá al interior de los órganos, ó les envuelve en atmósfera protectora: llena los pequeños huecos, los vacíos y, cuando algo falta, las células adiposas ahuecan las mallas del conjuntivo laxo, moldeando los contornos, en formas acabadas. Encontrándose en los sitios indicados, tiene que estar en contacto con los líquidos orgánicos, y la sangre le dejará su parte de trasudación y los tejidos le darán los elementos de desecho que él enviará á la linfa ó que devolverá á la sangre.

Podemos, pues, afirmar que, en este tejido hay activos fenómenos de endósmosis y exósmosis. Y, como sabemos que los tejidos conectivos no se dejan atravesar más que por el agua ó por disoluciones acuosas, se robustece la afirmación anterior, porque el líquido de trasudación sanguínea, así como la linfa y los líquidos intersticiales son, siempre, disoluciones acuosas.

Diseminado, extendido, como decíamos antes, el tejido conjuntivo por todo el organismo, recibe los despojos del gasto funcional, que incesantemente se produce, por la actividad de órganos

y aparatos, y en su seno, por consiguiente, se elabora la linfa, que luego es recogida por vasos especiales que la conducen á la sangre. Y, como los fisiólogos se han fijado en estos hechos y, en que almacena en sus mallas reservas alimenticias para todo el organismo (1), que revelan que este tejido vive más para los otros tejidos que para sí propio, han dicho que su nutrición no es muy activa: no creémos esta opinión exacta: bañado constantemente por líquidos que llevan materiales abundantes para su nutrición, ésta se realiza activamente; y, los fenómenos inflamatorios y neoplásicos de que es asiento, enseñan que la irritabilidad formadora se manifiesta con una actividad extraordinaria, en lo que nosotros vemos una muestra de su irritabilidad nutritiva.

La blandura de este tejido, intermedia de los extremos, *mucoso* y *óseo*, de esta serie, indica á su vez que puede formar parte de la textura de los órganos más delicados, sirviendo de medio de unión de sus diferentes elementos, sin romper la armonía del conjunto. En este destino de *armazón*, de *esqueleto* de los órganos se comprenden todos los tejidos conjuntivos, excepción del *óseo*, que lo es del organismo entero, sin que,

(1) Grasa.

por ésto, dejen algunos, como el elástico, de tener otras funciones especiales, que expondremos inmediatamente. En los ganglios linfáticos, en el pulmón, en los riñones y en la piel, etc., etc., encontramos el tejido conectivo, ya areolar, ya elástico, ya conjuntivo denso, etc., etc., y, en todas partes es siempre *armazón, esqueleto* de los órganos.

Respecto al tejido elástico, debemos decir que su distribución obedece principalmente á las funciones encomendadas á los órganos, en que lo encontramos. En donde hace falta un esfuerzo constante, en donde es necesaria una fuerza permanente, allí está el tejido elástico, para suplir la intermitencia de acción del tejido muscular: así puede encontrarse en los vasos, por ejemplo, y en los ligamentos vertebrales. En la piel, de continuo expuesta á presiones, hay tejido elástico para devolverle su forma, en cuanto cesa la fuerza que la oprime.

Una observación, que merece tenerse en cuenta es, que á medida que aumenta la consistencia del tejido y, por consiguiente, según se asciende en la escala de los de sustancia conjuntiva, *sus funciones son más mecánicas*, si vale expresarse así, y se ván escapando de la trama de los órganos, para constituir, por sí, órganos distintos, aunque siempre de sostén y protección; pero in-

dependientes, como los ligamentos, los cartílagos y los huesos.

Digamos ya, algunas palabras sobre la fisiología de los cartílagos y de los huesos.

Los cartílagos, no articulares, forman el esqueleto de los órganos que los contienen, como puede comprobarse en el pabellon de la oreja, nariz, laringe, etc., etc. Les envuelve una membrana fibrosa y vascular. Los articulares pueden considerarse como una prolongación del hueso, á cuyo extremo se encuentran: viven á expensas de lo que les rodea. No se aprecia en ellos sensibilidad y, faltos de riego sanguíneo directo, sus manifestaciones vitales resultan poco apreciables.

Llegamos á los huesos, esqueleto de todo el cuerpo, punto de apoyo de todas las partes blandas, y su destino en el organismo lo encontramos admirablemente expresado en las palabras, que vamos á transcribir, del profesor Sappey (1). Dice así: «La presencia de estas partes duras en medio de las blandas ha parecido un hecho tan importante á los naturalistas más célebres, que le han tomado por base de su clasificación. Á fin de poner más en relieve las numerosas consecuencias que, efectivamente se desprenden de su aparición en el seno del organismo, séanos permitido

(1) Tratado de Anatomía descriptiva, 2.^a edición, trad. de M. Molina, pág. 72.

por un instante reducir el cuerpo de cada vertebrado, sobre todo el de los vertebrados voluminosos, á un conjunto de partes blandas.»

«Todas estas partes blandas, sometidas por una parte á la influencia atractiva del globo, y por otra á su reacción mútua, constituirán una masa que tenderá á tomar la forma de un esferóide, más ó menos aplanado en sus polos. Pero que en el seno de estos órganos aplanados sobre sí mismos aparezcan órganos duros y resistentes; que estos órganos se sobrepongan en columnas; que se ahuequen y reunan para formar cavidades; que proyecten de sus superficies eminencias múltiples, é inmediatamente, agrupándose las partes blandas alrededor de las columnas, alojándose en las cavidades y suspendiéndose en las eminencias, la organización tomará una forma fija, determinada, idéntica en todos los animales de la misma especie, y sólo variable en los animales de especie diferente. Las partes blandas que se suspenden de las eminencias, ó se agrupan alrededor de las columnas, estando dotadas de la propiedad de contraerse, las diferentes piezas que componen estas columnas se pondrán en movimiento: cada una de ellas se transformará en palanca, y del juego de todas estas palancas, resultará para el animal la facultad de moverse y procurarse su alimento. Ofreciendo

las cavidades, formadas por los huesos, un refugio protector á los órganos más esenciales, éstos reunirán á una libertad mayor en el ejercicio de sus funciones, mayor perfectibilidad. El sistema nervioso, sobre todo, cuya naturaleza más delicada reclamaba, en cierto modo, más imperiosamente las ventajas de esta protección, se perfeccionará con rapidez, llegará á sus mayores dimensiones, y la vida, concentrada, hasta entonces, en el estrecho círculo de los fenómenos nutritivos, se agrandará, poco á poco, por las nuevas relaciones que se establecerán entre el animal y el mundo exterior. Una forma fija, una locomoción fácil, una alimentación asegurada, gran libertad en el ejercicio de todas las funciones, una vida exterior coronando la vida nutritiva, la inteligencia añadida al instinto y llamada á dominarle: tales son, pues, los felices resultados que se desprenden, para la organización animal, de la aparición de las partes duras en el seno de las blandas.»

Los huesos son asiento de fenómenos nutritivos de bastante importancia, siendo los vasos sanguíneos de sus conductillos de Havers los encargados de llevarle los materiales de asimilación, y constituyendo los otros conductillos un vasto sistema por donde circulan los líquidos nutritivos.

Otros tejidos animales se estudian en los tratados de Histología; pero creemos que todos pueden referirse á los indicados anteriormente y, sobre todo, no ofrecen nada especial desde el punto de vista fisiológico que, es como nosotros debemos considerarlos.

Nada debemos decir aquí de los líquidos orgánicos (sangre, quilo, linfa), contados en el número de los tejidos por algunos histólogos, quizá porque encierran elementos morfológicos; pero sabemos que el líquido, en que se mueven las células, no es producido por éstas, y por consiguiente ni es sustancia intercelular, ni pueden ser considerados como tejidos.

CAPÍTULO II.

TEJIDOS VEGETALES.

ARTÍCULO XXVI.

Tejidos formados por soldadura ó por yuxtaposición de células.

Los tejidos vegetales se derivan de la célula de dos modos: por yuxtaposición celular ó por la unión de células entre sí. En la formación de estos tejidos no se observa el tercer modo que hemos dicho en los tejidos animales: por secreción de las células.

Constitúyense estos tejidos, los del primer grupo, por la yuxtaposición de células: éstas pueden no tocarse más que por un punto, en cuyo caso dejan, entre sí, vacíos de diversa extensión, á los que se dá el nombre de lagunas, meatos ó conductos intercelulares: otras veces, suelen estar tan apretadas las células, que es muy difícil separarlas. El tejido puede tener una disposición muy regular, cuando las células que se unen presentan un número igual de lados y éstos, son, también iguales. Suele observarse esta disposición en las partes blandas de los vegetales.

Los tejidos vasculares están formados también por células; pero que, unidas por sus extremos, se ahuecan, perdiendo el tabique intermedio en el punto en que se adhieren.

La célula aquí, como en los organismos animales, es la que forma los tejidos: en todos, pues, la naturaleza de este elemento anatómico ha de ejercer influencia, que será más ó menos marcada, según las modificaciones que experimente para constituir los tejidos; y, como en los vegetales los modos de formación son la soldadura, ó la yustaposición de las células, sin que las escreciones de estos organismos intervengan en el fenómeno, debe ser más notable la acción de este elemento anatómico en la constitución de las plantas.

CAPÍTULO III.

ÓRGANOS.—APARATOS.

ARTÍCULO XXVII.

Órgano.—Concepto.—División.—Estudio de los órganos animales y vegetales.—Aparatos.—Sistema fisiológico de órganos.

Órgano, en Fisiología, supone la reunión de dos tejidos, al menos, para realizar una función. Sin estos dos elementos, no es posible concebir la existencia de órganos. Tejidos que se reúnen y no funcionan harmónicamente, con un objeto determinado, no constituyen un *órgano*. Tienen los tejidos que concurren á la formación de un órgano, su función distinta; pero, en el momento que se han unido y que el órgano aparece, se muestran sus actividades en una sola dirección, la del funcionalismo especial del órgano. La ciencia que estudia las funciones de los órganos se llama Organofisiología.

Conviene advertir que, así como no es posible, en Fisiología, separar la idea de órgano, de la idea de función, porque ésta le caracteriza de un modo absoluto, no se puede, de la misma manera

afirmar que toda función suponga un órgano determinado; más claro: todo órgano supone siempre una función; pero toda función no siempre supone órgano determinado.

Entre los varios tejidos que constituyen un órgano, hay siempre uno que dá carácter, que determina la función: los demás son auxiliares del que podemos considerar como principal del órgano. Así, por ejemplo, en las glándulas, hay epitelio, tejido conectivo, vasos y nervios; el tejido que determina la función en estos órganos, es el *epitelio*, y los demás son auxiliares de éste.

Los órganos pueden dividirse en los mismos grupos, en que hemos dividido los tejidos, según que la función podamos referirla á estos. Así, en el primer grupo podemos estudiar los siguientes:

1.º *Glándulas*: órganos que elaboran productos nuevos, distintos siempre del mismo órgano y de la sangre que dá los materiales para la formación. El tejido epitelial es el que aquí trabaja: los demás, ayudan á la obra. Las glándulas se hallan repartidas en distintos puntos del organismo, contribuyendo á funciones más complejas (las de los aparatos), de que ya nos ocuparemos. Sirven en el trabajo digestivo, dando líquidos para la disolución de las sustancias alimenticias. Productos, también, de secreción, resultado del trabajo

glandular son las lágrimas y el moco, el sudor y la materia sebácea, la orina y el líquido espermático, etc., etc.

Distribuidas las glándulas en la economía, toman formas distintas, según el sitio que ocupan y la función que les está encomendada; pero siempre podemos representarlas por *una fila de células epiteliales, sostenida por una membrana y regada por vasos*. Estos elementos solos, ó reunidos en número mayor, pueden constituir todas las glándulas que hay en un organismo, por variadas que sean.

2.º *Músculos*: compréndense los músculos lisos y los estriados: entran en la composición de estos órganos, aparte del tejido fundamental, como elementos accesorios, los mismos que en las glándulas: tejido conectivo, vasos y nervios. El tejido conectivo, que forma la primera envoltura del hacecillo primitivo, no le abandona hasta dejar protegido el músculo, y los diferentes músculos de una región, en vainas ó cubiertas que les aislen. Algunas porciones de grasa suelen llenar los vacíos interfasciculares é intermusculares. Los vasos llevan sangre abundante á estos órganos, cuya primera condición para funcionar es, como en todos los órganos, la integridad anatómica, que se consigue cuando no hay perturbaciones en el riego sanguíneo, ni en



la inervación. El elemento contractil, la fibra lisa ó la estriada, es el tejido principal de estos órganos.

En el segundo grupo encontramos:

1.º *Órganos nerviosos*: aunque no bien determinados anatómica ni fisiológicamente muchos de estos órganos, por lo que se observa en los puntos en que se aglomera el tejido nervioso, para constituir los centros de este nombre, puede decirse que existen siempre, al lado del tubo y de la célula, cuando forman órganos, *tejido conjuntivo, algunos elementos epiteliales y vasos*. Son éstos los elementos accesorios del tejido nervioso. Y, en los órganos periféricos como en los centrales, siempre la célula y el tubo son los encargados de la función nerviosa que, como la más elevada é importante en los organismos, se asegura mediante la protección que dán los demás tejidos (sobre todo los conjuntivos) al nervioso.

2.º *Órganos vasculares*: vasos arteriales, venosos, capilares y linfáticos.

«Los capilares, dice Wundt (1), deben ser considerados como un tejido simple, nacido de la unión de las membranas elásticas de las células; en los vasos propiamente dichos, por el contra-

(1) Fisiología, pág. 40.

rio, la túnica elástica interna es la única que puede extenderse de este modo. Todos los vasos proceden, pues, exclusivamente de las metamorfosis de los capilares, porque á esta capa interna van á unirse por fuera las capas de tejido conectivo, de tejido elástico y las fibras musculares lisas. En todos los vasos de mayor calibre, se encuentran además células epiteliales que tapi-
zan la superficie libre de esta túnica elástica interna. Es probable que este epitelio proceda de una formación endógena de las células que, uniéndose en el sentido de su longitud, sirven para constituir la capa interna.»

Ya se comprende cuál es en estos órganos el tejido principal y cuáles son los accesorios. La túnica media y la túnica externa ó adventicia, con sus elementos conectivos, elásticos y musculares, aseguran la función de éstos órganos, reducida á la circulación de líquidos en su interior.

En el tercer grupo encontramos *ligamentos, membranas, cartílagos, huesos*. El tejido conjuntivo, en alguna de las formas que antes estudiamos, es el principal en estos órganos. Se le agregan otros, que ayudan al cumplimiento de las funciones de estos órganos, que siendo con-

juntivos, ya se entiende, han de ser de protección y sostenimiento de otros órganos. Los huesos merecen particular mención, por ser órganos que dan la forma al organismo, estando formados casi exclusivamente por el tejido que les dá nombre, aunque entren además, como elementos accesorios, la envuelta perióstica, los vasos y la médula ósea.

Órganos vegetales.—Á dos grupos, como los tejidos, podemos referir todos los órganos del vegetal; pero en uno y otro grupo, los elementos constitutivos de los órganos son los dos tejidos que hemos estudiado, los cuales, combinándose de diverso modo dan lugar á la formación de los órganos del tallo y á los de la hoja.

Células que se yustaponen en gran número y células que forman vasos, son, pues, los elementos primordiales de los órganos en las plantas.

En el eje de la planta se yustaponen las células, y los vasos las recorren longitudinalmente. Esta disposición es la de los órganos del tallo. Las modificaciones de esta disposición, que puede considerarse general en los vegetales, imprimen variaciones en los órganos, y ya se comprende que los vasos pueden diseminarse por todo el parénquima ó formar círculos más ó menos nu-

merosos: lo primero se observa en las monocotiledóneas y lo segundo en las dicotiledóneas.

En la hoja se notan también vasos y células; pero de manera que la célula queda colocada en el hueco que dejan los vasos. Las flores resultan de los cambios de las hojas; y los demás órganos son modificaciones de las células.

Aparato.—Órgano, decíamos antes, supone dos tejidos por lo menos, para realizar una función; y de *aparato* diremos ahora, que supone la unión de varios órganos para verificar también una función. Así, por ejemplo, la digestión supone órganos tan distintos, como las glándulas y los dientes, los músculos y los nervios.

Reunidos muchos y variados órganos se ha formado el aparato digestivo, cuya función consiste en preparar las sustancias alimenticias para la absorción.

Para el aparato respiratorio, no basta el pulmón sólo, sino que hay que añadir vasos y nervios, músculos y huesos, etc., trabajando bajo la dirección de un centro nervioso. Hay, pues, mayor complicación orgánica en los aparatos, que en los órganos, como es fácil comprender, necesitándose varios de éstos para constituir un aparato.

La reunión de órganos, para formar un sistema fisiológico, debe obedecer exclusivamente á consideraciones fisiológicas sólo. Por esta razón nos parece muy aceptable y digna de ser conocida la división que establece el Dr. Quesada, en su tratado de Fisiología general, pág. 105. Admite tres sistemas de órganos para los vegetales y tres para los animales, que son los siguientes: para los vegetales: «1.º sistema de órganos de cambio: las raíces y las hojas: 2.º sistema de órganos de movimiento: las células móviles: 3.º sistema de órganos de sostén: el tallo.»

«Para los animales: 1.º Sistema de órganos de cambio: la piel, las mucosas, las glándulas, los capilares; (tejido fundamental, el epitelio): parte de la célula que funciona esencialmente, la membrana. 2.º Sistema de órganos de relación: músculos y nervios: tejidos fundamentales, el muscular y el nervioso: parte de la célula que funciona esencialmente, el protoplasma. 3.º Sistema de órganos de sostén: huesos, cartílagos, ligamentos, aponeurosis y demás tejidos conjuntivos: tejido fundamental, el conjuntivo: parte de la célula que funciona esencialmente, la sustancia intercelular.»

Fundada en hechos fisiológicos, en el conocimiento de las funciones de vegetales y de ani-

males, esta división de sistemas de órganos, los abraza todos, teniendo sólo en cuenta la actividad de los que concurren á un fin común.

Toda otra división que quiera hacerse y que no se base en los fenómenos propios de los organismos, adolecerá de un vicio capital, y no será aceptable para ningún fisiólogo. Siendo división fisiológica, es lógico que su fundamento sean las funciones de los órganos.



CUARTA PARTE.

FISIOLOGÍA DE LOS ORGANISMOS COMPUESTOS.

CAPÍTULO I.

FENÓMENOS DE CAMBIOS MATERIALES.

ARTÍCULO XXVIII.

Funciones de los organismos compuestos. — Nutrición en los animales.

Las mismas funciones que hemos estudiado en los organismos elementales nos encontramos en los organismos compuestos. En éstos, como en aquellos, hay cambios materiales que llevan, tras sí, cambios dinámicos; y los fenómenos de reproducción se manifiestan bajo todas las formas en que pueden presentarse. Pero, como no hay en los organismos compuestos y, sobre todo, en los superiores, la sencillez anatómica que representa una masa de protoplasma ó una célula, sino que, por el contrario, la reunión de células ha

dado lugar á la formación de tejidos, la de éstos ha constituido órganos, y la unión de órganos, aparatos, y el conjunto harmónico de éstos ha formado un organismo superior, de aquí que la actividad funcional sea más elevada y compleja, encontrándose una bien señalada división del trabajo, entre las distintas partes de la organización.

Han de ofrecer, por tanto, las funciones en estos organismos una complejidad mayor, como resultado natural de los diferentes órganos y aparatos que los constituyen, y cuya correlación funcional es necesaria y característica de su vida. Lo que aparecía en los organismos elementales sin delinearse bien, oscuro, confuso, tiene aquí representación propia; los fenómenos que estudiábamos en el protoplasma, los vemos ya con órganos especiales, de función determinada: no es el movimiento de una pestaña vibratil lo que nos revelará los fenómenos dinámicos de un organismo, sino que la sustancia contractil, formando músculos, nos mostrará el variado juego de las palancas óseas: no nos enseñará, la materia viva, su sensibilidad en la grosera manifestación del amibo, sino que tendremos el funcionalismo más perfecto de los órganos nerviosos. De igual manera los actos nutritivos aparecerán, realizándose en órganos propios, en aparatos es-

peciales. Y, por último, los fenómenos de cambios morfológicos, las funciones de reproducción irán perfeccionándose en estos organismos, hasta llegar á su grado más alto, en la conjunción de los sexos.

Los fenómenos que vamos á estudiar son, pues, de tres clases:

- 1.^a De cambios materiales, ó nutritivos.
- 2.^a De cambios dinámicos, ó de relación.
- 3.^a De cambios morfológicos, ó de reproducción.

Son los mismos, como hemos dicho antes, que en los organismos elementales; pero cada grupo abraza fenómenos que, ó no existían en éstos, ó no eran apreciables.

Siguiendo el mismo orden, comenzaremos por los cambios materiales que se observan en los animales y, después, en los vegetales.

1.º Cambios materiales. Estos cambios, en los organismos animales, no podrían efectuarse, si no tuviesen preparadas, por los vegetales, las sustancias que necesitan para reparar sus gastos y para crecer en los primeros tiempos de la vida. Aire, agua y algunos principios inorgánicos to-

man directamente de la atmósfera y del suelo; y todas las demás sustancias que hacen falta al organismo animal, para su nutrición, se las facilitan las plantas. Por esto se dice, con razón, que sin vegetales no podrían existir los animales. Pero las sustancias que suministran no se encuentran siempre en condiciones favorables para pasar directamente á los tejidos y confundirse con los elementos de éstos, *viviendo* un tiempo más ó menos largo; y de aquí surge la necesidad de una preparación previa que, se realiza mediante ciertos líquidos, productos de secreción de las glándulas, los cuales hacen solubles esas sustancias que ya, disueltas, pueden ser absorbidas y conducidas luego á cumplir su destino dentro de la organización. El fenómeno de la *absorción*, primero de los nutritivos en los vegetales y organismos animales inferiores, es, en los animales provistos ya de aparato digestivo, el segundo de los de esa clase que, en ellos, se verifican. La naturaleza de los líquidos segregados, la acción de éstos indican las sustancias alimenticias, que puede preparar el animal, para la absorción. La saliva que trasforma la fécula en dextrina y glucosa, el jugo gástrico que metamorfosea las sustancias albuminoideas, la bilis que emulsiona la grasa y el jugo pancreático que tiene poder para obrar sobre esas tres distintas especies de ali-

mentos, revelan ya claramente cuáles son las sustancias alimenticias que utiliza el animal. Y, como en todos los organismos hay, además, sales minerales, ya es el agua quien las lleva ó ya penetran en el interior con los vegetales.

Ahora bien, ese trabajo previo de disolución es el trabajo digestivo, que se realiza por la acción de fermentos especiales que existen en los líquidos segregados que se mezclan con los alimentos. El contacto de las sustancias alimenticias con la ptialina, con la pepsina, etc., dá lugar á los cambios necesarios en aquellas para que puedan servir á los usos de la nutrición. Para que ese contacto se verifique deben existir cavidades, sitios *ad hoc*, y la boca primero, el estómago después, y más tarde el intestino, son los puntos en que se detienen los alimentos para *sufrir la acción de los fermentos*, y experimentar los cambios indispensables para ser absorbidos y poder ser asimilados.

Las potencias musculares, que existen en todo el aparato digestivo, sirven para ir trasportando el alimento á las diversas partes de ese conducto, siendo digno de llamar la atención que, casi todos los fenómenos de la digestión son involuntarios.

Bien sabido es que, realizado el segundo tiempo de la deglución, no podemos ya intervenir en

la marcha del bolo alimenticio, que se escapa por completo de la influencia de la voluntad.

El conocimiento de los fenómenos que, tan á la ligera, hemos indicado, abraza dos partes: 1.^a, el estudio del aparato digestivo en la serie animal y de la naturaleza y propiedades de los líquidos que intervienen en la digestión: 2.^a, el estudio de las diversas sustancias alimenticias. Con estos dos elementos puede abordarse, por entero, el problema de la digestión.

La mecánica y la química de la digestión constituyen hoy sección importante y bien adelantada de las fisiologías especiales.

Resultado de la mayor complicación orgánica es la necesidad de una alimentación más compleja también y, la preparación que sufren los alimentos obedece á la misma causa.

Hecho, no general, en los organismos, la digestión, no cabe, por este motivo, que hagamos aquí otra cosa que esas brevísimas consideraciones.

Las sustancias que el vegetal suministra á los organismos animales son albúmina, grasa, hidrocarburos y algunas sales. Ya hemos dicho que estas últimas pueden ir también con el agua. Las modificaciones que han experimentado en el tubo digestivo son casi insignificantes, y pueden redu-

cirse á lo siguiente: á disolverlas, á ponerlas en condiciones de atravesar las membranas orgánicas para que puedan llegar á los tejidos y á los elementos anatómicos.

Comienza, desde el momento que están disueltos los alimentos, la *absorción*, fenómeno común, general en todos los organismos, obedeciendo siempre á las mismas leyes, y siendo el hecho más ó menos complicado, según las distintas circunstancias en que se realiza. Ya se sabe que la naturaleza del líquido, como la de la membrana, la temperatura, la presión etc., etc., tienen parte en este fenómeno.

Pero, una vez que los alimentos han pasado por los filtros orgánicos, no ván inmediatamente á formar parte de los tejidos, sino que antes circulan con el *medio interno*, con la *sangre*, en donde pueden experimentar nuevos cambios. La sangre es la encargada de llevar á los tejidos los elementos de su reparación. Este líquido es, al menos, en los animales superiores, casi idéntico en todos. Le están encomendadas funciones nuevas en los actos de nutrición que analizamos.

Hállase constituida la sangre por dos órdenes de elementos: sólido uno, líquido el otro. El primero lo componen los glóbulos, células de fun-

ción especial, y el segundo, un líquido que podemos representar por una disolución de albúmina, con algunas sales, grasa, azúcar y algunos productos de regresión de los tejidos.

El glóbulo sanguíneo representa también, en su composición, la del organismo entero: tiene sustancias albuminoideas (albúmina, hemoglobulina), sustancias análogas á las grasas (protágon), y sales minerales. Es de notar la tenacidad de composición del glóbulo rojo, rico en sales de potasa, las cuales conserva nadando en un líquido abundante en sales de sosa.

La parte líquida de la sangre, el plasma, se escapa á través de los vasos, y llena los espacios vacíos de los tejidos é inunda sus intersticios, siendo, entonces, el verdadero *medio interno* de los elementos anatómicos, según la feliz expresión de Cl. Bernard. De la sangre es de donde toman sus materiales de renovación células y tejidos, y á la sangre devuelven los *desechos orgánicos*. El glóbulo rojo recoge, además, oxígeno necesario para los trabajos de nutrición, que conducido por la sangre, es llevado á los elementos anatómicos. El aparato respiratorio sirve para dar esta primera materia de los tejidos y de sus funciones.

Para que haya transporte de oxígeno y de todas las sustancias que han llegado á la sangre,

preciso es que este líquido se mueva, que recorra todo el organismo y que se ponga en contacto con células y tejidos, órganos y aparatos. En los vertebrados, la sangre circula con una rapidez mayor ó menor; pero siempre proporcionada á las condiciones de vida del animal. En los invertebrados, la sangre se mueve siempre con mucha más lentitud, debida á la mayor imperfección del aparato que la encierra. No hay contacto inmediato de todos los elementos de la sangre con los constitutivos del organismo; si no que, como ya hemos expuesto, por los capilares, vasos en donde encuentra más dificultades para su paso, la sangre deja escapar su plasma, el cual lleva los materiales de nutrición del organismo. Estas sustancias que pueden escapar y, que son necesarias para la vida de los tejidos, son: agua, albúmina, grasa, hidrocarburos y sales minerales, que continuamente entran y de modo incesante salen del líquido sanguíneo, lo cual dice bien la renovación no interrumpida que experimenta la sangre.

El oxígeno vá, también, al elemento anatómico y éste, devuelve, en cambio, á la sangre ácido carbónico. La sangre más rica de oxígeno, que de ácido carbónico, se llama *arterial* y, á la inversa, la abundante en ácido carbónico y pobre en oxígeno se llama venosa. Consumiéndose el

oxígeno en los tejidos, es claro que la sangre que de ellos sale es la venosa, y la que á ellos llega, la arterial.

Resulta de ésto que, la circulación del medio interno es condición indispensable para los fenómenos íntimos de nutrición; y que la composición química del plasma sanguíneo comprende, no sólo los elementos necesarios para la nutrición, sino también los despojos orgánicos, lo que se desprende de los tejidos, como consecuencia de su gasto funcional, mientras que la composición del glóbulo representa mejor las sustancias que consumen en su renovación tejidos, órganos y aparatos.

La sangre, que continuamente se mueve en el interior de los vasos, deja, por trasudación, las sustancias necesarias para que los tejidos se nutran. Aquí comienzan, pues, nuevos fenómenos.

La nutrición (1) en todos los organismos animales está representada por la fijación y asimilación de ciertas sustancias, que les suministran los vegetales, ya directamente, como sucede á los herbívoros, ya indirectamente, como ocurre

(1) Cuanto hemos dicho sobre la nutrición de los organismos elementales, tiene exacta aplicación en los compuestos. Evitamos repeticiones, refiriéndonos á lo expuesto anteriormente.

en los carnívoros. El hombre que tiene un régimen mixto, toma del vegetal y del animal los alimentos que necesitan sus tejidos.

La albúmina, que hemos visto llegar á la sangre, se escapa con el suero que trasuda de los vasos, y la recogen los tejidos, experimentando una serie de trasformaciones que, le dan caracteres diferentes, según el tejido en que se fija. Hay, por tanto, que buscar aquí los cambios que sufre la albúmina. ¿En qué consisten esos cambios para que encontremos *neurina* en los nervios, *oseina* en los huesos, *miosina* en el músculo? ¿Qué pasa para que la albúmina se transforme en gelatina, condrina, keratina, etc., etc? Se cree que estos derivados de la albúmina son resultado de oxidaciones. Otros productos, ya de excreción que, no sólo no sirven en el organismo, sino que son perjudiciales (creatina, creatinina, leucina, tirosina, ácido úrico, urea, etc.), son fruto de oxidaciones más avanzadas. Estas sustancias resultan de una verdadera descomposición de los tejidos y, al mismo tiempo que se forman, aparecen otras no azoadas, que indican que, también, se ha verificado un desdoblamiento de los albuminoides. Salen al exterior estas sustancias, ó bien se oxidan más y más, hasta formar los productos, no azoados, ácido carbónico y agua.

Los albuminóides, pues, se modifican profundamente, trasformándose la albúmina, que penetra en el cuerpo de los animales, en las distintas sustancias que se comprenden bajo la común denominación de sustancias albuminoideas, que se ván quemando en el gasto funcional de los órganos, hasta reducirse á esos productos azoados, que se vén en las secreciones normales, ó hasta formar agua y ácido carbónico, que se expulsan al exterior. La oxidación es la principal acción química que aquí tiene lugar: hay, además, desdoblamientos.

Los hidrocarburos no experimentan tan profundas modificaciones, en el organismo animal, como los albuminóides: verdad es que el almidón y los diversos azúcares que penetran, siempre bajo la forma de glucosa, no necesitan más que oxidarse para dar lugar á la formación del ácido láctico, del butírico, etc.; y para formar agua y ácido carbónico, productos finales de estas sustancias, basta que continúe el trabajo de oxidación. Se cree que, lo mismo estas sustancias, que las albuminoideas, pueden formar grasa en los organismos.

Las grasas, que finamente emulsionadas, ó saponificadas, llegan á la sangre, cuando no ván á formar parte de las reservas orgánicas, se queman, se oxidan y dan, como las sustancias ante-

riormente estudiadas, agua y ácido carbónico.

Se vé que los fenómenos de oxidación son predominantes en el trabajo nutritivo, en sus dos fases de asimilación y desasimilación, en los organismos animales. Todas las sustancias que los vegetales prestan á los animales son oxidadas, poco á poco, hasta que salen del organismo en la forma en que el vegetal las toma del aire y del suelo. Las sales minerales que ingiere el animal, algunas experimentan cambios apreciables, mientras que otras ván á los tejidos tal como se introdujeron en la economía.

Los líquidos especiales, que constituyen las secreciones, no deben ser estudiados en este libro. Son parte muy principal de la fisiología funcional y, aunque algún sabio fisiólogo los comprende en los preliminares, en la Fisiología general, creemos que no es éste su sitio.

ARTÍCULO XXIX.

Nutrición en los vegetales.

La fisiología vegetal estudia, como fenómenos de cambios materiales, los siguientes: *absorción*,

circulación, respiración, exhalación acuosa, asimilación y secreciones. Harémos sumaria exposición de estas distintas funciones, terminando ya el estudio de la nutrición en los organismos compuestos.

1.^o *Absorción:* la planta necesita que penetren en su interior, sustancias, alimentos, para vivir. Los alimentos han de ser líquidos ó gaseosos y, cuando sólidos preciso es que vayan disueltos.

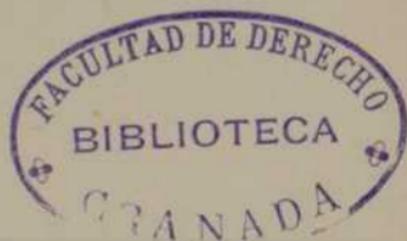
Son las raíces los órganos principales de la absorción: el ejercicio de esta función supone la integridad del órgano. El agua es el vehículo de todas las sustancias que penetran por las raíces, siendo, á la vez, alimento necesario para la vida de las plantas. El agua lleva aire, que penetra en el vegetal, lleva ácido carbónico que, igualmente es absorbido, aunque estos dos cuerpos entran, también, en el vegetal y, en mayor cantidad que por las raíces, por otros órganos. Sustancias amoniacales, sulfatos solubles, nitratos son, del mismo modo, absorbidos por las raíces. Á ponerse en contacto con las raíces, ván también sales de bromo, de yodo y cloro, como otros cuerpos minerales que vemos formar parte de los organismos vegetales. El botánico español, Sr. Colmeiro (1), estudiando estos fenómenos, al hablar

(1) Botánica, pág. 289 y 290.

del *humus vegetal*, ó *mantillo*, que tanta importancia tiene en la vida de las plantas, dice: «Créfase antes de ahora que el *humus* fuese absorbido directamente por las raíces, explicando así su acción fertilizante, á pesar de saberse que es muy poco soluble en el agua.....» «La eficaz acción del *humus*, se comprende mejor, explicándola del modo que lo hace Liebig: es, según este químico, el *humus*, un manantial lento y continuo de ácido carbónico, mediante el oxígeno del aire que penetra en el suelo y la presencia del agua, la cual además de favorecer la putrefacción de la materia leñosa para convertirla en *humus*, disuelve el ácido carbónico formado á expensas del carbono del mismo y del oxígeno del aire, y presenta á las raíces, poco á poco, un alimento tan nutritivo, como fácilmente absorbible hasta tanto que la putrefacción se aproxima á su término, y aun en este caso puede continuar algún tiempo la descomposición, bajo el influjo de los álcalis, tales como la cal ó el amoniaco, con quienes el ácido carbónico forma carbonatos solubles.»

Para terminar lo que se refiere á las sustancias absorbidas por las raíces, dirémos con Wundt, que el vegetal toma del suelo las sales inorgánicas que necesita, sales que forman las cenizas, cuando se quema la planta.

Las leyes generales de la absorción se cumplen



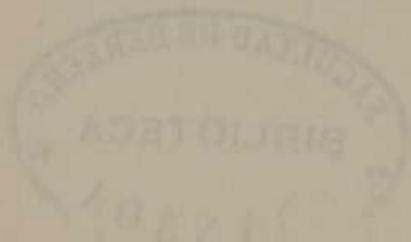
en el vegetal, como en el animal, para que estos fenómenos se verifiquen.

Circulación. El líquido que circula en los vegetales recibe nombres distintos, según su dirección: savia ascendente se llama al líquido que penetra por las raíces, y savia descendente ó elaborada, al líquido que marcha en sentido opuesto, desde las partes verdes hácia abajo. La imbibición, la capilaridad, la endósmosis explican el paso, por las raíces, del agua, con las sustancias que lleva en disolución, y su ascenso á través de los tejidos del vegetal: debiendo, también, tener parte en este fenómeno la exhalación acuosa que se verifica en las partes verdes. La savia, á medida que sube, se hace más densa hasta que llega á las hojas, en donde se modifica por la acción del aire.

La acción del calor, de la luz, de la humedad, se deja sentir en los movimientos del líquido nutritivo vegetal.

Se ha notado una circulación intracelular, caracterizada por el movimiento de pequeñísimos corpúsculos que se agitan en el jugo de la célula.

Cuando la savia desciende ha tenido lugar otra función que vamos á indicar.



Respiración. Todas las partes verdes de los vegetales absorben ácido carbónico, bajo la influencia de la luz: respiración clorofílica, que consiste en la descomposición del ácido carbónico, apropiándose el carbono y desprendiendo el oxígeno. Las partes del vegetal, no coloreadas de verde, se combina su carbono con el oxígeno del aire y dan lugar, por consiguiente, á la formación de ácido carbónico. La planta, fuera de la influencia de la luz, absorbe oxígeno y exhala ácido carbónico.

Conocido es el experimento de Decandolle para demostrar la exhalación de oxígeno en los vegetales.

La respiración de las plantas acuáticas se ha comparado á la de los peces: el aire que lleva el agua penetra fácilmente, bajo la influencia de la luz, y se descompone, también, el ácido carbónico.

Suministra la atmósfera al vegetal, aire y ácido carbónico, los materiales, como afirma Wundt, que devuelve á la misma, por la combustión.

Con estos fenómenos de respiración, se verifica otro, en los vegetales, la *exhalación acuosa*, estudiada como función distinta por los botánicos. Se compara con razón, este fenómeno, á la respiración pulmonar y cutánea de los animales.

Todas estas funciones han dado al vegetal los materiales que necesita para su nutrición: dentro ya de la planta, habiendo sido absorbidos y circulando en su interior se verifican los fenómenos nutritivos, propiamente dichos, los fenómenos de asimilación y secreción.

Asimilación. Consiste este fenómeno en *organizar* los principios inorgánicos que absorbe el vegetal, ó sea, en formar azúcares y grasas, albuminoides y resinas, etc., etc.

Los principales elementos de las combinaciones que se verifican en las plantas, son el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el ázoe, el azufre y el fósforo. Por la unión de los tres primeros cuerpos en proporciones diversas, pueden resultar la fécula, la dextrina, los azúcares, la celulosa, los ácidos vegetales y otras muchas sustancias, tales como los aceites, el alcanfor, etc. Casi todos los alcaloides y muchos principios colorantes están formados por los cuatro primeros: oxígeno, hidrógeno, ázoe y carbono. Y los cinco primeros ó los seis pueden constituir todas las sustancias albuminoideas. Si recordamos ahora que, en las plantas hay, además de aquellos cuerpos simples, potasio, yodo y bromo, (en las marinas), en casi todos los vegetales cloro, formando cloruros de potasio, sodio, calcio y magnesio, en muchos áci-

do silíceo (silicato de potasa en la remolacha), manganeso en algunos, en estado de óxido, é hierro en casi la totalidad de las plantas, se comprenderá la riqueza y variedad de combinaciones que pueden formarse con la unión de todos esos elementos químicos.

Los fenómenos que en el vegetal tienen lugar, para la formación de las distintas sustancias que en él encontramos, no están bien conocidas: sabemos algo; pero no lo suficiente para hacer afirmaciones que sean resultados experimentales. Así, por ejemplo, parece cierto y bien demostrado que el agua que penetra en el vegetal, siendo, á la vez, vehículo y alimento, sufre una descomposición, combinándose el hidrógeno y parte del oxígeno con determinados elementos de la planta, y siendo eliminado el resto del oxígeno. Se cree que tengan lugar fenómenos de fermentación para que se formen productos azoados.

Ya indicamos, al estudiar estos fenómenos en los organismos elementales, cuanto se sabía y cuanto se ignoraba en la producción, lo mismo de hidrocarburos, que de grasas y de sustancias albuminoideas. Lo que sí es indudable, que al nutrirse la planta y transformar sus elementos, hay fenómenos de desoxidación. Por ésto se dice que el vegetal es un organismo de reducción.

Cierto es, también, que al lado de las descomposiciones que se pueden apreciar en los organismos vegetales, hay otros fenómenos opuestos y que, al mismo tiempo, que se vé el oxígeno que queda libre por las desoxidaciones, se notan transformaciones de unas sustancias en otras, más complicadas, y formación de productos nuevos, aparición de sustancias orgánicas por combinaciones de inorgánicas.

De cuanto vá expuesto, se deduce: 1.º, que el vegetal absorbe agua, ácido carbónico, amoníaco y sales por sus raíces, y ácido carbónico y oxígeno por la superficie exterior: 2.º, que estos diversos elementos, en contacto con los propios de la planta, dan lugar á la formación de nuevos productos (albúmina, hidrocarburos, grasas, etc.), que el animal utiliza para su nutrición: 3.º, que los fenómenos químicos principales son: desoxidaciones y síntesis, aunque no deja de haber, también, oxidaciones y análisis.

Al lado de los fenómenos nutritivos, estúdiense los de *secreción*, que pueden considerarse como complemento de aquéllos: todo órgano que se nutre, segrega algo, viene diciéndose con sobrada razón, y aunque no sea más que el producto del desecho funcional, bien puede afirmarse que siempre resulta alguna sustancia que sea de *es-*

creción. En los vegetales, se pueden encontrar muchas; pero no cabe enumerarlas siquiera. Remitimos al lector á los tratados de Fisiología vegetal.

Antes de estudiar los fenómenos de *cambios dinámicos* en los organismos compuestos, debemos decir dos palabras, sobre un punto que siempre se trata, al estudiar la nutrición de animales y vegetales: nos referimos á la tan debatida cuestión de *las diferencias entre el vegetal y el animal*.

Desde el «*vegetabilia crescunt et vivunt: animalia crescunt, vivunt et sentiunt*,» y, mucho antes se viene hablando de esta cuestión y no hay tratado de Historia Natural, de Botánica, de Fisiología, que no se ocupe de élla. Creemos, sí, que tiene bastante importancia para ser muy discutido este asunto; pero, en la mayoría de los casos se colocan los naturalistas en un terreno, desde el cual se vén abismos de separación entre vegetales y animales, y es claro que colocados tan en alto (en los organismos superiores) los linderos de uno y otro reino se borran, para dejar un inmenso espacio entre la planta y el organismo animal. Mas si descendemos, si bajamos á buscar la línea divisoria de los dos reinos no encontraremos ese vacío, esa separación; y nos

será imposible decir en donde acaba uno, en donde comienza el otro. Todos los caracteres que se han dado como distintivos del vegetal ó del animal se pierden en los confines de los dos reinos; y allí, en donde surgen esos seres, infinitamente pequeños, con los que se quiere constituir un reino intermedio entre esas dos clases de organismos, no es posible, no cabe encontrar diferencias, bastante marcadas, que nos puedan servir de guía para clasificar debidamente esos seres. Vegetales hay que, absorben oxígeno y exhalan ácido carbónico, sin que fijen carbono: animales existen que, tienen respiración ó función clorofílica y, ante estos hechos, y en presencia de seres que ofrecen confusa mezcla de lo que observamos en organismos más altos de ambos reinos, claro es que resulta imposible una determinación precisa del sitio que ocupan en la Zoología ó en la Botánica.

Ahora bien, cuando los términos de comparación se toman de los organismos compuestos, se marcan diferencias, perfectamente apreciables y bien señaladas; no siendo, entonces, posible ver la continuidad que ofrecen el vegetal y el animal, estudiándolos en sus representantes más humildes.

Queremos, únicamente, al hacer estas indicaciones, dejar sentado un hecho, que importa en

Fisiología general: «las organizaciones vegetales no ofrecen solución de continuidad con las organizaciones animales: se confunden, se tocan en sus extremos.»

Si hubiésemos de estudiar todos los problemas que se derivan del que discutimos, buscaríamos esas diferencias, y no olvidaríamos el importante papel reservado á los vegetales en la vida de los animales. Del mismo modo discutiríamos si el vegetal apareció primero en la tierra y si el animal, sólo pudo vivir, cuando la atmósfera se hizo respirable, cuando se la despojó de su exceso de ácido carbónico. Así debió ser, así como hoy está admitido que el círculo de la materia necesita como condición indispensable, que el vegetal tome del suelo y del aire los elementos de sus órganos y que los suministre al animal, para que éste devuelva á la atmósfera y al suelo lo que prestaron al vegetal. De esta manera se sostiene la vida en todas las organizaciones y no puede interrumpirse, mientras no se interrumpa ese círculo de la materia.

CAPÍTULO II.

FENÓMENOS DE CAMBIOS DINÁMICOS EN LOS ORGANISMOS COMPUESTOS.

ARTÍCULO XXX.

Calor y electricidad.

Ofrecen estos fenómenos, sobre todo en los animales, que es en donde primero hemos de estudiarlos, manifestaciones mucho más claras que en los organismos elementales. La producción de calor y de electricidad, así como los movimientos y la sensibilidad se revelan de modo que podemos apreciarlos con mucha mayor facilidad que en las células; y es natural que así suceda, dada la complicación anatómica y fisiológica que supone una organización elevada, superior, que es en donde buscaremos, para mejor comprenderlos, esos fenómenos.

Calor. Todos los animales producen calor, como necesario resultado de las reacciones, que en ellos tienen lugar, para que se verifiquen los

cambios materiales. La entrada en el organismo de unas sustancias y la salida de otras, representan fenómenos químicos, cuya más ostensible manifestación es el calor. Por eso, en la producción de la temperatura animal, tiene una importancia grande la alimentación, tanta, que un ayuno prolongado hace descender considerablemente el calor. Se ha medido, con relación á esta influencia, la temperatura de la sangre en diferentes órganos, y Cl. Bernad ha encontrado las cifras que presentamos en el cuadro siguiente:

1.º	{	Corazón derecho.....	38º,8	} animal en ayunas.
		Corazón izquierdo.....	38º,6	
2.º	{	Corazón derecho.....	39º,2	} durante la digestión.
		Corazón izquierdo.....	37º,1	
3.º	{	Vena porta.....	37º,8	} en ayunas.
		Vena suprahepática.....	38º,4	
4.º	{	Vena porta.....	39º,7	} durante la digestión.
		Vena suprahepática....	41º,3	

La conclusión que puede sacarse de las cifras de ese cuadro es, que la temperatura aumenta, en la sangre del hígado, durante la digestión.

Otras experiencias se han hecho que demuestran aumentos sensibles de calor, durante el trabajo secretorio de las glándulas; así como es sabido que en la ^lcontracción muscular hay también

producción de calor, ya esté ó no acompañado de trabajo mecánico.

Los cambios que experimentan las sustancias propias de los tejidos, las metamórfofis á que dan lugar las que se ingieren, se revelan por el *calor*. El desdoblamiento de la albúmina, la descomposición de la grasa, los fenómenos de oxidación, en una palabra, del organismo animal, producen *calor*. Con razón dice Budge, que los manantiales de calor se encuentran en todas las partes en donde se reunen oxígeno y carbono.

La constancia de temperatura que presentan muchos animales indica, desde luego, que hay, no sólo medios de producción, bastantes á compensar las pérdidas que incesantemente experimentan, sino que también existen órganos encargados de regularizar el calor animal. Se ha considerado como el primer regulador, la sangre: indudablemente lo es; pero como se halla sujeta, en sus movimientos, en su circulación, á la influencia del sistema nervioso, en éste hay que buscar el principal factor, el elemento primero del fenómeno.

Cuando existe desequilibrio entre la producción y las pérdidas de calor, se ponen en actividad determinados órganos para restablecer, en sus condiciones normales, ordinarias, al organismo. Así, luchamos contra un frío exagerado, in-

tenso, evitando las pérdidas y aumentando la producción; y, por el contrario, cuando la temperatura ambiente se eleva mucho, los vasos de la piel se dilatan y, á beneficio del sudor se restablece el equilibrio, roto por la producción excesiva.

Ya lo hemos dicho, en otro lugar de este libro: el calor es una fuerza viva y, como tal, resultado de una combinación química, transformación de una fuerza de tensión. Cuando el animal introduce, en su organismo, sustancias vegetales, absorbe, con ellas, fuerzas de tensión: al consumir estas sustancias, al descomponerlas, hace vivas todas aquellas fuerzas, que toman formas diferentes, siendo las principales, calor y trabajo mecánico.

El calor se mide por medio de los termómetros y de aparatos termo-eléctricos.

Electricidad. En los músculos y en los nervios se han estudiado fenómenos eléctricos, perfectamente comprobados. El electrotono, la contracción paradoxal y, el fenómeno, llamado por Du Bois Reymonde, «variación negativa,» que acompaña á la vibración nerviosa, son demostración de que hay electricidad en los nervios y en los músculos. La pata galvanoscópica, la pila muscular de Matteucci, el rombo muscular de Her-

mann, lo revelan, también, de modo claro y evidente. En algunos peces hay aparatos eléctricos.

Á últimos del siglo pasado, formuló Ritter las leyes que llevan su nombre y, que se refieren á los variados efectos eléctricos que se obtienen en los nervios, leyes, á las que se dió una importancia que, en realidad, no tienen.

Rosenthal (1) ha formulado, en las siguientes proposiciones, lo que se puede llamar «teoría de la electricidad animal.»

1.^a «Todo músculo ó toda parte de músculo, en reposo, es positivo en su corte longitudinal y negativo en su corte trasversal. Las tensiones positivas de un prisma muscular disminuyen regularmente desde el medio de su corte longitudinal hasta las extremidades: lo mismo ocurre para las tensiones negativas del corte trasversal. La distribución de las tensiones es un poco diferente en el rombo muscular: la más grande tensión positiva del corte longitudinal está aproximada al ángulo obtuso, y la más grande tensión negativa del corte trasversal está, por el contrario, aproximada al ángulo agudo.

2.^a Las diferencias de tensión disminuyen durante la actividad muscular.

3.^a Los músculos intactos no presentan ape-

(1) Rosenthal, les nerfs et les muscles. 1878.



nas diferencias de tensión; nosotros, sin embargo, admitimos que las oposiciones eléctricas existen ya.

4.^a Los nervios son positivos en su corte longitudinal y negativos en el corte trasversal: la más grande tensión positiva se encuentra en el medio del corte longitudinal. Las diferencias de tensión disminuyen durante la actividad nerviosa.

5.^a La placa eléctrica de los peces no produce fenómenos durante el reposo: bajo la influencia nerviosa, uno de los lados se hace positivo y el otro negativo.

6.^a El fondo de una glándula es positivo: su superficie ó su orificio son negativos. Las diferencias de tensión disminuyen durante la actividad de la glándula.»

Estas proposiciones, dice el autor citado, son la expresión de los hechos más importantes que ha podido comprobar; y, verdaderamente resumen lo más interesante de la electricidad animal.

ARTÍCULO XXXI.

Movimientos.

Nada tan variado en la naturaleza, como el movimiento, porque, como afirma Fournié, cono-

cer es distinguir una cosa de otra, un movimiento de otro movimiento. Con esta idea del movimiento, es evidente que lo encontraremos en todas las manifestaciones de la vida; pero, en este sitio, hemos de circunscribirnos á los determinados por los órganos musculares en los animales que los poseen. Estudio muy vasto, porque abraza los movimientos que ejecutan los diferentes órganos y aparatos de la economía en donde existe el tejido muscular: desde la contracción lenta, apenas perceptible, de la fibra lisa, hasta los variados y extensos que determinan los cambios de lugar: el movimiento que realizan los músculos del estómago é intestinos, para los fenómenos de la digestión, y los que verifican los de las extremidades, para la locomoción: el corazón que, continuamente se agita, para impulsar la sangre: los músculos que producen la dilatación del pecho, en los actos respiratorios: los que mueven los ojos, todos, todos los movimientos de esta clase aquí caben, aquí están comprendidos.

Un fenómeno, la contracción muscular, es la causa de todos los movimientos: el acortamiento de la fibra, expresión fiel del trabajo del músculo, determina esos variados fenómenos. La contractilidad, propiedad inherente á la fibra muscular, poniéndose en juego, manifiesta, en esas formas

distintas, la vida de los elementos contráctiles. Y, siendo una sola propiedad, las distintas manifestaciones tienen que depender del sitio de los músculos en el organismo, de su forma, de sus inserciones, del número de fibras que los constituyen, de sus excitantes y, sobre todo, de su integridad anatómica, sin la cual es imposible que funcione normalmente órgano alguno en la economía. Un músculo bien nutrido y bajo la influencia nerviosa producirá siempre trabajo mecánico: un músculo, en el que se verifiquen con regularidad los cambios materiales nos mostrará claramente cambios dinámicos.

Para que el músculo se ponga en actividad, para que trabaje, necesita un excitante: el natural, es el elemento nervioso motor, que en él vá á terminar; pero, aparte de éste, existen otros excitantes capaces de determinar la contracción, que se han dividido en diferentes clases, según su naturaleza.

De ordinario, la energía de la contracción depende de la energía del excitante: decimos, *de ordinario*, porque hay un límite que no puede traspasar la contracción por mucho que aumente la energía del estímulo. Para medir la contracción hay unos aparatos, que se conocen con el nombre de *miógrafos*, que señalan la curva de la contracción.

Se han estudiado lo mismo los fenómenos físicos, que los químicos producidos en el músculo, durante la contracción, y desde el acortamiento de la fibra, en límites pocos extensos, hasta el tétanos, se han apreciado la *miofonía*, los *fenómenos eléctricos*, las *variaciones de temperatura*, la producción de *ácido láctico*, la absorción de *oxígeno*, el desprendimiento de *ácido carbónico*, en una palabra, todo lo que ofrece la contracción muscular.

Pero, tan importante como ésto, es el conocimiento de los variados movimientos que se producen con el concurso de grupos de músculos, que funcionando harmónicamente, determinan las varias actitudes de los individuos y los cambios de sitio, en que consiste la locomoción. De gran interés todas estas cuestiones, que se discuten bien en las fisiologías especiales, encierran otra, propia de la fisiología general, que es derivada del conocimiento de esos mecanismos, por virtud de los cuales se realizan los movimientos. Nos referimos á la producción de trabajo mecánico. ¿Cómo se explica este hecho?

Con toda verdad, dice Marey, que la comparación que se hace de la máquina animal y las máquinas de nuestras industrias, es de una gran utilidad para poder comprender bien los fenómenos mecánicos que ejecutan los organismos.

En nuestras máquinas, el carbón es el agente primero de todo movimiento: al quemarse produce calor que se trasforma en trabajo mecánico: sin calor no se mueve la locomotora. Podemos creer que, en lo íntimo del músculo, recibida la excitación, hay también producción de calor y que una parte, al menos, se trasforma en trabajo mecánico. En otro lugar de este libro nos hemos ocupado de este problema y hemos expuesto el equivalente mecánico de calor.

Medir el trabajo mecánico es tarea difícil en los organismos. Marey dá la siguiente fórmula, como expresión del trabajo, en los *motores animados*: «*esfuerzo multiplicado por el espacio recorrido.*» Pero, ya se comprende, con la enunciación simple de esta fórmula, que no caben dentro de ella todas las formas de trabajo y, por tanto, no puede servir para medirlo.

ARTÍCULO XXXII.

Sensibilidad.

La sensibilidad, propiamente dicha, se manifiesta con espléndidas y variadas formas en los organismos compuestos, sobre todo, en los superiores: no es la sensibilidad oscura del organismo

elemental, que se confunde con la propiedad general de toda materia viva, sino algo más delicado que aparece con el tejido nervioso. La fibra sensible de Haller que se extiende por toda la economía, que vibra y hace vibrar los centros en donde nace, dá lugar á esa serie de fenómenos por los que el animal vé, oye, gusta los alimentos, aprecia la temperatura, distingue la resistencia de los cuerpos, es impresionado agradable ó desagradablemente, en una palabra, á todas las distintas manifestaciones de la sensibilidad. Y, cuando esa fibra y la célula nerviosa se han aglomerado abundantemente y constituido centros y llegado á la mayor perfección anatómica conocida, se vé surgir de esa masa, de esos centros, por consecuencia de las impresiones recibidas, la manifestación más alta de la actividad de un organismo: el pensamiento.

¿Cómo empieza la sensibilidad? ¿Cómo se desenvuelve?

La forma rudimentaria de la sensibilidad, ya lo hemos dicho, es el movimiento del protoplasma, la irritabilidad de la célula. Y, cuando buscamos en otros seres este fenómeno es preciso, para encontrar la sensibilidad, que sean organismos de cierta complejidad anatómica para que nos ofrezcan fibras y células nerviosas, con su propiedad especial. Necesítanse, para las mani-

festaciones más acabadas y completas de la sensibilidad, aparatos, mecanismos, bien coordinados, que, puestos en juego por sus excitantes, den lugar á esos fenómenos. No basta que haya centros sólo, sino que es indispensable que los elementos nerviosos se extiendan por todo el organismo, para que recojan las impresiones del mundo exterior, alimento necesario á la actividad de aquellos órganos superiores.

Las terminaciones periféricas de los nervios sensitivos parecen dar la razón á Gall, que suponía, que se hallaba diseminada, por toda la superficie del cuerpo, una capa de sustancia cerebral; y sirven aquellas para recoger del exterior esas impresiones, que transmitidas á los diversos centros nerviosos producirán fenómenos de sensibilidad, ya consciente, ya inconsciente. Para la primera, para la consciente, son necesarios actos intelectuales.

He aquí, cómo explica Foster, el desenvolvimiento de los elementos nerviosos sensitivos. Considera al nervio sensitivo, en su forma más simple, como una tira de protoplasma, eminentemente irritable, que une una célula superficial con otra central, y luego dice: «En los primeros períodos de desarrollo del sistema nervioso sensitivo, la célula sensitiva superficial es susceptible de recibir toda clase de estímulos, con tal

que sean suficientemente fuertes; y probablemente todos los impulsos que ésta trasmite á la célula central, se parecen muchísimo, diferenciándose sólo en su intensidad. Es, sin embargo, evidente que la economía, por una sucesiva división del trabajo, debe determinar por una diferenciación de la simple célula superficial, uniforme, un gran número de células, cada una de las cuales sea más susceptible que las demás de sentir estímulos especiales. Así, pues, una célula, ó mejor, un grupo de células, sería notablemente susceptible de sentir la acción de la luz: en éstas, por ejemplo, la impresión de los rayos luminosos daría origen á los impulsos nerviosos más rápidamente que en otros grupos: otro grupo desarrollaría una sensibilidad respecto á las ondas, y así sucesivamente. De este modo, la superficie del cuerpo, homogénea, al principio, sería diferenciada en una serie de órganos de los sentidos.» «..... También se manifestarían parecidas diferenciaciones, si bien menos marcadas, en las extremidades de los nervios que ponen en comunicación el sistema nervioso central, con la superficie y el interior del organismo.» (1)

De esta manera, dice Foster, que tiene lugar la diferenciación anatómica y fisiológica de los

(1) Foster, Fisiología, trad. de Vallina, pág. 528.

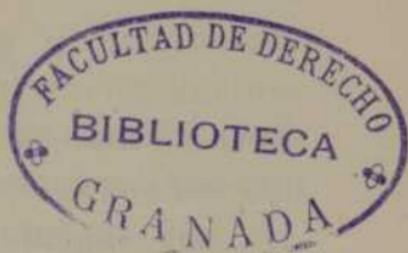
elementos sensitivos del organismo; y la observación de los fenómenos de la sensibilidad, primero en el niño y, luego en el hombre, nos muestra un perfeccionamiento sucesivo en los hechos de esta naturaleza, relacionado con el desarrollo orgánico. De tal modo es esto exacto, que las manifestaciones más delicadas corresponden al desenvolvimiento completo del individuo, y cuando empieza el descenso de la vida, van perdiéndose, oscureciéndose los sentidos, y siendo más obtusos, menos perfectos los fenómenos de la sensibilidad, ya se busque ésta en la piel, ya en los sentidos, ó bien en cualquiera otra parte de la economía.

Al principio de la vida, las impresiones primeras recogidas por las terminaciones periféricas sensitivas, comienzan á poner en actividad los órganos centrales; pero como éstos no han adquirido aún todo su desarrollo, las manifestaciones de la sensibilidad no revisten las formas que luego han de alcanzar, cuando el desenvolvimiento sea completo y por causa del ejercicio que, al nacer empieza y acaba con el individuo.

Pueden estudiarse diferentes formas de sensibilidad: en el tacto, tenemos la de presión, la de temperatura, según algunos la de lugar, aunque ésta es una forma mucho más compleja.

No podemos hacer el análisis de las distintas

formas de sensibilidad que se estudian, sino indicar, como lo hemos hecho ya, que esas formas que ván apareciendo corresponden á órganos, cada vez más perfectos; y que del enlace de estos y de su correlación funcional, resultan con una complejidad y delicadeza superior los fenómenos de sensibilidad, que son parte principalísima del proceso psíquico.



CAPÍTULO III.

FENÓMENOS DE CAMBIOS DINÁMICOS

EN LOS VEGETALES.

ARTÍCULO XXXIII.

Calor y electricidad.

No presentan los fenómenos de cambios dinámicos, en los vegetales, manifestaciones tan claras como en los organismos animales. Hay, sí, producción de calor y de electricidad en las plantas: obsérvanse, también, movimientos, y muchos botánicos y fisiólogos hablan de la sensibilidad de los vegetales.

Estudiarémos, aunque sea ligeramente, todos estos fenómenos.

Que producen calor los vegetales está demostrado, sabiendo que en ellos se verifican oxidaciones, y bien conocido es el hecho de que las células de clorofila, en la oscuridad, absorben oxígeno y eliminan ácido carbónico, y cuando se forman en la planta productos azoados, lo mismo que no azoados, las reacciones químicas que,

para estos fenómenos tienen lugar, ocasionan la formación de calor.

Cierto es que el vegetal acumula, en su interior, fuerzas de tensión; pero, también trasforma alguna cantidad de éstas en fuerzas vivas, calor, movimiento, electricidad; y, en la época de la germinación, principalmente calor.

Además se vén, en el vegetal, productos que son el resultado de la combinación de sus células con el oxígeno que á ellas llega: los hidrocarburos dan lugar á la formación de ácidos, tales como el láctico, el oxálico, el málico, etc., que, por una oxidación más avanzada, se trasforman en ácido carbónico y en agua.

El vegetal produce, pues, calor. ¿Y electricidad? Letourneau afirma que hay corrientes eléctricas en el vegetal, como consecuencia del trabajo de nutrición. Los fenómenos químicos que constituyen la asimilación y la desasimilación producen electricidad, y pueden observarse corrientes, en un tallo cortado, que se dirigen de la superficie del tallo al centro de la sección.

ARTÍCULO XXXIV.

Movimientos.

Muy limitados los movimientos en los vegetales, obsérvanse, sin embargo, algunos que recuerdan los de los animales. Los de la *mucícala* que, cuando un insecto toca su corola la cierra rápidamente: las flores de ciertas fanerógamas, que se abren á la luz del día y se cierran al llegar la noche: los filamentos de otras plantas, que se les vé balancearse, oscilar, que ya se inclinan hácia abajo, ya se levantan, todos estos movimientos, y los curiosísimos que presenta la *mimosa púdica*, semejan los que verifican los animales.

Se ha admitido, para explicar estos movimientos, la existencia de elementos anatómicos, en el vegetal, que guardan cierta analogía con los elementos contráctiles de los organismos animales.

Vulpian asegura haber encontrado, en la base de los peciolos, unas células que contienen gelatina, finamente granulosa, que se parece mucho á la sustancia muscular y, dice que la ha visto contraerse por la acción de ciertos excitantes. Cohn afirma que, también ha encontrado elementos análogos, células alargadas, con estrias longitudinales, que se contraen.

Concediendo que sean perfectamente exactas estas observaciones, no es bastante la existencia de esas células, sólo, para explicar todos los movimientos que se observan en los vegetales. La acción de la luz y del calor, la imbibición de los tejidos de la planta, las diversas corrientes de su circulación, son causas que no pueden olvidarse cuando se trata de la explicación de estos fenómenos.

ARTÍCULO XXXV.

Sensibilidad.

Los fenómenos de sensibilidad en el vegetal son, como hemos afirmado en otro sitio, expresión de la irritabilidad propia de toda materia viva, y en este sentido hay que admitir las palabras de Luys (1), cuando dice: «las células vegetales son sensibles, y las vibraciones del calor y de la luz les producen tan halagüeño efecto, para sus afinidades íntimas, que se vuelven automáticamente al sol, despiertan con él, cuando aparece y dormitan al ocultarse.» De igual manera hay que considerar esos fenómenos, tan citados de la

(1) Luys: El cerebro y sus funciones.

mimosa púdica, con razón llamada, la sensitiva. Lo que más sorprende en este vegetal es que el cloroformo le ocasiona la anestesia, por lo que Luys no vacila en afirmar que en la *mimosa púdica*, su unidad sensitiva forma un todo completo.

En anteriores artículos nos hemos ocupado de estos fenómenos, y evitamos repeticiones, refiriéndonos á lo allí expuesto.

CAPÍTULO IV.

FENÓMENOS DE GENERACIÓN EN LOS ORGANISMOS COMPUESTOS.

ARTÍCULO XXXVI.

Reproducción en los animales.—Sus relaciones con la nutrición.—Formas de la generación.—Divisiones.

Hemos expuesto, al tratar esta cuestión en los organismos elementales, las relaciones íntimas, el parentesco estrecho que tienen, con los fenómenos de cambios materiales, con los nutritivos, los de *reproducción*.

También, en aquel sitio, hicimos notar que no son permanentes estos fenómenos, porque siempre representan una cantidad de materiales que se desprenden del individuo, para formar otro nuevo sér, y es necesario que el desarrollo sea completo para que puedan soportarse esas pérdidas.

La actividad de los fenómenos nutritivos, en los primeros años de la vida del hombre, es extraordinaria; pero todas las sustancias consumi-

das se invierten en el crecimiento, sin que pueda utilizarse cantidad alguna en la *reproducción*, aparte del desarrollo incompleto del aparato genital, que no puede funcionar.

Todos los fisiólogos reconocen las relaciones que hay entre la nutrición y la *generación*, y convienen en afirmar que, cuanto mayor es la cantidad de sustancias consumidas por los animales en los fenómenos nutritivos, más grande, más considerable es la que gastan en la *reproducción*, y Leukart ha dado un cuadro en el que señala estas relaciones entre diversas especies animales, ocupando el primer lugar, por los materiales empleados en la *generación*, los pájaros, cuya nutrición es sabido que es muy activa, el segundo, los mamíferos, el tercero, los artrópodos, después los anfibios, luego los moluscos y, por último, los peces, como puede verse á continuación:

**Relación media entre el peso del cuerpo y la cantidad anual
de materiales producidos en la reproducción.**

Pájaros	100: 104
Mamíferos	100: 74
Artrópodos	100: 58
Anfibios	100: 38
Moluscos	100: 32
Peces	100: 23

Otras causas tienen influencia en la mayor ó menor cantidad de los materiales consumidos en la reproducción, que se pueden representar por las pérdidas que, por otros conceptos, experimentan los organismos. El gasto que supone la producción de calor, de trabajo mecánico, etc., son pérdidas para la reproducción.

Wundt, tantas veces citado, expresa de una manera exacta y sencilla «la relación, según la cual, la *reproducción* depende por una parte del consumo de los materiales y, por otra, del gasto de las fuerzas. Si se designa por q la masa total de los materiales asimilados en un tiempo dado, por h el gasto necesario para el sostén de la economía (formación de calor, trabajo mecánico, etc.), y por m los materiales empleados en la reproducción, se encuentra que $m=q-h$.— Desígnese, además, por f la fecundidad y por p el peso de cada embrión llegado á madurez y tendremos: $f = \frac{m}{p}$ » (1).

No puede darse fórmula más sencilla, ni verdadera de estas relaciones, que la que hemos expuesto.

Si la cantidad de materiales que los animales invierten en la reproducción es muy grande y,

(1) Fisiología, pág. 131.

también grande el número de gérmenes en que se distribuye, la capacidad de reproducción tiene que ser considerable; si, por el contrario, se gasta poco y el número de gérmenes es corto, la capacidad disminuye en la misma proporción.

Estudiando las formas de la generación en los animales, se pueden observar dos, fundamentales y distintas:

- 1.^a Reproducción asexual.
- 2.^a Reproducción sexual.

Forma sencilla la primera, propia de los seres de organización inferior, de los poco ó nada *diferenciados*, representa, en cambio, la segunda, una gran perfección orgánica y necesita el concurso de dos elementos que provienen de individuos distintos.

Divídese la primera en: reproducción por vegetación y reproducción por esporos. Analicémos estas formas de generación.

ARTÍCULO XXXVII.

Reproducción por vegetación.—Reproducción por esporos.—Generación alternante y partenogénesis.—Consideraciones sobre estas formas de generación.

La reproducción por vegetación consiste siempre en una división del organismo. Ya tenga lugar la *segmentación* del animal, para producir otros nuevos, ya se verifique una *gemmación*, de cualquier modo que sea, el organismo se divide y, resulta, de cada división, un animal, idéntico á aquel de quien procede.

Cuando es una *segmentación* la que se realiza, el animal se divide en dos ó más partes, que pueden desprenderse ó vivir parásitos del organismo-madre. Si se desprenden, constituyen tantos individuos independientes, cuantas fueron las divisiones: si continúan unidos, pueden formar *las colonias* de animales, en las que pierden su independencia para funcionar como partes de la totalidad, como órganos de *la colonia*.

La *gemmación*, como su nombre lo indica, es una yema, un brote que aparece en un punto de la superficie del animal, á consecuencia de un crecimiento parcial; brote ó yema que, llegado á



cierto desarrollo, se desprenderá para ser un nuevo individuo, ó seguirá adherido al organismo-madre, de la misma manera que hemos indicado en la forma anterior.

La segmentación es propia de los pólipos y de los infusorios. La gemmación se observa, también en los pólipos, en los briozoarios, en los anélidos y en otros animales.

La reproducción por esporos suelen presentar la algunos infusorios.

Significa un grado de perfección en esta clase de fenómenos. El espora nace en el interior del cuerpo, del cual se separa pronto, para desarrollarse. Algunos fisiólogos refieren á este forma de generación la de los pulgones asexuales; pero estos animales presentan una verdadera generación alternante, como dirémos en breve.

Generación alternante. Stenstrup descubrió esta clase de generación en los pólipos, en las ténias y trematodes. Como el nombre dice, alternan las dos formas de reproducción, la asexual y la sexual. Animales que pueden reproducirse por segmentación, se dividen una, dos y más veces, hasta que llega un momento en que su energía se gasta, su poder reproductor acaba, si nó apare-

ce un individuo distinto que, uniéndose á los de la última generación, dé lugar, por esta reproducción sexual, á nuevos seres, que repiten idénticos fenómenos, de división primero y de unión sexual después cuando, otra vez, se agota su poder de reproducción.

Hay, pues, las dos formas de generación en estos animales: la primera, asexual, por simple división, después, la sexual, por unión de sexos. Al animal que, por excisión, produce un individuo capaz de unirse con otro, se le da el nombre de *nodriza*. La cabeza de la tenia es la *nodriza* de la *colonia*, representada por los diversos anillos que constituyen ese animal.

Se ha comparado esta generación á la que presentan algunos insectos, que ponen huevos, que se desenvuelven hayan sido, ó no, fecundados. El desarrollo de los huevos no fecundados es lo que ha dado nombre á esta reproducción: *partenogénesis*. El ejemplo más notable de generación virginal lo muestran las abejas. Fecundada la reina del enjambre, pone sus huevos, ofreciendo la notable particularidad de que los fecundados, son hembras.

También se han querido comprender los pulgones en esta forma de generación; pero parece ser

la alternante por la que se reproducen. Se observa que los pulgones nacen, sin que haya unión sexual, una y otra vez, hasta ocho ó diez generaciones, al cabo de las que aparece un individuo de sexo distinto del que le dió vida y, al cual se une, produciéndose, por consecuencia de esta unión, una gran cantidad de huevos, que constituirán, más tarde, las nodrizas de las nuevas generaciones. Como en estos animales, hay unos que se reproducen sexualmente y otros asexualmente, de aquí las dificultades para comprenderlos dentro de la generación alternante ó de la partenogénesis.

La ligerísima exposición que hemos hecho de estas formas de generación, propias de muchos animales y de muchos vegetales, como después veremos, revela un hecho de interés, que debemos apuntar: á organización sencilla corresponde forma de reproducción, sencilla también: la simplicidad anatómica lleva aneja sencillez fisiológica: al complicarse el organismo, se complica la función. Por ésto, al ascender en la escala de los seres, ván apareciendo más complejas formas de este fenómeno, hasta llegar á la más acabada, que necesita el concurso de los dos sexos; pero antes de ver la reproducción sexual, tropezamos con esas primeras manifestaciones, de la segmentación, de la gemmación, del espora, de la

generación alternante, que son eslabones de la cadena, que comienza por la división del organismo, propia de los últimos seres, para terminar en el más alto y perfecto, en la fusión de los dos elementos distintos, macho y hembra, característica de los organismos superiores.

La división, en dos ó más partes, de un animal, para constituir otros tantos individuos, representa la mayor sencillez anatómica y fisiológica, porque no se podría llevar á cabo la escisión, si cada una de las partes no representára el todo, ó mejor, no fuera idéntica al todo. No puede comprenderse de otra manera este fenómeno, ni cabe, fuera de ésta, explicación posible del mismo. En el momento que admitamos diferencias de textura en las distintas partes separadas por segmentación, no se comprende cómo cada una de ellas, sin otro trabajo previo, pueda formar un organismo independiente, pero idéntico á aquel del cual se desprenden.

La gemmación supone, aunque sea muy pequeña, alguna mayor perfección: exceso de nutrición limitada á un punto del animal, en donde se forma el brote, que no se desprende hasta haber alcanzado cierto desarrollo: es algo parecido al esporo, es ya un asomo, un rasgo de diferenciación.

La generación por esporos puede considerarse como intermedia entre la forma más sencilla y la más compleja de la reproducción, entre la asexual y la sexual. Hay aquí formación de una célula dentro del cuerpo del animal, salida al exterior de esta célula y desenvolvimiento después. Semeja ésto la formación del óvulo y su desprendimiento del sitio en que nace, para ir á desarrollarse en otro punto. Es como la primera parte de la reproducción sexual.

—

La generación alternante, así como la partenogénesis son, ya, formas más elevadas de esta clase de fenómenos: mézclanse aquí lo sencillo y rudimentario de la segmentación y lo más alto y perfecto de la unión de los sexos: energías que se apagan, que se consumen por la división de los organismos, y energías que surgen poderosas por el auxilio de otro individuo, por la reproducción sexual.

Escala gradual, en que de una manera sucesiva ván complicándose estos fenómenos, presentando variaciones, hijas de nuevos mecanismos que ván apareciendo, cada vez más perfectos, para asegurar el cumplimiento de estas funciones, cuyo objeto final es la conservación de la especie.

Estudiémos, ahora, la generación sexual.

ARTÍCULO XXXVIII.

Reproducción sexual. — Consideraciones generales. — Hermafroditas. — Hipótesis sobre los sexos.

La reproducción sexual, la más perfecta de todas las formas de generación, necesita, como condición indispensable, el concurso de dos elementos distintos. Es propia de los organismos superiores. Cada individuo, excepción hecha de los *hermafroditas*, produce uno sólo de los elementos que intervienen en estos fenómenos, el elemento macho, ó el elemento hembra.

Los individuos hermafroditas pueden producir las dos sustancias generadoras; pero no es común que se fecunden á sí propios. Existen algunos animales hermafroditas, que tienen los órganos sexuales de tal manera dispuestos, que resulta imposible la fecundación para un sólo individuo.

El hermafroditismo es una fase intermedia entre las formas de reproducción, antes estudiadas, y la generación sexual.

La existencia de sexos en los individuos supone, á la vez que mayor perfección que en los hermafroditas, diferencias en la organización subordinadas, en mucha parte, á aquellos. Desde tiempos, bien remotos, se habla del predominio

de los órganos sexuales en la mujer, y sabida es la influencia que ejercen en su fisiología y en su patología. En el hombre hay predominio de los órganos de relación, y estas diferencias se señalan también, en los animales, á excepción de los peces.

Se ha discutido mucho acerca de las causas que puedan determinar los sexos, sin que, hasta hoy, haya sido posible encontrar la solución de este problema, bien difícil y oscuro. Sabemos, sí, lo que determina el sexo, en las abejas, por ejemplo: la fecundación, ó no fecundación de los huevos; pero fuera de los casos de partenogénesis en los insectos, nos son completamente desconocidas las causas productoras de esta diferencia de sexos. Sabemos también, que el desarrollo de los órganos genitales nos presenta, en el embrión humano, dos períodos que se pueden distinguir de la siguiente manera: 1.º, de identidad de sexos y 2.º, de diferenciación de sexos. El primero alcanza hasta el tercer mes de la vida intrauterina; el segundo, desde el tercer mes en adelante; pero con relación al punto que discutimos no sabemos más, porque nada nos ilustra el conocimiento de la existencia, hasta ese tercer mes, del *tubérculo genital*, que se convertirá en clítoris ó en pene, según el individuo sea hembra ó varón.

El padre de la Medicina hablaba de que podía

engendrarse varón, si se verificaba el cóito al fin de las reglas, y hembra, si tenía lugar durante la menstruación. De igual manera que ésta, son insuficientes cuantas hipótesis se encuentran en la antigua Medicina: ninguna es satisfactoria.

La opinión de que se produce macho, cuando el padre es fuerte, bien nutrido, vigoroso, y hembra cuando la madre es la robusta, tiene el mismo valor que las ideas de Hipócrates.

También se ha hablado, aunque concediéndole ya mucha más importancia, de la influencia que, en esta diferencia de los sexos, tiene la edad de los padres. Según esta hipótesis, si es mayor la edad del padre, que la de la madre, nacerán más hijos varones; si la madre es la de más edad, nacerán más hembras y, siendo iguales, en edad, padre y madre, se producirán hijos de uno y otro sexo en la misma proporción, aunque algunos indican que, en este caso, habrá ligero predominio de hembras. Se han publicado algunas estadísticas, principalmente en Inglaterra, que parecen confirmar esta hipótesis.

Lo único experimental, que tenemos hoy, sobre esta difícil cuestión son las ideas de Thiry, resultado de sus observaciones en la especie bovina. Dice que tiene influencia marcada, decisiva en la sexualidad, el momento en que es fecundado el huevo. Si la fecundación tiene lugar al principio

del celo, cuando el huevo no ha llegado á madurez completa, las vacas paren hembras: si la fecundación se verifica al fin de este período, cuando el huevo alcanza su desarrollo completo, entonces se produce un macho.

Los experimentos de Thiry fueron confirmados por los de Gormáz; pero no así por los de Coste, que no ha obtenido esos resultados en las aves, ni en los conejos.

Otras hipótesis se han dado, que no aclaran las dudas en que se halla envuelta esta cuestión y, que juzgamos innecesario exponer.

—

Antes de comenzar el estudio de los dos productos que concurren al fenómeno de la reproducción sexual, conviene llamar la atención sobre un hecho, que es esencial, á saber: hay, siempre, en todas las formas de generación, desprendimiento de una porción del organismo generador, que tiene aptitud para vivir, para gozar vida propia é independiente. En los hijos, como expondrémos al hablar de la *herencia*, se vén los mismos fenómenos fisiológicos y el mismo tipo morfológico que en los padres. Siempre, como dice Hæckel, se trasmite una cantidad mayor ó menor de materia, de protoplasma albuminoideo y, al mismo tiempo, se transmiten de padres á hijos las propiedades de esa materia.

ARTÍCULO XXXIX.

Reproducción sexual.—Elemento masculino.—Elemento femenino.

El elemento masculino es el espermatozóide, que nada en un líquido segregado por los testículos; líquido complejo, que resulta de la mezcla de varias secreciones, de las vesículas seminales, de la próstata, glándulas de Cowper y, de los testículos. No es, por consiguiente, el líquido espermático otra cosa que, un compuesto de varios líquidos.

Analizado, se vé que entran en su composición agua, albuminato de potasa, espermatina, coles-terina, otras sustancias y, entre las sales minerales, se encuentran fosfato de cal y cloruro de sódio. Hé aquí el análisis de este líquido, según Vauquelin:

Agua	900
Espermatina y materias extractivas	60
Sales	40
	<hr/>
	1000

El líquido espermático es claro, débilmente alcalino, de un olor especial y de una densidad

mayor que la del agua: se coagula espontáneamente después de eyaculado.

El elemento importante de este líquido, el germen masculino es el espermatozóide. Estos corpúsculos seminales, espermatozoarios fueron descubiertos por Leuwenhoeck, según unos, por Hansen, según otros. Presentan el aspecto de filamentos, con una extremidad abultada, en forma esferoidal ó cónica, llamada cabeza, y otra extremidad que se adelgaza hasta terminar en punta. Su longitud es de unos 0,05 ^{mm.}, correspondiendo á la cabeza, la décima parte. Parecen formados de una sustancia homogénea, refringente. Gozan de una gran movilidad cuando nadan en líquidos débilmente alcalinos y, por el contrario, se suspenden sus movimientos en disoluciones ácidas. El éter, el cloroformo suspenden también, sus movimientos: de igual manera obran una temperatura alta ó un frío intenso. Conservan su movilidad algunas horas después de la muerte del individuo; y en el útero y en las trompas se han encontrado espermatozóides, que se movían, seis ú ocho días después de verificado el cóito.

El origen y el desarrollo de los espermatozóides ha dado motivo á algunas hipótesis. Según unos, en los conductos seminíferos se produce una *célula-madre*, cuyo contenido se segmenta,

formándose, de este modo, varias células embrionarias, en cuya superficie se señala una eminencia, que se prolonga en forma de pestaña, se alarga y constituye la *cola*, mientras el resto de la célula forma la cabeza. Cada una de las pequeñas células, resultado de la segmentación de la *célula-madre*, puede constituir un espermatozóide.

Según Kœlliker intervienen tres elementos para la formación de los espermatozoides: células epiteliales, células con núcleo, no epiteliales, y elementos vesiculosos.

Pouchet cree que los espermatozoides son formados por los *espermatoblastos* existentes en el epitelio de los canalículos. «Estas células aumentan de volumen en contacto con los líquidos que las rodean, se dividen sus núcleos y las divisiones toman la forma de espermatozoides. Se rompen los espermatoblastos y los espermatozoides quedan en libertad» (1).

En algunos animales, más inferiores en la escala zoológica, los espermatozoides tienen la forma de núcleos ó de células.

Elemento femenino de la generación. El óvulo es el elemento que la hembra suministra para la reproducción. Su estructura es idéntica en todos

(1) Elements d' Embryologie, por V. Jacques.

los animales; estando constituido por una *cubierta*, membrana de envoltura, *membrana vitelina*, un *contenido*, protoplasma celular, *vitelo* y un *núcleo*, *vesícula germinativa*, que encierra en su interior un *nucleolo*, *mancha germinativa*. Se admite, por muchos embriólogos, que la membrana vitelina presenta un orificio, al que dan el nombre de *micrófilo*. Algunos niegan su existencia.

El contenido celular, vitelo, del cual se forma el embrión, se halla compuesto en el hombre y los mamíferos de una masa de sustancia albuminoidea, con granulaciones bien apreciables y grasa. Se ha hecho una división de los huevos, según que se empleen en totalidad, ó sólo en parte, en la formación de los tejidos del nuevo sér. Cuando una parte del vitelo se emplea en esa formación, el resto se gasta en la nutrición del embrión. Se llaman los primeros, *óvulos holoplásticos*, y *huevos meroplásticos* los segundos. Obsérvanse los *holoplásticos*, en los mamíferos, batracios, anélidos y otros animales; y presentan huevos meroplásticos las aves, anfibios, insectos, etc.

El huevo de las aves, tipo de los de esta última clase, ofrece algunas particularidades, tales como la existencia de células epiteliales en la superficie interna de su cubierta, células que des-

aparecen con la madurez del huevo; y la distinción que se hace clara, del vitelo que se destina á la formación de los tejidos, y de la parte que constituye el vitelo de nutrición: el primero es el que se conoce con el nombre de *disco prolífero*, *cicatricula*, que lo componen granulaciones y moléculas grasas, enmedio de las que puede observarse la vesícula germinativa. La diferencia de dimensiones entre el huevo de los mamíferos y el de las aves, parece ya indicar que, sólo una parte del huevo de estas últimas está destinado á la formación del nuevo sér.

El óvulo presenta diferencias, según el momento en que se le examine, ya dentro de la vesícula de Graaf, en la época de su maduración, ó cuando acaba de ser fecundado.

Si estudiásemos el óvulo humano, al llegar á su madurez completa, observaríamos que, según V. Jacques (1), «la vesícula de Purkinje y la mancha germinativa, hasta entonces invisibles, aparecen en el centro del huevo, aún contenido en el folículo de Graaf, y después se aproximan á la periferia. En la época de la dehiscencia, la vesícula forma, junto á la membrana vitelina, una lentecilla biconvexa. Después su contenido se trasforma en un cuerpo fusiforme, en cuyos

(1) Eléments d' Embryologie.



extremos la sustancia del vitelo se dispone en líneas radiadas, por consecuencia de la colocación de las granulaciones vitelinas (Hertwig). El resultado de esta disposición dá una figura de *doble estrella, amfiaster* (Fol), que Auerbach designa con el nombre de *figura caryolítica*. De la extremidad del *huso*, que está dirigida á la periferia, se desprende un cuerpo redondeado, situado, por consecuencia, fuera del vitelo, y llamado *globo polar* (Robin), *cuerpo director* (Muller) ó *glóbulo de rebut* (Fol). Cuando debe formarse un segundo *globo*, el husillo hace eminencia en la superficie del vitelo y el mamelón, así formado, se desprende como el primer *glóbulo*. El resto del huso permanece en el huevo y viene á ser el *pronúcleo central* (van Beneden), núcleo del huevo (Hertwig) ó *pronúcleo hembra* (Fol). Los glóbulos polares tienen el valor de verdaderas células. El primer glóbulo sería, para Beneden, el resultado de la transformación de la mancha germinativa, mientras que para Hertwig la mancha germinativa vendría á ser el núcleo del huevo. El segundo glóbulo se derivaría de las otras partes de la vesícula. Mientras que la vesícula ofrece estas transformaciones, aumenta de volumen el óvulo y mide 210 de milímetro: el vitelo se retrae y expulsa á su alrededor una parte de su líquido, que crece en cantidad por

consecuencia de los fenómenos de ósmosis de que es asiento la membrana vitelina: se dá á este líquido el nombre de «perivitelino.»

Hemos creído oportuno exponer esta descripción de las modificaciones que experimenta el huevo, cuando llega á su madurez, para que se püedan comprender mejor los fenómenos que inmediatamente vamos á estudiar, los fenómenos de *fecundación*, tan vivamente discutidos hace tiempo, tan oscuros no há mucho, y sobre los cuales ván arrojando alguna claridad las observaciones de embriólogos y fisiólogos.

ARTÍCULO XL.

Fecundación.

Tiene lugar este importantísimo fenómeno por el contacto inmediato de los dos gérmenes, por la unión del elemento masculino y del elemento femenino, por el encuentro y la fusión del espermatozóide y del óvulo. Prevost y Dumas demostraron que era indispensable esta unión, y que el número de huevos fecundados casi nunca era igual al de espermatozóides que, con ellos se ponían en contacto, sino algo menor. Demostrado está, no

sólo el contacto, sino la penetración, en el óvulo, del espermatozóide.

El sitio en que pueda tener lugar la unión de los dos gérmenes, varía. Según Sims, sería en el útero en donde se verificaría la fecundación; según otros, sería en las trompas.

Parece que los espermatozóides marchan sólo (sin líquido), desde el orificio interno del útero, ascendiendo, por sus movimientos propios, á las trompas hasta tropezar con el óvulo, bien en el oviducto, ya en el pabellón. Se han observado espermatozóides en el ovario; pero no se ha comprobado la fecundación del óvulo antes de la dehiscencia. Se admite, pues, que la fecundación pueda tener lugar desde el pabellón de la trompa, hasta el útero.

Consiste la fecundación, como ya hemos indicado, en la penetración del espermatozóide dentro del óvulo. Observaciones directas en animales muertos, en horas sucesivas después del cóito han aclarado algo estos fenómenos, que tanto han servido á discusiones, estériles en su mayor parte.

Los espermatozóides se colocan perpendicularmente á la superficie del óvulo, con la cabeza dirigida hácia la membrana de cubierta, y poco tiempo después se observa el espermatozóide en el líquido perivitelino: ha atravesado, por consi-

guiente, la cubierta. El mecanismo de esta penetración lo explica Fol diciendo, que la membrana vitelina forma una ligera eminencia, que se designa con el nombre de *cono de atracción*, en el cual se fija el espermatozóide, y se vá hundiendo en él, mientras la cola se ensancha para formar el *cono de exudación*. Al mismo tiempo que la membrana vitelina se vá hundiendo y adelgazándose, se señala entre élla y el vitelo un espacio, que se conoce con el nombre de *retracción del vitelo*. Por este punto es por donde penetra el espermatozóide. La cabeza de éste se dirige hácia el vitelo, la cola desaparece, y el resto del espermatozóide constituye el *pronúcleo periférico*, (van Beneden), *pronúcleo macho*, (Fol), núcleo espermático (Hertwig), (1). Este pronúcleo está formado por todo el espermatozóide, menos la cola, y según Selenka, sólo por el segmento medio.

El pronúcleo macho se rodea pronto de granuleciones vitelinas y se dirige hácia el pronúcleo hembra, hasta que reuniéndose, se confunden para no formar ya más que un sólo núcleo, que es el primer núcleo embrionario.

Aquí empiezan los fenómenos de segmentación del vitelo: ya el óvulo es verdadero elemento ge-

(1) Véase, para más detalles, la obra citada de V. Jacques.

nerador, del cual saldrá un nuevo individuo, cuya vida comienza por la división dicotómica del vitelo. Después de esta primera división en dos partes, se dividirá en otras dos y así sucesivamente; y cuando la segmentación esté terminada, cuando todo el vitelo de formación se haya transformado en células, entonces comenzará el desarrollo de los tejidos y órganos del nuevo sér.

Son, los que á estos siguen, los fenómenos propios del desarrollo, que estudiaremos después.

CAPÍTULO V.

FENÓMENOS DE REPRODUCCIÓN EN LOS VEGETALES.

ARTÍCULO XLI.

Reproducción asexual.—Reproducción sexual.

En los organismos vegetales se estudian también dos formas principales de generación: la asexual y la sexual. Aunque de esta última tuvieron algunas ideas los naturalistas de la antigüedad, lo cierto es que, hasta el siglo XVI no se habló con algún conocimiento, de la fecundación de los vegetales. En el siglo XVII, también se ocupaban del sexo de las plantas, y á principios del XVIII, fué cuando quedó definitivamente comprobada y reconocida la fecundación de los pistilos por los estambres.

No contribuyeron poco, á este resultado, las curiosas observaciones del botánico español Marti, que sirvieron, también para destruir las dudas que, en esta materia, habían traído los experimentos de Spallanzani. El conocimiento

exacto que, hoy se tiene de los órganos sexuales de las plantas, hace que los fenómenos de fecundación vegetal sean admitidos ya, sin reserva, por botánicos y fisiólogos.

Pero nó todos los vegetales se reproducen con fecundación previa: hay, también, reproducciones asexuales, de la misma manera que en los organismos animales. Como en éstos, la generación asexual se divide en dos clases, según que tiene lugar por vegetación ó por esporos. La reproducción por vegetación se subdivide en otras dos clases: por segmentación y por gemmación, cuyos mecanismos son idénticos á los estudiados anteriormente.

La segmentación y la gemmación se pueden observar en las plantas compuestas. La gemmación es el modo más común de reproducción en los vegetales; y, aunque por simple escisión pueden reproducirse, tiene más de artificial que de natural este modo de generación, y es mucho menos frecuente que el anterior.

La generación por esporos es muy común en los vegetales, observándose de preferencia en las criptógamas. Se había creído que todas las *algas* se reproducían de esta manera, á beneficio de esporos; pero, parece que en muchas, hay unión de dos individuos, verificándose, por tanto, una verdadera reproducción sexual.

Para comprender bien la generación alternante, dice Wundt, que la historia de todas las especies animales y vegetales se resume en dos ó más generaciones, una de las cuales, la sexual, se deriva de la asexual y recíprocamente. Añade, después, que cuando esta alternativa regular existe en una especie, se le dá el nombre de generación alternante. Cree este fisiólogo que las criptógamas se desarrollan de este modo.

Reproducción sexual. La caída del pólen sobre el estigma es la causa de la fecundación. Los estudios de Amici y de Roberto Brown acabaron con las antiguas teorías, siendo el fundamento de las modernas.

El Dr. Colmeiro explica de la manera siguiente, el fenómeno de la fecundación en los vegetales (1). «Si el pólen tiene una sola membrana, se prolonga ésta para formar el tubo, y cuando son dos las membranas, sale al través de la externa el tubo formado por la interna, pudiendo suministrar más de uno cada grano. El tejido conductor del estilo, extendiéndose desde el estigma hasta la placenta, facilita el paso de los tubos polínicos que se introducen por los espacios intercelulares del mismo tejido y penetran hasta

(1) Curso de Botánica, pág. 359.

una profundidad cuestionable, cuya vária determinación es causa de la diversidad de teorías hoy dominantes. Se rompe cada tubo polínico en medio del tejido conductor, según Adolfo Brongniart, y se derrama la *fovilla* de modo que los granillos fecundantes, libres ya, pueden llegar por los espacios intercelulares hasta los huevecillos y obrar directamente sobre ellos.»

Verificada la fecundación, comienzan fenómenos nuevos, mediante los cuales se ha de desarrollar el embrión. _____

No nos hemos detenido en la descripción de los elementos generadores de los vegetales, porque este conocimiento es anterior y, ya del dominio de los que emprenden el estudio de la Fisiología general, contentándonos con las indicaciones que hacemos sobre el fenómeno principal, la fecundación.

También creemos bastante indicar solamente que muchas plantas son hermafroditas y que no se fecundan á sí propias, en su mayor parte, como ocurre con los organismos animales de esta clase, aunque sea algo más frecuente que en éstos. _____

Se han comparado los fenómenos de fecundación y de desarrollo del huevo de los animales

con los que presentan los vegetales y, sin remontarnos al fenómeno primordial de la generación, que es idéntico en ambos reinos, bien puede hacerse la comparación y establecer, más que analogías, verdaderas semejanzas. El óvulo animal es una célula, con su cubierta, su protoplasma, su núcleo y su nucleolo: el vegetal es, también, una célula (saco embrionario) oval, con su cubierta, su protoplasma, su núcleo y su nucleolo. La diferencia está sólo en las dimensiones del saco embrionario, que es mucho mayor que el óvulo animal. El producto sexual masculino, vegetal, es el pólen, que es una célula; y de origen celular es el espermatozóide, producto sexual masculino, animal.

Semejanzas que deben llamar la atención del fisiólogo y del naturalista, porque se descubre en esas analogías, como dice Letourneau, la unidad de la vida, que también se puede comprobar en todos los grandes hechos biológicos.

CAPÍTULO VI.

GENERACIÓN ESPONTÁNEA.

ARTÍCULO XLII.

Generación espontánea.—Problemas que encierra.

Hemos tratado antes de las diversas formas de generación en todos los organismos y, nada hemos dicho sobre la generación espontánea, causa, no há mucho, de ardientes discusiones, y sostenida aún por algunos naturalistas. La importancia de esta materia exige que sea expuesta separadamente.

La generación espontánea significa transformación de materia inorgánica en materia viva, cambio de cuerpos inertes en cuerpos organizados, vivos, sin impulsión orgánica anterior, sin padres que los engendren.

Fué admitida esta generación por los filósofos y naturalistas de la antigüedad y, ejemplo de ello tenemos en los escritos de uno de los genios más grandes que han existido, en los escritos de Aristóteles.

Nosotros hemos hecho ya la afirmación de que todo sér organizado procede de otro sér organizado, vivo. Y ahora damos á esta afirmación, repitiéndola, todo el alcance que dársele puede: lo mismo el animal y el vegetal más sencillos, que los organismos superiores, vegetales y animales se derivan necesariamente, proceden de seres vivos; con lo cual dicho está que no admitimos la generación espontánea ni, aun para las algas, los infusorios, los vermes intestinales, ni para ningún organismo inferior, última trinchera en donde se han refugiado los partidarios de esta hipótesis.

El Dr. Magaz, en su «Tratado de Fisiología humana» expone, con claridad suma, todos los problemas que encierra la generación espontánea. Recogiendo los principales argumentos, que se presentan en apoyo de esta hipótesis, aborda resueltamente la cuestión, planteándola de esta manera: «Dejando á un lado las extravagancias de Kircher y de otros naturalistas parecidos, que han asegurado que poseían recetas para producir á su capricho culebras y escorpiones, es indudable que hay casos en que aparecen animales acuáticos, en balsas ó lagunas secas anteriormente, y que por lo mismo no los contenían de dicha especie que hubieran podido procrearlos; es indudable también, que en las carnes que en-

tran en putrefacción se forman millares de gusanos, cuya procedencia ó filiación no se ha explicado con suficiente claridad hasta estos últimos tiempos; es indudable, igualmente, que en las infusiones de sustancias orgánicas se desarrolla un número prodigioso de seres animados de extraordinaria pequeñez y sólo perceptibles con el microscopio, *los cuales no existían antes* ni en el agua, ni en las sustancias orgánicas empleadas en las indicadas infusiones; y es indudable, por último, que en el interior de nuestros órganos y tejidos aparecen parásitos—las lombrices—por ejemplo, que, según todas las apariencias, toman origen en el canal intestinal, ya que no existen fuera de la organización, al menos con los caracteres que les son propios, y de consiguiente que no se comprende que puedan venir del exterior, y ya que tampoco pueden haber nacido por generación específica en el interior de los órganos, puesto que no había en ellos anteriormente otras lombrices á quienes se pueda considerar como progenitores.»

Formula después, en tres preguntas, los problemas de esa manera expuestos y dice: «¿Pueden los cuerpos inorgánicos convertirse en seres vivos por la sola influencia del aire, de la humedad y del calor? ¿Pueden los resíduos orgánicos, procedentes de vegetales ó animales muertos,

convertirse en seres vivos por el sólo influjo de las fuerzas físicas y químicas? ¿Pueden desarrollarse en los órganos ó tejidos de un sér vivo, otros seres vivos, de naturaleza diferente sin padres de la misma especie que los hayan engendrado?»

Contesta el Dr. Magaz de una manera satisfactoria estas preguntas, aduciendo razones y experimentos que prueban que la generación espontánea no existe. No podemos nosotros seguirle en la exposición larga, extensa que hace, y nos hemos de limitar, porque así lo exige la índole de este libro, á indicar los principales datos experimentales que confirman nuestra manera de ver en este asunto.

Es cosa perfectamente demostrada desde Spallanzani y, sobre todo, por Pasteur, que el aire y el agua encierran una gran cantidad de gérmenes, que pueden ser llevados á distancias considerables en donde, si encuentran medios, condiciones favorables á su desenvolvimiento, darán lugar á la formación de otros tantos organismos.

Sabido, también, es que muchos organismos inferiores poseen una gran resistencia vital y que, después de desecados, privados de agua, vuelven á la vida en cuanto se les devuelve el agua, medio indispensable á su vida, como á la de todos los seres. Los animales *reviviscentes*

ó *resucitantes* son demostración de ésto.

Pouchet había creído probar que el *penicilium glaucum*, el *monas elongata*, el *vibrio lineola* y otros organismos inferiores nacían por generación espontánea; pero todos sus experimentos sólo sirvieron para demostrar que no se destruyen cuantos gérmenes pueda tener un líquido, con calentarlo hasta la ebullición. Ya se conocía el hecho de que, para destruir los gérmenes del *oidium aurantiacum*, era necesario elevar la temperatura hasta 140°.

Cuando se hacen infusiones, con sustancias orgánicas, evitando el acceso de gérmenes por el aire y procurando destruir los que el agua contiene, no se observan nunca infusorios ni otros organismos inferiores. Los que se desarrollan en las maceraciones de carne, son debidos á gérmenes que el aire ó el agua llevaban.

En cuanto á los *entozoarios*, es seguro que, del exterior han penetrado dentro de otros animales, sin que su desarrollo sea debido, en ningún caso, á la generación espontánea. El conocimiento que tenemos de las evoluciones propias de estos animales, en distintas épocas de su vida, explica satisfactoriamente las diferencias de forma que en ellos se notan, y la generación alternante, bien apreciada en estos organismos, ha quitado todo valor á la generación espontánea.

Y esos otros pequeñísimos animales que se suelen encontrar en el interior de algunos órganos,—en los músculos,—por ejemplo, en el interior del feto, cuando se halla encerrado en el claustro materno, es que penetran á través de los tejidos, sin que éstos puedan constituir obstáculo de ninguna clase, para el paso de esos organismos filiformes.

Se vé, pues, que el aire y el agua, con los gérmenes que llevan, explican la aparición de organismos animales y vegetales en sitios, en donde antes no existían: que el aire y el agua, también, son los que dan lugar á la aparición, en las carnes y sustancias orgánicas descompuestas, de esos animales que en ellas se observan: y, por último, que los animales, que viven parásitos de otros organismos, no pueden haber nacido en ellos por generación espontánea, sino que han venido del exterior y, encontrando un medio favorable á su vida, se han desenvuelto, se han desarrollado.

Al estudiar la reproducción de los organismos elementales decíamos que «toda célula procedía de otra célula,» y ahora podemos terminar con las palabras que vienen repitiéndose desde Harbeo: «omne vivum ex ovo.»

CAPÍTULO VII.

FENÓMENOS DE DESARROLLO EN LOS ORGANISMOS COMPUESTOS.

ARTÍCULO XLIII.

Problemas que encierra el desarrollo.—Causas que se invocan para su explicación.

Todo sér vivo resulta de una asociación, de una aglomeración de células que, más ó menos profundamente modificadas, han formado los tejidos y los órganos y los aparatos del organismo compuesto; pero éste, en su origen, era una sola célula que, habiendo recibido el impulso formador, proliferó, segmentándose, para constituir muchas células.

Puede decirse que en el principio del desarrollo de todos los seres, no hay más que formaciones celulares idénticas: pasado algún tiempo, se pierde la homogeneidad de esos elementos anatómicos porque ya comienza la diferenciación celular.

En muchos organismos inferiores, los fenómenos de desenvolvimiento quedan reducidos á la

primera parte, á esa faz inicial del fenómeno; pero en los compuestos, en los superiores, la *diferenciación celular* puede decirse que es el hecho capital, el punto esencial del desarrollo y de la evolución del sér vivo. La complicación anatómica es consecuencia necesaria de esa diferenciación. La heterogeneidad de las sustancias que, se encuentran constituyendo los organismos, es resultado de los distintos tejidos, órganos y aparatos que se reúnen para su formación.

¿Á qué obedece esta diferenciación? ¿Por qué se verifica?

Sabemos que del *óvulo* fecundado surge el hombre, y que de óvulos, fecundados también, nacen muchos animales, sin que, hasta ahora se hayan podido apreciar diferencias sensibles entre estos elementos, sino que por el contrario, fisiólogos y naturalistas consideran todos los óvulos casi idénticos. La verdad es, que la investigación fisiológica no ha podido determinar, bajo el punto de vista químico, ni en otro concepto, la naturaleza de los materiales contenidos en el huevo fecundado, que son necesarios para que la diferenciación se verifique. Sí, nos dice, la distinta naturaleza de los tejidos que ván apareciendo, la forma de órganos y aparatos, el tipo morfológico á que el animal, que se desenvuelve, corresponde; pero calla en lo que pudiera dar luz en

este asunto difícilísimo y oscuro, en lo *diferenciable* y el *estímulo* que impulsa á la materia para ir tomando esos caracteres distintos, y esas formas variadas que tienen cada uno de los órganos que ván apareciendo, para encajar, luego, dentro del molde de la especie.

No encontrando explicación á este fenómeno en lo que pudiéramos llamar primera materia del mismo, se invoca la *herencia*, como causa determinante y, además, se buscan las influencias del *medio* en que el organismo se desarrolla para mejor comprenderlo.

Indudable es que la *herencia*, es ley de las organizaciones, como indicaremos muy en breve: la Fisiología y la Patología, así lo han reconocido y hay razón sobrada para formular la *ley de herencia*. Y en este fenómeno importantísimo que, comienza por la fusión de los dos elementos, masculino y femenino, parte, la una, desprendida del padre, parte, la otra, desprendida de la madre no es, ni mucho menos, absurdo, sino, por el contrario, lógico y natural suponer que, en esas cantidades de materia que ambos prestan, para la formación del nuevo sér, vaya algo que imprima á esos gérmenes, que se desenvuelven, el sello de su origen, la marca del organismo en que nacieron y que les dió aptitud para vivir vida propia é independiente.

Las influencias del *medio*, en que se desarrollan los organismos, hay que admitirlas también, como parte, no pequeña, en estos fenómenos de desenvolvimiento; pero, es indudable que, por sí solas, no pueden ser suficientes para la explicación de los mismos. Pueril sería, si no revelara un desconocimiento completo de la Fisiología, el negar las modificaciones que el *medio* puede ejercer en el organismo que se desarrolla, como en el que ya está desenvuelto. Pudiéramos citar mil ejemplos que comprobasen ésto que afirmamos; pero nos bastará con nombrar la palabra *adaptación*, cuyo alcance es bien conocido, para comprender toda la influencia que el *medio* ejerce sobre los organismos.

Dejando esta cuestión, cuyas dificultades quedan bien de manifiesto, nos encontramos con otra, también oscura, quizás por derivarse de una manera inmediata de esa *diferenciación*, de que nos hemos ocupado. Vamos á exponerla.

En los diferentes organismos compuestos se nota, según vamos ascendiendo para llegar al hombre, una complicación creciente en su estructura. La Morfología no nos ha dicho á qué ley obedece esa sucesiva complicación de órganos y aparatos de las distintas especies animales, ni tampoco sobre sus variaciones morfológicas. La Fisiología quizás pueda explicar algo de aquella

complicación orgánica, aunque se detenga ante las diferencias de forma.

Desde que se compararon los organismos superiores á confederaciones celulares, se pudo ya entrever la ley á que obedecía la constitución de los organismos. Con toda razón ha podido afirmarse después que la organización más compleja no es otra cosa que un vasto mecanismo, resultado de la coordinación de mecanismos secundarios. Cl. Bernard dice, en sus lecciones de Fisiología general, que el sistema circulatorio, el respiratorio y el nervioso, que existen en los animales más perfectos, no viven para sí mismos, sino para las células, para los innumerables elementos anatómicos que forman el edificio orgánico. Según este ilustre fisiólogo, el papel de estos sistemas se reduce á crear las condiciones necesarias para la vida de cada célula. Más adelante dice: «La perfección orgánica no consiste solamente en la división del trabajo fisiológico; la ley de esta perfección se confunde íntimamente con la ley de la vida celular. Para hacer posible y regular la vida celular, es para lo que los órganos se agregan á los órganos y los aparatos á los sistemas. La tarea que les corresponde es la de proporcionar cualitativa y cuantitativamente las condiciones de la vida celular: esta tarea es absoluta. Para realizarla, se coordinan de di-

ferente modo, siendo tantos más los que toman parte en la labor, cuanto más complicado es el organismo, y menos numerosos, cuanto más simple; pero siendo el objeto siempre el mismo. En cuanto al medio, consiste en una diferenciación cada vez más considerable de los elementos anatómicos y en un lujo funcional creciente.»

Explicada de esta manera la complicación orgánica, resulta siempre como una necesidad para la vida celular; y como las condiciones favorables para la vida de las células son las mismas que há menester el organismo entero, se comprende bien que, si nos fueran conocidas todas esas condiciones podríamos formular la ley de constitución de los organismos. Una de las dificultades más graves, para la resolución de este problema, es la determinación de lo que el sabio citado llama, condiciones intrínsecas de la célula.

Cuando se tocan estas cuestiones, compréndense todas las dificultades que ofrece el estudio del desenvolvimiento de los organismos, y se piensa en el contraste que ofrecen las organizaciones animales y las vegetales en estos fenómenos de desarrollo. Decandolle decía que jamás era la muerte, *natural* en los vegetales, sino que siempre era ocasionada por accidente ó por enfermedad; y se fundaba para hacer esa afirmación en la renovación incesante de la planta, en

un rejuvenecimiento que de cuando en cuando en ella se opera, en ese crecimiento, casi indefinido del vegetal, y en confirmación de lo cual se cita la larga vida, que se cuenta por miles de años de algunos individuos vegetales, tales como la encina, el baobab, el ahuehuete y otros: añádese, como nueva y mejor prueba aún, que muchos organismos vegetales que parecen tener una vida efímera no es ocasionada nunca su muerte, por la vejez de sus tejidos y órganos, sino porque hay variaciones en el medio en que viven que no puede, ya, servir para su vida. Fenómeno que contrasta con el limitado desarrollo de los organismos animales y su vejez, bien señalada. Verdad es que son parte muy considerable, en esta distinta vida, las actividades de unos y otros organismos y el muy diferente gasto de fuerzas y de materias que en ellos tiene lugar. Pero, de todos modos, es fenómeno que debe llamar la atención de los botánicos y que la fisiología vegetal debe estudiar con detenimiento.

Respecto al desarrollo de los organismos vegetales, nada podemos añadir que merezca consignarse en un libro de Fisiología general, remitiendo al lector á los tratados especiales.

CAPÍTULO VIII.

FENÓMENOS DE HERENCIA EN LOS ORGANISMOS COMPUESTOS.

ARTÍCULO XLIV.

Herencia conservadora y progresiva.—Leyes.

Los organismos poseen una fuerza de trasmisión, una facultad en virtud de la cual legan á sus descendientes todas sus propiedades, ó solamente parte de ellas.

Los fenómenos de herencia, que encierran problemas del más alto interés, son tan generales y conocidos en sus manifestaciones, que á nadie preocupa el grandísimo alcance fisiológico que tienen. Que un hijo tenga caracteres, rasgos fisiológicos de sus padres, que se parezcan los individuos de una familia (*aire de familia*, como aquí se dice) son hechos tan conocidos, que se juzgan como perfectamente naturales. De igual manera, son del dominio de todos, hechos de herencia patológica y, personas extrañas á la Medicina, al ver un loco, un tísico, un individuo que padece un cancer, suelen preguntar si en sus as-

endientes hubo enajenados, tuberculosos ó con tumores malignos. La trasmisión por herencia de vicios de conformación, hechos son, también conocidos y, como dice Hæckel, muy particularmente instructivos. En la «Historia de la Creación Natural,» de este autor, entre otros ejemplos, cita el curioso de una familia española en la cual, no se contaban menos de catorce individuos con seis dedos en manos y piés.

Hæckel, en la obra citada, divide los fenómenos de *herencia* en dos grandes clases: los de *herencia conservadora* y los de *herencia progresiva*. Comprende la primera, como ya lo dice su nombre, los fenómenos de trasmisión, de un organismo á otro, de las propiedades que sus padres le legaron, y los segundos son aquellos en virtud de los que pueden trasmitirse por el individuo á sus descendientes, las propiedades que adquirió durante su vida. Comprende este naturalista todos los fenómenos de *herencia conservadora* en las siguientes leyes:

1.^a Ley de herencia conservadora continúa.

Caben dentro de esta ley los hechos que citamos al principio de este capítulo.

2.^a Ley de herencia alternante.

Según esta ley, los hijos no heredan á sus padres, sino á sus abuelos ó á otros ascendientes anteriores. Está fundada en observaciones he-

chas en organismos inferiores, en animales domésticos y, alguna vez, en el hombre. Pueden comprenderse aquí, los hechos conocidos con el nombre de *atavismo*.

3.^a Ley de herencia sexual.

Consiste ésta, en que cada uno de los padres trasmite á los hijos que son de su sexo, los caracteres que le son peculiares, con independencia de los del otro. Ejemplo de esta herencia son, las barbas en el hombre, la melena del león, las glándulas mamarias en los mamíferos hembras.

4.^a Ley de herencia mezclada ó bilateral (anfigónica).

Los hijos tienen, según esta ley, mezcla de caracteres, de propiedades, del padre y de la madre: uno y otra transmiten á sus descendientes, rasgos, algo que les es peculiar.

5.^a Ley de herencia abreviada ó simplificada.

Es ley de la embriología y está basada en el hecho de que los organismos representan en su evolución embrionaria aquellos otros organismos que les son inferiores.

En estas leyes comprende Hæckel todos los fenómenos de la *herencia* que llama *conservadora*. Vamos á exponer ahora las de la *herencia* progresiva, según dicho autor, también.

La más general de todas es la

1.^a Ley de herencia adaptada ó adquirida.

Caben en esta ley los hechos patológicos, en cuya etiología viene figurando la herencia, y los vicios de conformación.

2.^a Ley de herencia fija ó constituida.

Según ésta, las modificaciones impresas á un organismo por la influencia de lo que le rodea, son transmitidas á sus descendientes, con tanta más seguridad, cuanto mayor haya sido el tiempo que ha experimentado la acción de esas causas modificadoras.

Expone, por último, otras dos leyes que llama:
Ley de herencia homocrónica y

Ley de herencia homotópica,
que se refieren á la manifestación en el mismo tiempo y en el mismo sitio de determinadas enfermedades; teniendo también confirmación en hechos fisiológicos. Las distintas formas transitorias, de la evolución embrionaria, la aparición en la misma época y en idéntico sitio de los diversos órganos vienen en comprobación de esta ley. Por eso se dice que estas leyes son fundamentales en la embriología.

La explicación que se dá de estos fenómenos de herencia es la que indicábamos haciendo el estudio de la Fisiología de los organismos elementales; pero verdaderamente, el problema no queda resuelto con decir que todo sér vivo tras-

mite, con la cantidad de materia que dá para la reproducción, todas sus propiedades, ó solamente parte de ellas: es mucho más hondo, más difícil el problema, y habría que averiguar, para darlo por resuelto, las siguientes cuestiones que indica Preyer, al final de su tratado de Fisiología general: «1.^a ¿Qué sustancias son directamente transmitidas por los padres al producto de la generación, de manera que las propiedades hereditarias aparezcan más tarde? Las sustancias deben estar contenidas en el óvulo ó en el esperma. 2.^a ¿Qué partes orgánicas transmiten estas propiedades? Solamente los gérmenes macho y hembra son los que pueden hacer que esta transmisión se produzca: hay que investigar el origen de estos gérmenes. 3.^a ¿Cómo se verifica el proceso de la transmisión hereditaria? en otros términos, ¿bajo la influencia de qué excitantes los materiales hereditarios se depositan en los gérmenes y, una vez reunidos, estos despliegan sus actividades?»

Hé aquí los verdaderos, árdulos problemas de la *herencia*, cuya solución no se vislumbra, por las insuperables dificultades que se presentan, para que la investigación fisiológica pueda arrojar alguna claridad en este oscuro fenómeno.

FIN.





ÍNDICE.

FISIOLOGÍA GENERAL.

Página.

Dedicatoria.
Prólogo.

PRIMERA PARTE.

CAPÍTULO I.

*Definición de la Fisiología.—Sus relaciones
con las demás ciencias naturales y biológicas.—División.*

ARTÍCULO I.— 9

CAPÍTULO II.

Método y medios de investigación.

ARTÍCULO II.— 21

CAPÍTULO III.

Historia de la Fisiología.

ARTÍCULO III.— 27

CAPÍTULO IV.

*Concepto de la Fisiología general.—
Materias que abraza.—Plan de este libro.*

ARTÍCULO IV.— 35

CAPÍTULO V.

Composición de los organismos.

ARTÍCULO V.—Teoría atómica.—Elementos químicos de los organismos.—Combinaciones de estos.—Materia organizada.	45
ARTÍCULO VI.—Seres vivos.—Cuerpos inertes.—Diferencias morfológicas y de composición.—Concepto de organismo.	51

CAPÍTULO VI.

Fuerzas de los organismos.

ARTÍCULO VII.—Ligera crítica histórica de las fuerzas.—De la irritabilidad.—Fuerzas físicas y químicas.	62
ARTÍCULO VIII.—Fuerzas físicas y químicas.	69
ARTÍCULO IX.—Fuerzas de tensión y fuerzas vivas.	72

CAPÍTULO VII.

Forma de los seres vivos.

ARTÍCULO X.—Problemas de la Morfología.—Organismos elementales y organismos compuestos.	81
---	----

CAPÍTULO VIII.

Funciones en los seres vivos.

ARTÍCULO XI.—Función.—Concepto.—División.	87
---	----

SEGUNDA PARTE.

Fisiología de los organismos elementales.

CAPÍTULO I.

Fenómenos de cambios materiales ó funciones de nutrición de las células.

ARTÍCULO XII.—Consideraciones generales.—Morfología de la célula.	95
---	----

CAPÍTULO II.

*Fenómenos de cambios de
materias ó funciones nutritivas.*

ARTÍCULO XIII.—Absorción.—Circulación.—Respiración	111
ARTÍCULO XIV.—Asimilación	119
ARTÍCULO XV.—Secreción y escreción celular.	128

CAPÍTULO III.

*Fenómenos de cambios dinámicos en los
organismos elementales.*

ARTÍCULO XVI.—Producción de calor y de electricidad	133
ARTÍCULO XVII.—Movimientos	134
ARTÍCULO XVIII.—Fenómenos de sensibilidad.	139

CAPÍTULO IV.

Fenómenos de cambios morfológicos.

ARTÍCULO XIX.—Generación.—Teoría celular.—Formas de multiplicación celular.	147
--	-----

CAPÍTULO V.

Fenómenos de desarrollo y de herencia de las células.

ARTÍCULO XX.—	159
-------------------------	-----

CAPÍTULO VI.

Muerte de la célula.

ARTÍCULO XXI.—	161
--------------------------	-----

TERCERA PARTE.

Fisiología general de los tejidos ó Histofisiología.

CAPÍTULO I.

Fisiología de los tejidos animales.

ARTÍCULO XXII.—Tejido.—Clasificaciones.—Estudio de los tejidos formados por yuxtaposición de células.	163
--	-----

ARTÍCULO XXIII.—Tejidos formados por fusión de células	172
ARTÍCULO XXIV.—Tejidos formados por secreciones celulares	182
ARTÍCULO XXV.—Fisiología de los tejidos conjuntivos	190

CAPÍTULO II.

Tejidos vegetales.

ARTÍCULO XXVI.—Tejidos formados por soldadura ó por yustaposición de células	203
--	-----

CAPÍTULO III.

Órganos. — Aparatos.

ARTÍCULO XXVII.—Órgano. — Concepto. — División — Estudio de los órganos animales y vegetales. — Aparatos. — Sistema fisiológico de órganos	205
--	-----

CUARTA PARTE.

Fisiología de los organismos compuestos.

CAPÍTULO I.

Fenómenos de cambios materiales.

ARTÍCULO XXVIII.—Funciones de los organismos compuestos.—Nutrición en los animales	215
ARTÍCULO XXIX.—Nutrición en los vegetales	227

CAPÍTULO II.

Fenómenos de cambios dinámicos en los organismos compuestos.

ARTÍCULO XXX.—Calor y electricidad	239
ARTÍCULO XXXI.—Movimientos	244
ARTÍCULO XXXII.—Sensibilidad	248

CAPÍTULO III.

Fenómenos de cambios dinámicos en los vegetales.

ARTÍCULO XXXIII.—Calor y electricidad	255
ARTÍCULO XXXIV.—Movimientos	257
ARTÍCULO XXXV.—Sensibilidad.	258

CAPÍTULO IV.

*Fenómenos de generación
en los organismos compuestos.*

ARTÍCULO XXXVI.—Reproducción en los animales.—Sus relaciones con la nutrición.—Formas de la generación.—Divisiones	261
ARTÍCULO XXXVII.—Reproducción por vegetación.—Reproducción por esporos.—Generación alternante y partenogénesis.—Consideraciones sobre estas formas de generación.	265
ARTÍCULO XXXVIII.—Reproducción sexual.—Consideraciones generales —Hermafroditas.—Hipótesis sobre los sexos	271
ARTÍCULO XXXIX.—Reproducción sexual.—Elemento masculino.—Elemento femenino.	275
ARTÍCULO XL.—Fecundación.	281

CAPÍTULO V.

Fenómenos de reproducción en los vegetales.

ARTÍCULO XLI.—Reproducción asexual.—Reproducción sexual.	285
--	-----

CAPÍTULO VI.

Generación espontánea.

ARTÍCULO XLII.—Generación espontánea.—Problemas que encierra	291
--	-----

CAPÍTULO VII.

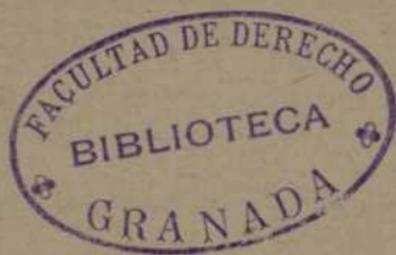
*Fenómenos de desarrollo en los organismos
compuestos.*

ARTICULO XLIII. — Problemas que encierra el desarrollo. —
Causas que se invocan para su explicación . . . 297

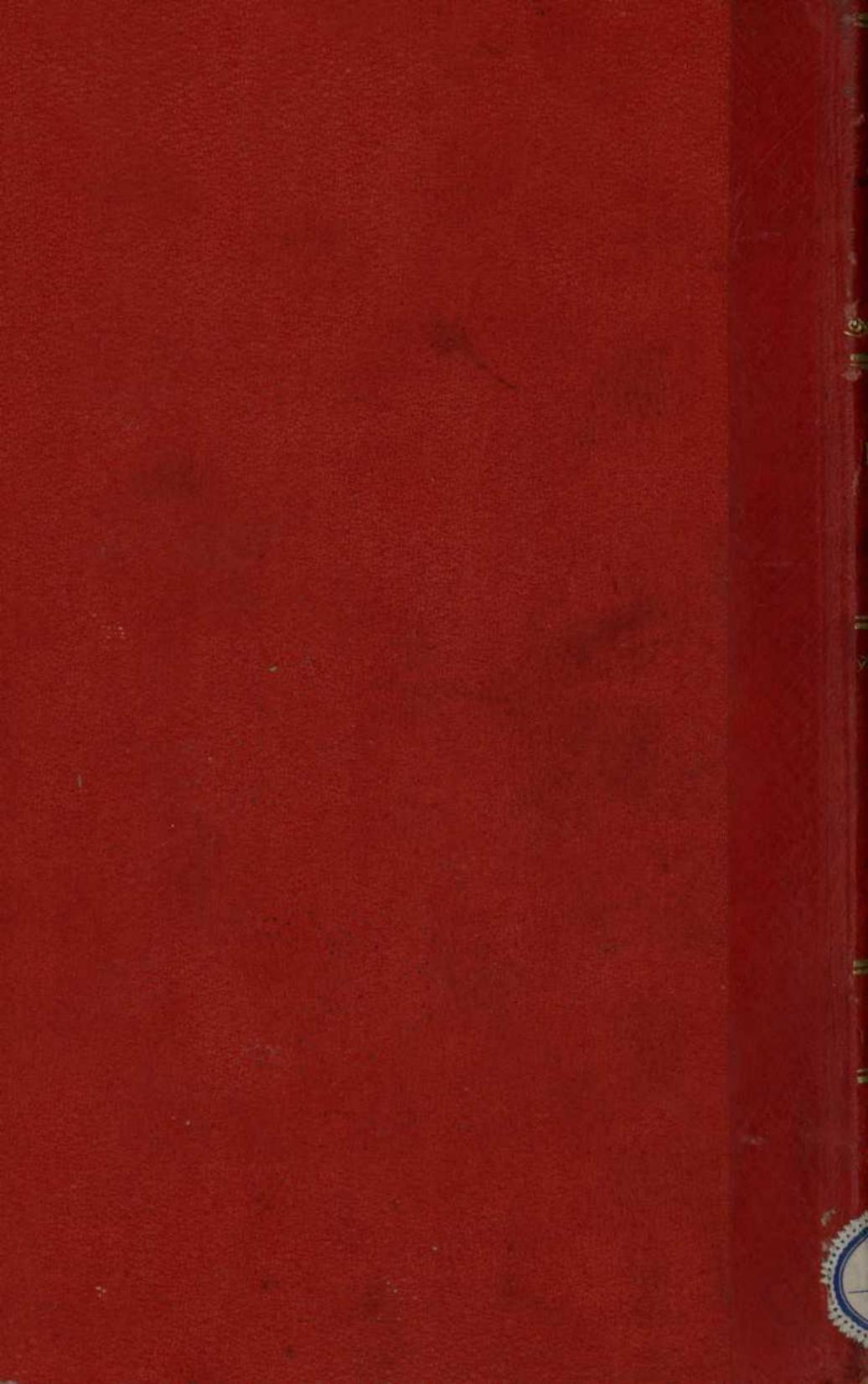
CAPÍTULO VIII.

*Fenómenos de herencia en los organismos
compuestos.*

ARTICULO XLIV. — Herencia conservadora y progresiva —
Leyes 305



4^o 4^a



GUTIERREZ



FISIOLOGIA

GENERAL



FACULTAD

DE DERECHO

B
11
70