

cias que existen entre dichos cuerpos reproductores y las semillas, por lo cual hay fundamento para darles otro nombre.

En la germinacion de los esporos, uno de los lados se prolonga, hecha filamentos, primero sencillos y despues ramosos, los cuales parecen ser la continuacion del tejido celular interior. No se ve nada que se parezca á los dos cotiledones de las plantas dicotiledones, pero se ha comparado la germinacion de los helechos y de otras eteogamas á la de las monocotiledones, porque el cuerpo superior opuesto á la raiz es único. No obstante, debemos insistir siempre en la diferencia fundamental, de que la planta jóven se halla ya dispuesta en la semilla de las fanerogamas, en el momento que esta se desprende, mientras que en los esporos de las criptogamas no se ha visto nada semejante; los esporos pueden ser comparados con el embrión mas bien que con la semilla.

Los órganos que rodean á los esporos varían mucho en naturaleza y situacion. En las eteogamas ó semi-vasculares, los esporos estan acumulados algunas veces en gran número en cajas dehiscentes, llamadas cápsulas ó esporangios y en latin *theca*, *sporangia*. Estos órganos son ordinariamente pedicelados y se encuentran solitarios ó reunidos, unas veces en la axila de los ramos ó de las hojas, como en las *chara*, musgos, lycopodiáceas; otras sobre las *frondas*, en el extremo de las nervaduras laterales como en los helechos, y otras hácia los extremos de pedúnculos especiales que parecen frondas mal desarrolladas, como en las equisetáceas.

Los esporangios estan algunas veces mezclados con hilillos (*parafisas*); algunas veces contienen con los esporos hilos elásticos (*e'ateros*) que parecen unos esporangios y otros esporos imperfectamente desarrollados y en su forma se asemejan á traqueas desarrolladas y muy gruesas.

Se ha atribuido con frecuencia á estos órganos y á otros, las funciones de estambres, de pólen, de óvula, en una palabra, de órganos masculinos; pero la misma diversidad de los órganos á que se ha atribuido un papel tan importante demuestra que no se conoce la verdad. Y no porque hayan faltado observadores de gran mérito que ocupándose en el estudio de los helechos, de los musgos y otras familias análogas no podían olvidar tan importante asunto; la mayor parte han pasado su vida buscando los órganos sexuales en estos vegetales, y tratando de demostrar su pre-

sencia ó su ausencia, pero es necesario convenir en que sus investigaciones han sido infructuosas hasta el presente.

Pero no se debe deducir de esto que ciertos vegetales carezcan de una reproduccion sexual, nada hay tan difícil como probar que una cosa no existe. Para esto seria necesaria que fuera incompatible con tal otro punto de la organizacion, porque el no conocer ciertos órganos ó el papel que desempeñan, no prueba su ausencia completa ó la de las funciones que pueden ejercer. Antes de los trabajos de algunos observadores, se ignoraba que las plantas fanerogamas tuvieran una reproduccion por fecundacion; afirmar entonces que carecian de ella hubiera sido temerario y en el hecho bien erróneo. Su posicion es hoy la misma respecto á las criptogamas. A pesar de los esfuerzos de Hedwig y otros botánicos, no está demostrado que tengan estambres, pólen, un sistema regular de fecundacion, pero lo contrario no está probado tampoco. Podria existir un fluido fecundante, una *aura seminalis*, que hoy se escapará á los observadores á causa de la pequenez de sus moléculas; de su forma ó de su posicion muy diferente de la que se les supone. Sobre este punto como sobre otros muchos, se puede decir: «*Et adhuc sub iudice lis est.*»

Igual razonamiento puede hacerse respecto á todas las criptogamas. Sin embargo, convengamos en que en las últimas familias que constituyen la clase de las celulares ó anfigamas, los esporos estan rodeados de órganos menos numerosos, menos complicados y menos variados en su forma que las de los semi-vasculares ó eteogamas. Asi conservando las formas de la duda y no afirmando mas que lo que se puede probar, diremos que las celulares estan probablemente desprovistas de reproduccion sexual, mientras que las semi-vasculares estan quizá dotadas de esta facultad.

Los esporos de las celulares se hallan á veces desnudos, mas comunmente encerrados en sacos membranosos (*asci*) los cuales son rara vez dehiscentes. En estas plantas principalmente es donde los cuerpos reproductores se parecen á los granos contenidos en las celdillas, notablemente en el pólen, y se aíslan, ya rompiendo su envoltura, ya por efecto de la destruccion natural de esta. Turpin considera este modo de reproduccion como muy general en todas las clases de vegetales, y en sus obras ha presentado ejemplos de ello muy curiosos é instructivos.

# FISIOLOGIA.

## PARTE PRIMERA.

### Consideraciones preliminares sobre la fisiología en general y sobre la vida vegetativa.

#### CAPITULO PRIMERO.

##### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA FISIOLOGIA.

La fisiología es aquella parte de la ciencia en que se estudia el juego de los órganos, sus acciones recíprocas, sus diversas relaciones con los cuerpos extraños, y en general todos los fenómenos que nos parecen los caracteres, las causas ó los efectos de la vida en los seres organizados. La organografía hace comprender la posicion y forma de los órganos, la fisiología debe explicar su accion. Estas dos ramas tienen entre sí las mismas relaciones que la estática y la mecánica.

La misma division se presenta en los dos reinos organizados; hay pues una fisiología vegetal y una fisiología animal, que tienen entre sí curiosas analogías, si bien no es este el lugar de examinarlas.

Las causas primeras que hacen moverse á los cuerpos en la naturaleza nos son desconocidas en su esencia. Nosotros las llamamos *fuerzas* y contamos cuatro que nos parecen distintas: 1.<sup>a</sup> la *atraccion* que determina los fenómenos físicos; 2.<sup>a</sup> la *afinidad* que causa los efectos químicos; 3.<sup>a</sup> la *fuerza vital* que es la causa de los fenómenos fisiológicos; y 4.<sup>a</sup> la *fuerza intelectual* que comprende el instinto y la inteligencia de los animales.

Todos los cuerpos de la naturaleza estan sometidos á las dos primeras fuerzas, los vegetales á las tres primeras, y los animales á las cuatro reunidas.

Explicar un fenómeno, es clasificarle entre los efectos que se atribuyen á una de estas cuatro causas; pero en realidad no comprendemos mas el por qué pensamos ó vivimos, que el por qué las moléculas de los cuerpos se combinan segun ciertas proporciones, y por qué se atraen con arreglo á ciertas leyes matemáticas.

Se puede tener alguna duda para referir cierto fenómeno á una de las cuatro fuerzas elementales, tanto mas, cuanto que tres de ellas no han sido como la atraccion, reducidas á una ley simple, que da la explicacion de todos los fenómenos, y que aun permite preverlos. Cuando se trata de atribuir un hecho á una de las cuatro fuerzas, no hay mas que dos medios de proceder, la analogía y la vía de exclusion; es decir, que se compara el fenómeno á otros que son mas claramente del dominio de una de las cuatro fuerzas, ó bien se procura explicarle primero por las leyes mas generales, y despues por las que son especiales á ciertos cuerpos. Se trata pues, de explicar el

hecho primero por las leyes de la atraccion, que son las mas conocidas, y despues si no se consigue por las de afinidad. Si las leyes que rigen estas dos fuerzas no bastan para dar cuenta del fenómeno, se le refiere, en los vegetales á la fuerza vital, y en el reino animal á esta misma fuerza, si es posible, y si no en definitiva á la fuerza intelectual. Esto explica cómo la fisiología adelanta con los progresos de la física y de la química, y cómo debe servir ella misma de punto de partida para la verdadera psicología. Esta última para ser estudiada de una manera lógica, supone el conocimiento de la fisiología, la cual supone á su vez el conocimiento de la física y de la química.

La atraccion y la afinidad pueden obrar sobre los vegetales de dos maneras:

1.<sup>a</sup> *Directamente*, como obrarian sobre un cuerpo bruto; asi un fruto cae, en virtud de que es atraido por la masa del globo terrestre; un fruto se hace azucarado, por una combinacion de moléculas, que un químico podria producir.

2.<sup>a</sup> *Indirectamente*, por el efecto combinado de estas fuerzas y de la estructura de los tejidos vegetales, asi una rama agitada por el viento se encorva sin romperse, porque el tejido de que se compone es elástico; hay, pues, propiedades llamadas del *tejido*, que resultan de la naturaleza misma de los órganos, lo cual modifica la accion directa de las fuerzas.

#### CAPITULO II.

##### DE LAS PROPIEDADES DEL TEJIDO VEGETAL.

El tejido de que estan formados los vegetales goza no solo de las propiedades generales de la materia, como el ser impenetrable, sino tambien de ciertas cualidades importantes, á saber: la *extensibilidad*, la *elasticidad* y la *higroscopicidad*.

Aunque los líquidos contenidos en las celdillas y en los vasos, así como las materias sólidas que se depositan por el efecto de la vida, puedan modificar estas cualidades, se debe reconocer que pertenecen en general á los órganos de los vegetales, y que los distinguen de los cuerpos inorgánicos. El vidrio ó el talco son bien elásticos, pero por lo general menos higroscópicos y extensibles que un pedazo de madera por ejemplo. Sin entrar en cuestiones que dependen únicamente de la física, se comprende que la composicion del tejido vegetal, por yuxtaposicion de vesículas distintas, le hace poroso, esponjoso, por de-

cirlo así, mucho mas que un mineral, las propiedades que de esto resultan, dependen únicamente de la naturaleza y disposición de las celdillas y de los vasos; pero no de la vida, porque un vegetal muerto despues de muchos años, las posee en un grado mas ó menos notable. Esto es cierto sobre todo respecto de la higroscopocidad y de la elasticidad; se sabe, por ejemplo, que la madera mas vieja y mas seca, puesta en una atmósfera húmeda, absorbe una porcion notable de la humedad, y que las vigas de una construccion muy antigua permanecen siempre elásticas. Examinemos en detalle las tres propiedades citadas.

La *extensibilidad* se halla en su mas alto grado en la juventud de los órganos; así se ve á las ramas crecer en toda su longitud, al tronco de los árboles crecer fácilmente hasta cierta época, en la cual probablemente el tejido se hace mas tenaz, mas duro, por el depósito gradual de materias sólidas. Algunos órganos continúan creciendo y engruesando, pero esto no es por extension, sino por la adición de nuevas celdillas, y nuevos vasos, al lado de los antiguos.

La *elasticidad* es la propiedad en virtud de la cual un órgano tiende á recobrar su sitio ó su posicion cuando una fuerza extraña le ha separado de ella; así una hoja vuelta por nuestras manos ó por el viento, vuelve muy pronto á su primera posicion. Los pedúnculos y casi todos los órganos presentan mas ó menos esta facultad; sin embargo, el *dracocephalum moldavicum* tiene pedicelos que no recobran su posicion cuando se les hace variar; este fenomeno ha sido comparado á la catalepsia, pero depende solo de la falta de elasticidad.

Sucedé con frecuencia que las anteras, ó porciones de la corola, ó las valvas de una cápsula, se separan ó doblan instantáneamente por efecto de su elasticidad y de la posicion forzada en que se encontraban aquellos órganos. Los estambres de la parietaria estan al principio soldados hácia arriba y encorvados hácia el centro, pero despues de la prolongacion de sus filamentos hace difícil esta posicion; llega un instante en que la separacion se verifica y los estambres se lanzan hácia afuera como un resorte comprimido que se suelta de repente. Así es como se ve estallar las cápsulas de balsaminas, de euforbios, y otras plantas cuyos fragmentos son sumamente elásticos. En muchos casos la elasticidad facilita los fenómenos de la vida vegetal.

La *higroscopocidad*, ó facultad de perder y absorber la humedad, hace un papel muy importante en la vegetacion. Es una propiedad tan inherente á algunos órganos, que se han hecho higrómetros con membranas ó productos vegetales.

Los órganos mas notables bajo este aspecto, son los penachos de las compuestas, algunos pelos, los dientes del peristoma de los musgos, las valvas de varias cápsulas, y en general las partes secas, coriáceas ó escariosas.

Estos órganos se tuercen ó crispan por la sequedad y se estiran por la humedad; los cuerpos leñosos, sobre todo la albura, son muy higroscópicos. Esta última se pudre con la mayor facilidad en cuanto se queda al descubierto, mientras que la corteza que es poco higroscópica, la protege habitualmente. Esta es tambien una de las causas que hacen salir por las hendiduras de la corteza, las gomas y las resinas segregadas interiormente en el cuerpo leñoso.

El efecto de la higroscopocidad es extender el tejido ó la porcion de tejido que es afectado por la humedad; así en un cuerpo cualquiera la parte que absorbe mas agua se encorva sobre la parte contigua que absorbe menos, porque esta última se hace comparativamente mas corta. Es preciso pues, ó que las dos partes adyacentes y desigualmente húmedas, se separen, ó que

la que crece siga la suerte de la parte mas seca, que se tuerza hácia su lado, que sea levantada por ella, etc. En las cápsulas la parte exterior herida por el sol, se seca casi siempre antes que la interior, y entonces las valvas se abren. Hay una excepcion célebre, la de la *anastática hierochantina*; planta de la familia de las crucíferas llamada vulgar é impropriadamente *rosa de Jericó*. Esta planta que toda entera no es mas gruesa que el puño, tiene las ramas en forma de bola cuando hace tiempo muy seco; se arranca con facilidad y el viento la lleva rodando por la arena en los desiertos de Africa. Si cae en un sitio húmedo, sus ramas se abren, al contrario de lo que podría suponerse; probablemente el lado interior es mas higroscópico que el exterior.

### CAPITULO III.

#### DE LAS PROPIEDADES VITALES DE LOS VEGETALES.

##### ARTICULO PRIMERO.

###### DISTINCION DE ESTAS PROPIEDADES VITALES.

Hay muchos fenómenos que en el estado actual de las ciencias físicas y químicas, no se pueden explicar por las propiedades de la materia solamente, y estos son los fenómenos que constituyen la vida; y al decir que los vegetales viven, entendemos que una fuerza desconocida en su esencia, la fuerza vital, produce en ellos durante cierto tiempo, efectos de que no pueden darnos razon las leyes de la atraccion y de la afinidad.

El ejemplo del reino animal ha dado motivo en todos tiempos para creer que las plantas estan dotadas de vida; entre los dos reinos organizados se encuentran fácilmente semejanzas; por ejemplo, el desarrollo regular y simétrico de los órganos, la existencia de individuos que se alimentan y de especies que se perpetúan, los diversos movimientos, las secreciones; todas estas cosas, segun nuestro sentimiento íntimo, dependen en los animales, de la existencia de una fuerza vital; la analogía conduce á admitir el mismo agente en el otro reino organizado. Los zoólogos han admitido que la vida se manifiesta de tres maneras en los animales: por la *excitabilidad* general del tejido celular, que le hace desarrollarse, resistir á los elementos ó modificarlos, etc.; la *irritabilidad* de las fibras musculares, que las hace contraerse vivamente cuando un agente mecánico ó químico las toca; y la *sensibilidad*, ó facultad de la pulpa nerviosa, de percibir sensaciones y transmitir las órdenes de la voluntad.

En el reino vegetal no existe la pulpa nerviosa ni los músculos; por consecuencia tampoco hay sensibilidad ni irritabilidad, ó al menos en el sentido preciso que los zoólogos han atribuido á estas palabras.

Algunos filósofos, dirigidos principalmente por ideas religiosas, han tratado en verdad, de probar que los vegetales estan dotados de sensibilidad, que tienen por ejemplo la conciencia de su existencia, y quizá sensaciones. Otros partiendo de las mismas ideas y del hecho de que los vegetales no tienen órganos de movimiento, han creído que sería contrario al orden universal y á la bondad de uno de los atributos de la Divinidad, el que estos seres estuvieran dotados de la facultad de sentir el mal sin poder evitarlo, y de desear el bien sin tener los medios de conseguirlo. Si de estas consideraciones elevadas se puede descender á argumentos mas directos, fundados sobre la analogía, no se puede negar que la facultad locomotiva acompaña á la sensibilidad en el reino animal, y aun parece que cuanto mas dotados estan los animales de fuertes impresiones, mas medios tienen de buscar lo que les

agrada, de huir del mal ó de defenderse. Los vegetales que se hallan sujetos á la tierra mas todavía que los pólipos y los moluscos, deben estar menos dotados de la facultad de sentir, y aun carecer de ella completamente. Por otra parte la sensibilidad de los animales se revela por actos, gritos, etc., de lo cual no hay la menor señal en el otro reino. El hecho mas importante en apoyo de la idea de que las plantas estan dotadas de la facultad de sentir, es, que las sustancias, como el opio, el alcohol, y diferentes venenos que obran principalmente sobre el sistema nervioso de los animales, influyen tambien sobre los vegetales y aun llegan á matarlos. Pero no sabemos que obren de una manera semejante en ambos reinos; porque el mismo resultado, la muerte, puede ser producida por distinta via. Y en el reino animal, ¿qué sabemos si estos venenos no obran accesoriamente sobre el tejido celular, aunque su efecto principal se manifieste sobre el sistema nervioso? Cuando un veneno obra violentamente sobre los nervios, no se tiene cuidado de buscar los efectos mas lentos y mas débiles que podría producir sobre otros órganos.

No podemos pues admitir que los vegetales esten dotados de sensibilidad.

Tambien se les ha atribuido la irritabilidad; pero aquí á lo menos hay fenómenos muy claros que se parecen á los que en el reino animal se atribuyen á la misma propiedad de los músculos. Así picando con una aguja la base interna de un estambre de *berberis* (agracejo), se le ve precipitarse vivamente contra el pistilo; irritando las anteras de algunas compuestas, por ejemplo, las cardúceas y centáureas, se observa un movimiento análogo; las hojas de la *dionea* tienen en el centro del limbo pelos tiesos, que no se pueden tocar sin que lo hoja se doble sobre su nervadura central; igualmente se conocen los movimientos de la *sensitiva* (*mimosa pudica*) y se ha observado que los ácidos ó vapores venenosos, lo mismo que los choques, hacen doblar sus hojuelas. Pero estos ejemplos curiosos no son mas que excepciones en el reino vegetal, las especies que los presentan no tienen con los animales mas analogía que las demás plantas; son semejantes á muchas fanerogamas que no presentan las mismas singularidades, y no á las criptogamas que parecen intermedias entre los dos reinos; finalmente no tienen órganos elementales especiales que se puedan comparar á un sistema de músculos. Es pues probable que estos hechos sean de la categoría de otros, menos notables sin duda, pero mas generales, que se atribuyen á la *excitabilidad* del tejido vegetal.

La savia sube en los árboles mucho mas de lo que produce la simple capilaridad, y contrariamente á la ley de gravedad; este efecto cesa cuando la planta muere, y sin embargo el tejido parece siempre hallarse en el mismo estado. Una semilla conservada en un lugar seco, durante muchos años, no se altera ni germina; puesta en la tierra, la planta joven que existe en su interior se desarrolla, sale de un largo letargo, se convierte en un nuevo ser, complicado hasta el infinito, semejante al que la produjo; estos son los fenómenos que caracterizan la vida. Las secreciones, los efectos de la luz, de los gases, del calor, de la electricidad, sobre los vegetales vivos, son tambien fenómenos vitales, análogos á los que presentan los órganos de los animales, independientemente de los músculos y de los nervios. Por lo tanto se puede atribuirlos, como lo hacen los zoólogos, á la *excitabilidad* vital del tejido organizado.

##### ARTICULO II.

###### DE LOS ÓRGANOS DONDE RESIDE PRINCIPALMENTE LA EXCITABILIDAD.

Muchos fisiólogos, admitiendo la vida de los vegetales, han creído que reside principalmente en los ór-

ganos elementales mas complicados, tales como los vasos y las traqueas. Mas probable parece que el tejido celular sea el asiento principal de la sensibilidad. En efecto, hay un crecido número de plantas, (todas las anfigamas, las eteogamas en su juventud, los potamogeton, y otras fanerogamas acuáticas), que viven sin vasos ni traqueas, únicamente por el tejido celular de que estan enteramente compuestas; nadie niega que estas plantas estan sujetas á vivir y á morir; es pues necesario que el tejido celular esté dotado de facultades vitales. Por entre las celdillas sube la savia, y en su superficie interna ó externa se forman los jugos mas complicados, y donde se depositan comunmente los productos sólidos de la vegetacion. Es pues probable que las celdillas y los vasos tubulados que parecen provenir de ellas, sean el asiento principal de la vida. La gran elasticidad de las tráqueas, que puede hacer crecer en alguna propiedad vital, es únicamente una propiedad del tejido, porque dura mucho tiempo despues de la muerte de los vegetales. Las celdillas por el contrario, parecen dotadas durante la vida, de una frescura y flexibilidad, que desaparece con la muerte.

Knight y De Candolle atribuyen á las celdillas vivas la facultad de contraerse y dilatarse de una manera casi imperceptible para nosotros, pero que bastaría sin embargo para facilitar la circulacion de los fluidos durante la vida, tanto en el interior como en el exterior de estas celdillas. Knight cree que la temperatura basta para causar este fenómeno; pero entonces se pregunta por qué no sube la savia en un árbol muerto, sometido á todas las variaciones de temperatura. De Candolle admitiendo asimismo la necesidad de un movimiento interior de las celdillas vivas, piensa que es un fenómeno vital, facilitado por el calor, la luz y la electricidad. Como pruebas de la existencia de este movimiento cita los hechos siguientes: 1.º el aceite volátil de las hojuelas del *schinus molle* sale debajo del agua por movimientos intermitentes, como si las celdillas se contrajeran para arrojar el líquido; 2.º si se irrita la cutícula de las partes superiores del tallo ó de las brácteas de la lechuga ó de otras chicoriáceas, se ve salir el jugo lechoso del tejido celular á golpecitos; 3.º la membrana interna de los granos del polen sale bruscamente; 4.º cuando se corta un tallo de euforbio ó de cualquier otro vegetal lechoso, aun un vegetal lechoso, se ve al jugo blanco salir á un tiempo por las dos cortaduras, cualquiera que sea la posicion, vertical ú horizontal de la planta; la leche sale de abajo arriba como de arriba abajo, lo que demuestra que es impelida por una fuerza interior; 5.º segun los experimentos de Van Marum y de Humboldt, el jugo lechoso de los euforbios no corre cuando se corta la planta despues de haber sido muerta por una conmocion eléctrica, y la electricidad destruye la contractibilidad del tejido de los animales; 6.º los venenos afectan del mismo modo las celdillas de los vegetales lechosos; 7.º los movimientos de los glóbulos interiores de los *chara* son producidos segun De Candolle, por una contraccion vital de las celdillas.

Otros muchos hechos tienden á probar la excitabilidad vital de las celdillas y sobre todo de las que son jóvenes y blandas. Así, la sucesion de las raíces se opera por las extremidades ó esponjuelas, que estan desprovistas de vasos y de traqueas, pero donde las celdillas son muy frescas, porque las raíces crecen por estas extremidades. Los chupadores de las plantas parásitas y los estigmas, son puntos que absorben fácilmente los líquidos, y que no se componen mas que de celdillas que no estan cubiertas de cutícula. Los líquidos circulan independientemente de la posicion de los órganos y contrariamente á la ley de la gravedad en muchos casos; las yemas y retoños compuestos de órganos nacientes llaman hácia sí la savia con

mucha fuerza. Estos son otros tantos fenómenos de la vida vegetal en que el tejido celular hace un papel importante.

## ARTICULO III.

## DE LAS CAUSAS QUE MODIFICAN LA EXCITABILIDAD VEGETAL.

El momento en que las células poseen en el mas alto grado los caracteres que distinguen la vida, es aquel en que son jóvenes. Despues se cubren de materias leñosas ó terrosas, de fécula, de crómula, etc., lo cual contribuye sin duda á disminuir su excitabilidad; las células del leño, comparadas con las de la albura, manifiestan perfectamente esta transformación.

La sequedad del tejido celular contribuye como la edad, á disminuir su vitalidad; así, los penachos de las compuestas, los pelos endurecidos, las membranas de las cápsulas maduras, apenas presentan excitabilidad; son tejidos casi muertos. La humedad puede volver la vida á una membrana seca que no esté enteramente muerta, pero hay un punto de desecación en que esto ya no es posible. Hay algunos venenos narcóticos que disminuyen la vitalidad de las células.

Por el contrario hay agentes que excitan mas ó menos el tejido de los vegetales vivos; estas son la luz, el color, la electricidad, ciertos gases y ciertas acciones mecánicas.

La luz determina los fenómenos mas importantes de la vida de los vegetales, ella es la que hace que el tejido celular descomponga el gas ácido carbónico del aire, y que los estomas se abran para dejar escapar

la humedad sobrante y establecer una comunicación del exterior al interior del tejido. Los fenómenos devidos á la luz son tan importantes, que los vegetales no pueden vivir en una oscuridad prolongada.

El calor produce efectos puramente físicos, como aumentar la evaporación, dilatar las células, etc. Tiene tambien influencia sobre la vida, porque al empezar la primavera, por ejemplo, determina la evolución de las yemas y la subida de la savia, pudiendo decirse que saca á los vegetales del letargo en que los tenia el invierno.

Algunos hechos pueden hacer creer que la electricidad acelera la vegetación así como ciertas sales ó gases puestos en contacto, sea con las semillas, sea con los órganos foliáceos.

Una cosa mas cierta y mas difícil de comprender es que los golpes repetidos en un mismo punto, las picaduras de insectos y otras lesiones puramente mecánicas, aumentan la vitalidad en el órgano que afectan; es sabido que los frutos agusanados, ó picados por insectos, maduran los primeros. La picadura de los estambres del *berberis*, el simple tacto de la sensitiva ó de las hojas de *dionaea*, producen efectos notables que parecen algo mas que simple excitabilidad y que muchos autores comparan á la irritabilidad de los músculos.

En resumen, las facultades vitales de vegetales dependen de la constitución propia de las células ó vasos, y notablemente de su grado de juventud y frescura, así como de los agentes exteriores que activan mas ó menos la vitalidad de los órganos. Esta vitalidad combinada con las propiedades puramente físicas ó químicas de los tejidos y de todos los cuerpos, sirve para explicar los fenómenos de la vegetación.

## PARTE SEGUNDA.

## De la nutrición.

## CAPITULO PRIMERO.

## DE LA NUTRICION DE LOS SERES ORGANIZADOS EN GENERAL.

Los fenómenos naturales que componen la nutrición de los seres organizados dan por resultado el desarrollo y mantenimiento de los individuos, así como la reproducción perpetua la especie. De Candolle ha hecho observar que la nutrición se divide en los dos reinos orgánicos en siete períodos ó clases de fenómenos y aun se ha servido de ellos para establecer un orden muy sencillo en la descripción de los hechos. He aquí los siete períodos de la nutrición.

1.º La materia sólida ó líquida que sirve de alimento al animal ó vegetal, entra por uno ó muchos orificios. En la mayor parte de los animales, la abertura (la boca) es única, pero hay sin embargo animales inferiores, los rizostomos, que tienen varias. En los vegetales, las esponjuelas son ordinariamente múltiples, y cada una se compone de un gran número de aberturas muy pequeñas.

2.º El alimento pasa á los órganos que deben elaborarlo, es decir modificarlo para que pueda efectivamente servir para la nutrición; en los vegetales este trayecto se verifica directamente por la raíz y el tallo; en los animales hay ademas cavidades especiales, como estómagos é intestinos donde el alimento es detenido y sufre la primer modificación. La parte no nutritiva es arrojada (los excrementos), y el resto continúa su marcha con el nombre de quilo.

3.º El alimento bajo la forma líquida, á saber; el quilo en los animales, y la savia en los vegetales, llega cerca de la superficie, ó por lo menos se pone en contacto con el aire exterior. Una parte de él se evapora, ya sea en los dos reinos por la transpiración de todas las superficies, ya en los animales superiores, por la transpiración abundante de los pulmones, y en los vegetales vasculares, por la exhalación de las hojas.

4.º La materia alimentaria, haciéndose menos líquida, es modificada químicamente por el aire atmosférico; en los animales aumenta la proporción del oxígeno; en los vegetales la del carbono. Esta diferencia concuerda bastante con la energía, la actividad y la movilidad de los unos, comparadas á la fijeza y la inmovilidad de los otros. La operación química en que el aire da á cada uno lo que necesita, se verifica en los animales y los vegetales superiores; en los

pulmones, las branquias, ó las hojas; en los demás, ya en las cavidades ó conductos aéreos adonde el aire va á buscar los fluidos, ya en toda la superficie exterior.

5.º El jugo alimentario por efecto de las operaciones anteriores, se vuelve muy nutritivo; en los animales toma el nombre de sangre y en los vegetales el de cambium, y se deposita en el tejido por medio de una circulación mas ó menos extensa.

6.º Una porción de las moléculas elementales que contiene es depositada de tal manera, que pueden mezclarse con la savia ó con la linfa, y ser asimismo transportadas por ella de un órgano á otro; así se forma la grasa de los animales, y los tubérculos cotiledones carnosos, receptáculos, y otros depósitos carnosos en los vegetales.

7.º Ciertos órganos particulares, llamados glándulas, pueden extraer del jugo nutritivo sustancias muy variadas; lo cual constituye las secreciones. Aquellas cuyos productos son arrojados al exterior, como la orina, se llaman secreciones *excrementicias*; las otras cuyos productos permanecen en el interior, y aun son útiles como la saliva, la bilis, son llamadas *recrementicias*. Esta distinción es menos clara en los vegetales.

Las siete clases de fenómenos que acabamos de enumerar formaran otros tantos capítulos.

## CAPITULO II.

## ABSORCION DE LA SAVIA POR LOS VEGETALES VASCULARES.

## ARTICULO PRIMERO.

## DEL MODO DE VERIFICARSE LA ABSORCION.

No estando los vegetales dotados de la facultad locomotiva, no pueden existir sino en virtud de una organización, por medio de la cual se apoderen, fácilmente y en todas partes, de las materias propias para alimentarlos.

El agua, sustancia seguramente muy comun en la naturaleza, les sirve de alimento, ya sea por sí misma, ya por los cuerpos extraños que tiene en suspensión ó en disolución; y es absorbida con facilidad por las extremidades celulares de las raíces, que se llaman *esponjuelas*.

Sin duda el tejido de todos los órganos puede absorber cierta cantidad de agua. Es sabido que hay vegetales parásitos desprovistos de raíces, que absorben la savia de otros vegetales por medio de una adherencia completa del tallo de las dos especies. Se sabe tambien que algunas ramas cortadas y metidas en agua absorben una cantidad de este líquido suficiente para que su vida se prolongue algunos dias. Se ha probado asimismo que las hojas colocadas sobre el agua, principalmente por el lado en que hay mas estomas, se conservan frescas por mucho tiempo; en virtud de una absorción local. Despues de una larga sequía, las hojas absorben en cantidad notable las primeras gotas de la lluvia, y los *tillandsia*, los *epidendrum* y otras orquídeas, viven fácilmente en una atmósfera húmeda, aun sin tener raíces en la tierra, gracias á una absorción lenta y habitual de la humedad por las hojas. Todos estos hechos son verdaderos é interesantes, pero son excepciones en las leyes generales de la nutrición.

Las esponjuelas por el contrario, son los órganos que en el curso regular de las cosas y la gran mayoría de los vegetales, absorben los líquidos necesarios para la vida; y esta función la desempeñan con una energía de que no pueden dar una idea las otras par-

tes de la planta. Bajo este aspecto solo pueden comparárselas los chupadores de algunas plantas parásitas, y el estigma, en ciertos momentos de su existencia. La facultad absorbente de las esponjuelas depende evidentemente de la capilaridad y la higroscopiedad de su tejido, que se renueva siempre, en atención al crecimiento de las raíces por su extremidad. La contractilidad vital es quizá necesaria para explicar el aumento de actividad de las esponjuelas al empezar la primavera.

## ARTICULO II.

## DEL LÍQUIDO ABSORBIDO POR LAS ESPONJUELAS.

Las esponjuelas absorben todos los líquidos, en proporción solamente de su grado de pureza. Saussure ha observado, por ejemplo, que cuando se sumergen raíces en agua gomosa, azucarada, salina, etc., el líquido se espesa mas que por el efecto de la simple evaporación, lo que prueba que la parte mas líquida ha sido absorbida. Tambien ha visto que los líquidos perjudiciales á la planta, como el sulfato de cobre, son absorbidos en mayor proporción que los líquidos mas viscosos que contienen materias nutritivas ventajosas á la planta, como la goma, el azúcar, etc. Lo mismo sucede con las aguas cargadas de sustancias pulverulentas en suspensión; las mas cargadas son absorbidas con mas dificultad; el agua de estiercol, por ejemplo, no se absorbe como el agua pura, y aun parece que las partículas carbonosas que contiene, obstruyen á veces los meatos intercelulares, porque algunas veces se ve á los árboles morir cuando se deja estancada alrededor de ellos mucha agua cenagosa.

Las esponjuelas, obran pues, de una manera puramente mecánica absorbiendo no lo que conviene á la planta, sino lo que mejor se presta á pasar entre sus células, lo mismo sucede respecto á la absorción que se verifica por medio de las ramas cortadas, las hojas, y cualquier otro órgano puesto accidentalmente en contacto con un líquido.

No debe creerse sin embargo que las esponjuelas absorben únicamente el agua, y separan de este líquido todo lo que es extraño; este es un error que habian acreditado algunos experimentos antiguos é inexactos de Van Hekhout, y que Duhamel y Bonnet han combatido con hechos incontestables. Estos autores han demostrado que las plantas regadas con agua destilada no prosperan, y que las semillas ó tubérculos colocados en vaso cerrado, con agua destilada únicamente, no pueden pasar de un desarrollo imperfecto.

La análisis química de los vegetales demuestra, que contienen una infinidad de sustancias que el agua destilada y el aire no pueden suministrarles. Tales son el carbono y las tierras de que se compone la mayor parte del tejido, y los metales de que se encuentra una corta proporción.

Su presencia en los vegetales se explica por el hecho de que los líquidos absorbidos nunca son agua pura; las esponjuelas absorben mas ó menos las materias disueltas en el agua, y esta no existe en la naturaleza en un estado completamente puro; el agua de lluvia que es la que mas se aproxima á la destilada, contiene alguna mezcla, en particular ácido carbónico. Esta sustancia, esparcida en el aire, muy abundante en los restos de materias animales y vegetales, tiene una gran afinidad con el agua, y constituye la parte mas útil de los abonos. El agua, tal como existe en la tierra, contiene tambien aire atmosférico (oxígeno y ázoe), carbonatos de sosa, de potasa, de cal, etc., en mayor ó menor proporción. Los óxidos metálicos y la sílice, son tambien solubles en el agua, en débiles dosis sin duda, pero suficientes para comprender cómo entran estas materias en los vegetales.