

de agonía; el tallo se convierte en vivero de innumerables animales que le carcomen interiormente, pulverizando el corazón de la madera, y cuando los vientos mecen suavemente las ramas vestidas de hojas, favoreciendo sus funciones, los troncos carcomidos se deshacen, y en el suelo que antes protegió el gigante de las selvas sólo queda un montón de astillas y de polvo, que más tarde será convertido por las plantas herbáceas en substancia asimilable, en materia viva. Esta es la ley de la Naturaleza.

## FILOGENIA

### CAPÍTULO NOVENO

#### EVOLUCIÓN DE LOS VEGETALES Á TRAVÉS DEL TIEMPO

GENERALIDADES. — Para formar idea del mundo vegetal no basta estudiar las plantas en detalle, examinar cómo se hallan organizadas, de qué modo funciona su organismo y cómo se desenvuelven; es preciso tomar puntos de vista sintéticos, abarcar el conjunto, para que de este modo pueda verse como en la Naturaleza se enlazan los seres todos, de qué manera se suceden en el tiempo las formas, eslabonando las de hoy con las de ayer y las de mañana, cuál es la causa de esa variedad que tanto relieve tiene en los vegetales.

Los estudios histológicos, morfológicos, anatómicos y fisiológicos, aun cuando en ellos pueden hacerse grandes generalizaciones y en los hechos resalte la unidad del plan vegetativo, tienen un sello marcadamente analítico. La síntesis se impone algo más en la Ontogenia, y sobre todo en esta parte se manifiesta mejor la relación entre los vegetales por lo que á la génesis se refiere, el encañamiento de las formas todas. Es que en la Ontogenia se ve con claridad el influjo de la herencia, y la herencia propaga lo que el tiempo consolidó; cuanto con más eficacia obra, mejor denuncia la unidad fundamental; en los caracteres más antiguos, que revela, siquiera fugazmente, la embriología, puede hallarse el abolengo lejano de las formas actuales.

La Filogenia es de los estudios sintéticos el más trascendental; así como la Ontogenia pone ante el observador el desenvolvimiento de un ser, la Filogenia ha de manifestarle el proceso de la evolución



orgánica en las formas que han recibido el nombre de vegetales; en este proceso ha de verse la filiación de cada organismo, los antecesores de una forma determinada, las afinidades entre las floras que han ido sucediéndose en la superficie del Globo.

Por ser trascendental, es difícil; para trazar la marcha de la vida en el tiempo, señalando la sucesión de las formas, es preciso conocer todas éstas ó gran parte de ellas, y no puede hoy decirse que se conozcan todas las formas vegetales que existen ó han existido; hay en la Paleontología vegetal grandes lagunas; hay también en la Tierra muchas regiones por explorar científicamente, mucho más bajo el punto de vista paleontológico. Sin embargo, se ha fundado la Filogenia con abundantes materiales, quizá suficientes para afirmar, sin gran error, la marcha general; insuficientes desde luego para trazar detalladamente el cuadro que se intenta construir como desiderátum de esta clase de estudios.

Para el enlace de los organismos actuales disponemos de datos numerosos que todas las partes de la Botánica nos suministran; para enlazar los vegetales del pasado tenemos tan sólo los datos de la Fitopaleontología. Fósiles vegetales, son muchos los que se conocen; impresiones de órganos diversos pueden recogerse á cada paso, y hay terrenos, como los carboníferos y algunos terciarios, en que abundan extraordinariamente.

Los materiales se encuentran distribuidos en una multitud de trabajos parciales y en libros voluminosos; recordemos entre los cultivadores de la Fitopaleontología á Brongniart, Göppert, O. Heer, Ettingshausen, Unger, Schimper, Saporta, Nathorst y Grand-Eury.

No bastan los datos paleontológicos; cuestiones de carácter general, que se relacionan con la vida de los seres actuales, han de tenerse en cuenta para delinear la filogenia vegetal, si no se quiere cometer error, cuestiones que aluden á las relaciones de la planta con el medio, á los esfuerzos de adaptación que el organismo se ve precisado á hacer. Una de las más interesantes es la relativa á la regresión que algunos seres sufren al adaptarse á medios que no les son propios ó les son desfavorables.

La sucesión de los organismos no siempre es progresiva; hay progreso en el conjunto, pero puede haber movimiento regresivo

en algún detalle, y al adaptarse los seres que han sufrido la metamorfosis regresiva, pueden originar un curioso grupo de organismos que parezca no tener relaciones de afinidad con ningún otro, pues de todos se halla distante. Dos ejemplos podemos citar: en los terrenos geológicos aparecen antes las algas que los hongos, y se cree que muchos de éstos pueden derivar de aquéllas por una regresión impuesta por el parasitismo; ya hemos visto que el parasitismo es capaz de motivar un gran polimorfismo é imponer á ciertos vegetales una especie de emigración. El otro ejemplo le proporcionan las monocotiledóneas; algunos autores han creído que estas fanerógamas eran el lazo de unión de las gimnospermas y las dicotiledóneas; sin embargo, la opinión de los botánicos modernos acepta que son dicotiledóneas degeneradas.

La prueba de que se vencen, gracias al progreso de la Ciencia contemporánea, las dificultades más insuperables, es que se han publicado obras que abarcan la evolución vegetal en conjunto, obras que han tenido feliz éxito y en las que el problema ha sido en su mayor parte resuelto; ejemplo de ello son los libros de Saporta y Marión (*L'évolution du regne végétal*, tres volúmenes).

Se ha logrado en la Botánica tanto ó más que en la Zoología; la obra citada y las de Gaudry respecto al encadenamiento de los animales, tienen cierta semejanza é indican un progreso idéntico en la una que en la otra rama de la Biología. En cierto modo favorece al estudio de los vegetales el que la mayor parte de éstos hayan vivido sobre la Tierra, mientras en los animales sucede lo contrario, la mayor parte han vivido en las aguas. Esta diferencia de medio es trascendental, y puede explicar las diferencias en el plan general orgánico.

En la apreciación del valor que puedan tener las impresiones vegetales halladas en los terrenos geológicos, conviene tener en cuenta una enseñanza de carácter general que se deduce de la discusión habida entre dos ilustres fitopaleontólogos, Saporta y el profesor de Stokolmo Dr. Nathorst, acerca de la naturaleza de las impresiones llamadas *bilobites* ó *crucianas*. El primero de dichos autores las considera como algas primitivas, pues se encuentran en el terreno silúrico (en Almadén son frecuentes), y el segundo cree formadas dichas impresiones de un modo mecánico al caminar



ciertos animales sobre los sedimentos blandos. Para no caer en el error, es preciso depurar todas las cuestiones, aun aquéllas que parezcan de menor importancia y de ninguna trascendencia. Podrán los bilobites ser algas como Saprota quiere, pero no puede negarse que Nathorst ha puesto fuera de duda un hecho: que muchos animales pueden dejar sobre el suelo blando estrías é impresiones, y por un proceso muy natural llega á formarse un relieve estriado, de forma bien definida, que asemeja la impresión de un alga.

En la imposibilidad de trazar aquí extensamente la evolución de los vegetales, objeto de este capítulo, reseñaremos á grandes rasgos la sucesión de estos organismos en los tiempos geológicos con los datos que los fósiles proporcionan.

ORIGEN DE LOS VEGETALES.—Concuerta el que actualmente tienen todos los individuos que nacen, con el que tuvieron los primeros que en el tiempo se formaron. Una planta cualquiera, de complicado organismo, se origina por la segmentación y diferenciación sucesiva de la célula embrionaria. Esta es en último caso un glumérulo de protoplasma muy activo, encerrado en la membrana que él mismo se fabrica. Las criptógamas más sencillas no derivan de la célula siempre, pero en todos los casos derivan de una porción protoplásmica que se diferencia más ó menos.

En este principio convienen todas las plantas; la primera manifestación del árbol más corpulento es el protoplasma, como lo es de la más rudimentaria criptógama, del hongo más sencillo y ruin, del helecho más elegante ó de la más soberbia palmera. El mismo es el punto de partida de todos los organismos; es éste un hecho indudable.

Es un hecho también que difieren muy poco los vegetales protofitos y los animales protozoos, que hay identidad casi absoluta en las manifestaciones primeras de la vida. Si comparamos el enlace de las formas orgánicas con el de las ramificaciones de un árbol, que parten todas de un mismo tronco, y juzgando que el tronco común es el protoplasma y de él parten dos gruesas ramas divergentes, una que representa á los vegetales y otra á los animales, comprenderemos con facilidad que la razón, el fundamento y el origen de la división de los dos grupos estará en el punto en que

las ramas nacen; siendo divergentes, la más leve separación es la base de grandes diferencias futuras. Un detalle insignificante que en un momento del tiempo marque un nuevo rumbo, puede ser causa de una separación morfológica cada día más radical. Así, las grandes diferencias que hoy se observan entre los seres zoológicos y los seres botánicos fueron en su origen tan insignificantes, que el nacimiento de la gran rama de los organismos vegetales fué motivado por un fenómeno sencillísimo de adaptación al medio.

En los protistas — dicen Saprota y Marión — hay adaptaciones y diferenciaciones de diversos géneros, pero que no llegan jamás á constituir estados celulares permanentes. Siempre se manifiesta el estado amibóideo en un cierto momento de la existencia. Hay modificaciones que aproximan los protistas á la vida vegetal; en cambio, puede decirse que *el protoplasma de aquellos seres rudimentarios se afirma en el sentido animal acentuando su irritabilidad*.

Se comprende — siguen diciendo aquellos autores — que la masa protoplásmica puede definir sus contornos por la secreción de una membrana periférica rígida. Por otro lado, puede aparecer, por la transformación del protoplasma mismo, una substancia especial, la clorofila, que sea causa de que se produzcan inmediatamente una serie de funciones fisiológicas nuevas. Toda la característica de la vida vegetal se realiza de hecho en la célula, rodeada de una membrana, y con su contenido protoplásmico y clorofilico. Ya sabemos que la clorofila es una simple diferenciación protoplásmica que da lugar á que se formen los leucitos activos.

El protoplasma es hoy en la ontogenia la primera manifestación de la vida orgánica; en el tiempo debió suceder lo propio. Los mares primitivos, con el agua densa, con productos numerosos disueltos y una temperatura considerable, eran campo abonado para esa transformación trascendental de los cuerpos ternarios en cuaternarios y albuminóideos, base de la formación del protoplasma, y éste debía abundar en aquellos mares; él era el único representante del mundo orgánico, cuya variedad sorprende hoy.

En el plasma primitivo la diferenciación de la membrana tenía que ser sumamente fácil; un cambio de circunstancias exteriores, el contacto mayor ó menor con la atmósfera, pudo hacer que la materia albuminóidea, para defenderse, se rodeara de una mem-



brana. Cuando á la materia orgánica amorfa siguieron los protistas, en éstos se manifestaron las dos tendencias antes indicadas; se acentuaba la irritabilidad, el movimiento era mayor, el protista ingresaba en el mundo de los animales; por el contrario, para huir de circunstancias externas desfavorables, el protista engendraba una membrana, se hacía menos sensible su periferia y por ende se inclinaba á la vida sedentaria, ingresaba de hecho en el mundo vegetal.

Los primeros vegetales se formaron, pues, en las aguas y los grupos inferiores en el mar hallaron su desenvolvimiento; los protofitos más genuinos, las algas actuales, son acuáticos, en su mayor parte marinos; en su origen lo eran todos.

No es fácil obtener pruebas directas de la existencia de los primeros seres orgánicos; la materia de que estaban constituidos es la menos á propósito para la fosilización; compréndese sin gran esfuerzo que no sea posible obtener restos pétreos de la clara de huevo que reproduzcan las condiciones y la forma de esta substancia, y la clara de huevo ofrece mucha semejanza con el protoplasma; quienes conozcan lo que son las algas más rudimentarias, no dudarán de que era imposible una fosilización semejante á la que han sufrido otros seres vegetales posteriores. Aunque el problema tuviera dificultades que parecían insuperables, no ha quedado por resolver. Si no han podido hallarse en los terrenos arcáicos impresiones de las algas primitivas, se han hallado muestras de su existencia.

Conviene los geólogos en atribuir un origen orgánico á los restos carbonosos que en diferentes terrenos geológicos se encuentran; conviene también en que los carbones forman una serie que comienza en la turba y termina en el diamante; allí donde se encuentra uno de los carbones de la serie, ha existido previamente el organismo, de ordinario vegetal, que motivó su formación.

Entre los gneis del terreno laurentino se hallan, y no con extraordinaria rareza, el betún, el asfalto, la antracita y el grafito; estos minerales no pueden atribuirse á otra causa que á la descomposición, en determinadas condiciones, de la materia orgánica que formaba los protistas, por los que se inició la vida en aquella edad remotísima.

Como afirmación definitiva respecto á este punto, decía en mi libro *Tratado elemental de Geología* (Barcelona, 1890): «El betún, el asfalto, la antracita y sobre todo los numerosos pequeños depósitos de grafito que se encuentran entre los gneis del terreno laurentino, no pueden atribuirse sino á un origen orgánico; son seguramente los restos de las algas primitivas, el resultado final de la carbonización de éstas.»

Cítase por algunos autores la presencia en el diamante de ciertas algas de las más rudimentarias (Göppert), referibles á los *Protococcus* de hoy. De confirmarse este hecho nos indicaría la naturaleza morfológica de las algas primeras. No hay sobre este asunto datos positivos, si no es el ya afirmado de que eran cuerpos protoplásmicos marinos escasamente diferenciados; algas bien definidas sólo se encuentran en los sedimentos de las formaciones silúricas.

DOMINIO DE LAS TALOFITAS. — Pronto debieron extenderse por el primitivo Océano las formas de protofitos sumergidos ó flotantes por las que la vida vegetal se inició; las condiciones eran bien favorables para que aquellas talofitas dominaran; durante mucho tiempo fueron los únicos vegetales que existían. La primera diferenciación les dividió en dos categorías, y fué motivada por la emergencia de algunas tierras; algunas algas debieron acomodarse á vivir fuera de las aguas, estableciéndose en las tierras emergidas; las otras continuaron viviendo en el seno del Océano.

Dominaron las algas todo el tiempo de las formaciones silúricas; en las superiores de éstas se han hallado ya restos pertenecientes al tipo de las criptógamas vasculares; en el terreno devónico comienza el dominio de estas últimas, y llegan al período álgido durante los tiempos carboníferos. Sin embargo, las algas continuaron dominando en las aguas, y en los Océanos tienen aún preponderancia; ya veremos que los tipos de hoy son bastante diferentes de aquellos á que pertenecen las algas paleozóicas.

Saporta divide desde luego los tipos de la flora marina primitiva en dos grupos: uno que pertenece exclusivamente á los tiempos silúricos; el otro que, apareciendo entonces, ha prolongado su existencia, sin sufrir grandes cambios, hasta períodos muy lejanos. En la primera categoría incluye á los géneros *Bilobites*



Dekay (*Cruziana* D'Orb.), *Fræna* Rouault, *Chrossocarda* Schimp., *Arthrophyucus* Hall. (*Harlania* Göpp.) y *Eophyton* Torrell.; todos ellos poseen organización idéntica, si bien difieren por caracteres genéricos y aun quizá de familia. En la categoría segunda se comprenden las algas conocidas con el nombre común de *alectorurideas*, además de las *paleoficeas* y de las *condriteas*. Excepción de algunas de estas últimas que tienen cierta remota semejanza con determinadas florideas actuales, ninguno de los tipos paleozóicos tiene representación en las floras de nuestro tiempo.

Conviene advertir aquí algo acerca de que hemos hecho una indicación anteriormente. No todos los fitopaleontólogos aceptan la naturaleza vegetal de los restos que Saporta considera como algas de la primera de las categorías que establece; por el contrario, hay quien cree (Nathorst) que aquellos restos son impresiones dejadas por los crustáceos ú otros invertebrados análogos al caminar sobre terrenos blandos (*Bilobites*, *Chrossochorda*, etc.) ó estrías producidas por cuerpos inertes arrastrados sobre el fondo del mar por el movimiento de las olas (*Eophyton*, *Spyrophyton*, etc.).

Con verdadero ardor ha seguido Saporta defendiendo su criterio, creyendo substancial y de gran trascendencia filogénica la declaración de que los bilobites y los restos análogos son representantes de las algas paleozóicas más antiguas. Con pacientísimas experimentaciones, hechas principalmente valiéndose de crustáceos del género *Idotea*, Nathorst ha combatido la opinión del sabio fitopaleontólogo francés, y muestra á los que se honran visitándole allá en su renombrado laboratorio de la Academia de Ciencias de Estokolmo, los moldes obtenidos artificialmente por el caminar de los crustáceos mencionados, y que asemejan en pequeño á los bilobites silúricos. En la discusión terció el distinguido geólogo portugués Sr. Delgado, aduciendo razones nuevas en apoyo del criterio de Saporta, y en el terreno silúrico de Almadén se han recogido ejemplares cuya estructura es idéntica á la del *Arthrophyucus Harlani* Hall., reconocida por todos como vegetal.

Los géneros motivo de la discusión indicada son todos del silúrico. Las algas paleoficeas (*Palæophycus*) comienzan en el silúrico inferior y alcanzan hasta la base del plioceno; tienen los filomas simples y tubulosos, ó subdivididos en segmentos cilindróideos

siempre poco numerosos y obtusos en la extremidad; ofrecen el aspecto de las caulerpeas actuales.

Algas paleozoicas son también las *alectorurideas*; alcanzan sin embargo hasta los terrenos terciarios; el género *Taonurus* ha sido hallado en el mioceno superior de Alcoy. Los géneros *Alectorurus* Schimp., *Spirophyton* J. Hall. y *Physophycus* Schimp., son paleozoicos y fueron observados primeramente en América. Es muy curiosa la forma de estas algas, por el sinnúmero de estrías que presentan y el contorno con un ribete especial; se le ha comparado á la impresión que dejaría sobre un suelo blando el paso de una escoba. Saporta y Marión creen que pueden referirse á las algas codieas y udoteas actuales.

Las *condriteas*, que adquirieron extensión en los terrenos paleozoicos, disfrutaron como las anteriores larga longevidad, pues no desaparecen hasta los tiempos terciarios. Por su aspecto, que permanece uniforme al través de tanto tiempo, se asemejan á las gigantinas actuales, pero un estudio más profundo ha hecho que se les relacionara con las algas del género *Codium*, algunas de las cuales han producido en terrenos recientes impresiones idénticas á las de condriteas. Tienen éstas un talo á veces muy ramificado, con ramillas cilindróideas de terminación obtusa.

Dominaron las algas todo el tiempo silúrico, y en los mares continuaron y continúan dominando con relación á los otros vegetales. No obstante, en las tierras emergidas, á fines del período silúrico, aparecieron las criptógamas vasculares, cuyos restos han sido hallados en la América del Norte, en Inglaterra y en Bohemia.

Comparando la sucesión de las criptógamas en los tiempos primeros con la serie que marca el desenvolvimiento de las actuales, obsérvase que en el pasado faltó el tipo intermedio de las *muscíneas* que liga hoy á las algas superiores con las criptógamas vasculares. Puede explicarse el hecho de varias maneras: por la dificultad de fosilización de los musgos y de las hepáticas, ó porque éstas sean una rama derivada de las algas primitivas que se habituaron á la vida terrestre y llegaron á la forma de muscíneas tras de larga evolución, mientras otras algas caminaron en su transformación más de prisa. Pudo también existir algún tipo colectivo de algas, de las