

tico á aquél de que procede. La fecundación tiene lugar en el agua; los anterozoideos se aproximan á las oosferas, las rodean é imprimen movimiento, penetran en su interior y las convierten en *oosporas*, en verdaderas células embrionarias.

Las oosporas tardan poco en rodearse de una membrana celulósica; después se alargan en un sentido (fig. 71) y las prolongaciones se ramifican; por algunas de ellas se pegan á las rocas de los bajos fondos marinos, y desenvolviéndose dan lugar á la formación de un *Fucus vesiculosus*, comenzando

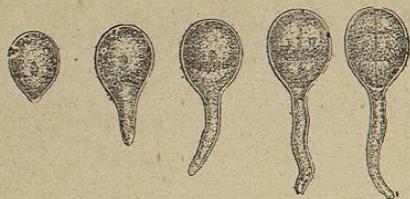


Fig. 71. - Esporas de *Fucus* en germinación.

por formar un talo en el que las células se agrupan disponiéndose en dos capas distintas, una central medular, constituida por células alargadas, y otra externa cortical de células isodiamétricas.

Más que en la estructura anatómica y en la diferenciación morfológica, hallamos un progreso marcado en el *Fucus* descrito por lo que se refiere á la diferenciación de los órganos reproductores. De la generación asexual por la que el *Agaricus* se reproduce, á la sexual del *Fucus* hay bastante distancia.

La reproducción de este último nos sugiere algunas observaciones fundamentales. En primer término vemos que los órganos reproductores de los dos sexos son enteramente iguales é idéntico el origen de los gérmenes masculinos y femeninos; este mismo hecho ocurre siempre. Proceden anterozoides y oosferas de células apendiculares epidérmicas, pues son de las que forman las ramas de los pelos del conceptáculo; adquiere el pelo por este hecho una gran importancia, en que se fundan los botánicos modernos para considerarle como uno de los tipos morfológicos del organismo vegetal. La diferencia entre los gérmenes masculinos y femeninos está en la forma y en la movilidad: éstos son inmóviles, aquéllos se mueven con rapidez.

El movimiento de los anterozoideos en el agua por medio de sus dos cirros vibrátiles opuestos, parece caso extraordinario á quienes afirman que no son los vegetales capaces de una movilidad tan grande como la que tienen los grupos inferiores de

los animales. La materia protoplásmica es susceptible de amplios movimientos, lo mismo en el mundo vegetal que entre los animales.

La función reproductora en el caso de la existencia de sexos, es un fenómeno sencillo que tiene por imprescindible punto de partida la fecundación. Ésta consiste en una conjugación celular semejante á las estudiadas en lugar oportuno.

El *Fucus* es tipo de un buen número de algas que viven en los mares.

II. - MUSCINEAS

(Estudio de la *Funaria hygrométrica*)

APARATO VEGETATIVO. - El musgo, que tomamos como tipo de estudio, es muy fácil de adquirir; vive en abundancia sobre las paredes y los tejados, favoreciéndole la humedad, sin la que no puede desarrollarse. Es una plantita de color verde que alcanza hasta la altura de un decímetro y vive siempre reunida á multitud de individuos de su misma especie, formando esas masas verdosas que á veces tapizan por completo la parte superior de los paredones derruidos y en el campo la superficie de los montículos al lado de los caminos y en los desmontes de los ferrocarriles.

Aislada una de las plantitas y separándola cuidadosamente del suelo, se la encuentra formada de las partes siguientes (fig. 72): un tallo vertical, cilíndrico, corto, que no tiene ramificaciones; en la parte inferior se prolonga en una raicilla filamentosa y lateralmente se halla cubierto de hojuelas verdes, aplicadas al tallo, imbricadas, ovales, cóncavas hacia la parte interna, agudas en la extremidad. En la parte inferior del tallito, las hojas se hallan algún tanto separadas, pero en la parte superior se disponen en una roseta, del centro de la cual, en las épocas en que la planta fructifica, nace el pedículo que sostiene á los órganos reproductores. El tallo no suele ser del mismo grosor en toda su extensión: es más grueso en la parte media y se adelgaza hacia los dos extremos; el diámetro depende de la edad; hay musgos en que este tallito se ramifica.



Fig. 72. - Aparato vegetativo de un musgo (*Bryum*).

Esta morfología da á la *Funaria* el aspecto de una planta superior, pues aun cuando en la anatomía, como ahora veremos, difiera mucho de los vegetales superiores, en apariencia tiene tallo, raíz, hojas y aun fruto. Este, en primavera y estío, aparece formando una capsulita al extremo del pedículo que arranca del centro de la roseta de hojas.

La estructura del tallo en la *Funaria* muestra un progreso grande relativamente al observado en el *talus* del *Fucus*. Si damos un corte transversal á un tallito adulto, encontraremos tres zonas distintas: una externa, cortical, que está formada por células de paredes resistentes de coloración rojiza y constituyen un aparato de defensa; siguen muchas filas de células redondeadas, cuyas paredes tienen escaso espesor, generalmente incoloras, constituyendo un parenquima conjuntivo; en el centro se apercibe un grupo de células muy estrechas, de paredes delgadas, que forman un haz rudimentario, una especie de cilindro axial que recuerda el aparato de sostén de las plantas superiores, ya que no el aparato conductor, porque aquí no aparecen vasos de ningún género ni nada que con ellos tenga semejanza.

La existencia de este haz rudimentario, que en algunos musgos llega á complicarse en grado mayor al indicado, ha hecho que algunos autores consideraran á estos vegetales como el lazo de unión, el término intermedio entre las plantas vasculares y las puramente celulares; usando de términos apropiados y aceptando este criterio, llamaremos *protofitos* á los vegetales que están formados únicamente de células (hongos, algas), *mesofitos* á los que como los musgos tienen un aparato vegetativo con un haz rudimentario, y *metafitos* á los que tienen haces bien definidos con su región liberiana y región vascular. Otros autores, y entre ellos Vuillemin, creen que no es posible considerar al haz de los musgos como carácter mesofítico, pues en él no hay diferenciación; parécenos que por esta causa es por lo que ha de considerarse como un estado superior al de las células longitudinales que ofrecen en el centro los talos de algunas algas, é inferior al de los haces de las criptógamas vasculares.

La parte radical que en la *Funaria* hemos observado no tiene estructura propia: está formada por pelos absorbentes que proceden de la región cortical del tallo, se dirigen en sentido vertical y pe-

netran en la tierra; no ofrece diferenciación alguna y no puede considerarse como un órgano de sostén, sino á lo sumo como órgano absorbente. Los pelos son pluricelulares y están revestidos de una membrana que suele tener color rojizo obscuro. Crecen longitudinalmente, dividiéndose por tabiques transversales y por un procedimiento intercalar. Las células contienen abundante protoplasma y gotitas de aceite. Estos pelos se ramifican profusamente, formando una diminuta cabellera.

La estructura de las hojas en los musgos, y por lo tanto en la *Funaria*, es sumamente sencilla. Están formadas de una sola capa de células jugosas,

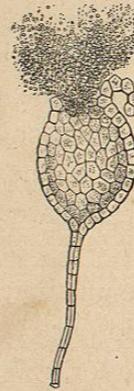


Fig. 73. - Anteridio de un musgo en su dehiscencia.



Fig. 74. - Arquegonio de un musgo.



Fig. 75. - Esporos tetraédricos de un musgo.



Fig. 76. - Corte de la cápsula de un musgo mostrando la columnilla de cuatro brazos y el saco esporífero.

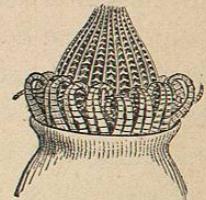


Fig. 77. - Peristoma de un musgo.

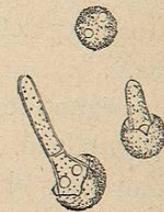


Fig. 78. - Germinación de esporos de *Funaria hygrometrica*.

llenadas de clorofila. Hacia la parte media de la expansión foliar, sobre la capa parenquimatosa, hay varias filas de elementos celulares alargados, más estrechos y de membranas algún tanto resistentes, que pueden considerarse como un haz rudimentario.

Las hojas nacen á los lados de los tallos, derivando de una célula madre que se divide profusamente.

REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO. Los órganos reproductores, que aparecen en el centro de la roseta terminal de las hojas, son de dos clases; este musgo se reproduce por generación sexual y es dioico, es decir, que están en distinta planta los órganos masculinos que

los femeninos; los primeros reciben el nombre de *anteridios*, los segundos se llaman *arquegonios*.

Los anteridios tienen forma ovóidea, se hallan formados á veces de una sola capa de células; pero generalmente hay dos, una exterior que hace el papel de epidermis y otra interna, como muestra la figura 73. Las células interiores, cuando el órgano ha llegado á la madurez, se transforman en las llamadas *células madres de los anterozoides*, que tienen forma redondeada; el protoplasma de cada una se concentra, forma un corpúsculo que resulta después un *anterozoide* ó germen masculino. Estos gérmenes, dentro de la célula madre están arrollados, pero su forma es muy alargada y constan de una especie de cabeza ovóidea, que se estrecha en una extremidad y se prolonga en una cola muy larga terminada por dos cirros vibrátiles.

Cuando han llegado á la madurez los anteridios, las células de la extremidad se separan y las madres de los anterozoides salen al exterior; si hallan un medio húmedo, alguna gota de agua, dejan escapar á los gérmenes que contienen, y éstos, dotados de movimientos muy activos, llegan á ponerse en contacto de los arquegonios.

El órgano femenino ó arquegonio tiene la forma de una botella de largo cuello. Anatómicamente (fig. 74) está formado por capas de células, en el centro de las cuales se destaca una mayor, redondeada, dos á veces, que constituye el germen femenino; antes de la fecundación se llama *oosfera*, después de fecundada *oospora*. El cuello del arquegonio se halla formado por un tejido de una sola capa de células (*células del cuello*), en medio de las cuales existe una fila de elementos celulares más pequeños y blandos (*células del canal*), los cuales desaparecen cuando el órgano ha llegado á la madurez, quedando un canalito por el cual penetran los anterozoides para fecundar á las oosferas.

Anteridios y arquegonios, se hallan en la *Funaria* mezclados los fértiles con los estériles; éstos se denominan *parafisis* y pueden también considerarse como verdaderos pelos.

La fecundación tiene lugar de modo idéntico á como se realizaba en el *Fucus*, por la fusión del protoplasma que constituye á los anterozoides con el protoplasma de las oosferas. Estas, una vez

fecundadas, convertidas en oosporas, segregan una membrana envolvente, después se segmentan hasta constituir una masa celular elíptica, que, previo un proceso ulterior, da nacimiento á un órgano que se considera por los autores como producto de generación asexual; este órgano se denomina *esporogonio* y consta de un pedicelo delgado, cilíndrico, muy elástico, que se termina por una *capsulita* á veces, denominada *esporangio*.

Al principio el esporangio se halla formado por una masa compacta de células; pero bien pronto hacia el centro de esta masa se forma un espacio vacío circular, destacándose además de las paredes una porción central; el espacio vacío es el denominado *laguna*. La masa celular del centro sufre una serie de cambios que da por resultado la aparición de dos ó tres capas de células granulosas que reciben el nombre de *células madres de los esporos*, y á la especie de membrana que les envuelve, separándoles de la laguna, se le denomina *saco esporífero*. De aquellas células proceden por doble *bipartición*, cuatro esporos tetraédricos (fig. 75), provistos de doble membrana, que asemejan mucho á determinados granos de polen por su forma y por su estructura. Queda persistente en el interior de la capa esporífera, y por lo tanto en el centro de la cápsula, un tejido que forma lo que se denomina la *columnilla* (fig. 76).

Formados ya los esporos, la cápsula, que es dehiscente, se abre, destacándose el ápice, que forma un pequeño opérculo. El borde de la boca capsular, cuando el opérculo se separa, suele aparecer dentado, se denomina *peristoma* y sus dientes constituyen un carácter muy constante para la clasificación de los musgos (fig. 77).

Abierta la cápsula, los esporos salen al exterior, y si caen en tierra húmeda y en sitio sombrío germinan pronto, rompiéndose la membrana externa y dando salida á la interna, que se prolonga en diferentes sentidos (fig. 78), se divide y subdivide y produce filamentos ó expansiones celulares, ramificados por el suelo, constituyendo el protalo ó *protonema*, sobre cuyas ramificaciones nacen el tallo y las hojas de la plantita adulta. Este proceso se verifica del modo siguiente:

Desenvuelto el protonema, se forman acá y acullá en sus ramas tubos cortos que se separan por tabiques basilares y por uno ó dos tabiques transversales. La célula terminal se divide rápidamente

produciendo un pequeño tubérculo que crece por el ápice; en la base del tubérculo se producen pelos rizomorfos que penetran en el suelo, y en la extremidad superior se forman hojas, primero reunidas en una yema y que se van separando á medida que el tubérculo crece en longitud. Así, cada formación de éstas da lugar á una plantita, y como los protonemas son muy extensos y el número de plantitas que se produce en cada uno muy grande, resultan esas masas musgosas que son tan características.

Los musgos pueden también multiplicarse por yemas adventicias cuando llegan á la edad adulta, sin necesidad, por tanto, de la reproducción sexual; estas yemas aparecen sobre los rizoides y también es posible que se produzca directamente de una parte de la planta un protonema, que unas veces aparece sobre el tallo, otras sobre las hojas y hasta en determinados puntos de los órganos reproductores.

TALOFITAS Y MUSCÍNEAS.— La *Funaria hygrometrica* cuya organización y vida hemos descrito, es ejemplo de una de las grandes divisiones vegetales, de la que lleva el nombre de *Tipo de las Muscineas*. El *Agaricus* y el *Fucus* pertenecen al primero de los tipos del mundo vegetal, el denominado *Tipo de las Talofitas*. Anotemos á grandes rasgos los caracteres, que los ejemplos elegidos nos proporcionan, para diferenciar aquellos dos grandes grupos sancionados por las modernas clasificaciones.

La simplicidad anatómica es quizá el solo lazo que une á la abigarrada colección de seres comprendida bajo el denominador común de talofitas; desde las formadas por un glumillo de materia protoplásmica, hasta las que se constituyen por un tejido de células bastante diferenciadas, hay un sinnúmero de términos intermedios: es seguramente este grupo el más extenso de los en que se dividen los vegetales.

No pasa el cuerpo de las talofitas del estado celular; aun variados, los elementos histológicos con que se forman son células tan sólo. En esto se diferencian ya de las muscineas, que tienen fibrocélulas, constituyendo verdaderos haces primitivos como núcleo de los miembros del vegetal. Las talofitas son puramente celulares, las muscineas pueden considerarse como fibrocelulares. No surge,

sin embargo, bruscamente este carácter en los musgos; hay términos intermedios, y éstos los ofrecen las algas superiores que pertenecen á un grupo denominado de las florídeas; se observa en ellas un principio de formación fibrosa, por lo menos se inicia en el centro de su talo diferenciación semejante á la de los haces primitivos de los musgos.

El aspecto general es también distinto en los vegetales de los dos primeros tipos; los musgos asemejan más á las plantas superiores, tienen miembros y órganos que recuerdan á las raíces, á los tallos, á las hojas y á los frutos; aun los anteridios y los arquegonios se parecen á los órganos reproductores masculinos y femeninos de las fanerógamas; ya hemos indicado que, no obstante tal apariencia, la distinción con éstos es bien marcada. Ni en las algas ni en los hongos, que forman las dos clases del tipo de las talofitas, hay nada que tenga semejanza con el tallo ni con las hojas ni con los frutos; las frondas de las algas, aun siendo verdes, no presentan el aspecto de hojas; las fructificaciones jamás se hallan pediculadas ni en forma de capsulitas, como en los musgos. Los órganos rizomorfos de las florídeas y fucáceas sí que son parecidos á las raicillas de los musgos.

Por los procedimientos de reproducción y por el desenvolvimiento de la nueva plantita, hay gran diferencia entre talofitas y muscineas. En aquéllas, las formas de los órganos reproductores y la manera de producirse los gérmenes son variadísimas; sin embargo, siempre el desenvolvimiento es directo, no se desenvuelve el huevo como en los musgos, á expensas de la planta madre y sobre ella, en un embrión esporífero cuyos esporos han de dar lugar luego á la formación de un protonema; ocurre si acaso tal hecho en algunas algas florídeas; pero éstas ya hemos anteriormente advertido que son el lazo que une talofitas y muscineas, los dos primeros tipos de los en que dividen las clasificaciones modernas á las plantas.

Es característica de los musgos también la manera como aparecen sobre el protonema el tallito y sobre éste las hojas.

Basta con los caracteres señalados para dar á conocer los dos grupos de que son tipo las plantas cuyo estudio morfológico y anatómico hemos hecho con la extensión que una obra elemental

exige y con el propósito manifestado en los preliminares de la obra.

Indicaremos ahora, para completar el juicio formado de aquellos grupos, su división en clases.

El tipo de las talofitas comprende la clase de los *hongos* y la clase de las *algas*. Los primeros se caracterizan por carecer de clorofila y tomar el carbono de los compuestos que forman los vegetales verdes. Las algas tienen clorofila y toman el carbono del ácido carbónico que existe en el medio en que viven.

Las muscíneas también se dividen en dos clases, *hepáticas* y *musgos*. En las primeras las esporas producen un protonema rudimentario, del cual procede el cuerpo vegetativo adulto, que unas veces tiene el aspecto de un liquen y otras ofrece hojas alineadas ó esparcidas: la forma del esporangio difiere bastante de la de los musgos; es unas veces estrellado, otras plano, pero no tiene la figura de una capsulita.

En los musgos, el protonema está siempre muy desenvuelto y se compone unas veces de filamentos ramificados y otras de expansiones membranosas.

III. — CRIPTÓGAMAS VASCULARES

(Estudio del *Aspidium filix mas* Sw.)

APARATO VEGETATIVO.—Elegimos como tipo de las criptógamas vasculares á una planta de fácil estudio y que es en nuestro país muy frecuente, pues se encuentra repartida por toda la península, conociéndose con los nombres vulgares de *helecho macho*, *dentabrón* y *falguera*; el vulgo le da aplicación médica, asignándole diferentes virtudes curativas, y la Ciencia le ha preconizado como antihelmíntica.

Es un vegetal elegante por la forma de sus hojas, ó mejor frondas; no eleva al aire el tallo, como los helechos arbóreos que admiramos en los invernaderos; pero no obstante, tiene el aspecto de una planta de superior organización, de complicada estructura.

Si con cuidado la desprendemos de entre la tierra, á la que se halla fija, hallaremos el aparato vegetativo formado por una especie de cepa subterránea, que á veces sale del suelo levantándose algún tan-