

dre. Es lo más frecuente que la división sea una simple bipartición.

En la segmentación celular con producción de tabiques celulósicos, desempeña el papel más importante el núcleo, cuya división precede á la del protoplasma, según pudimos ver en las páginas 47, 48 y 49 y en la figura 10. Apenas el núcleo se segmenta, aparece el tabique celulósico en una ú otra forma, separando los dos núcleos nuevos, en derredor de los cuales el protoplasma se aglomera originando células distintas. En el saco embrionario de muchas fanerógamas, el fenómeno es múltiple, pues son muchos los núcleos, muchos los tabiques que se producen, y por tanto, numerosas las células originadas (pág. 45, fig. 9).

Con este proceso de diferenciación, de una simple célula puede

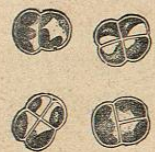


Fig. 44. - División del *Pleurococcus vulgaris*.

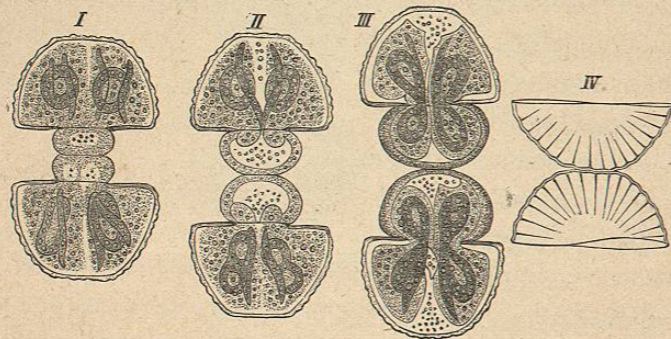


Fig. 45. - I, II y III, fases distintas de división celular en el huevo de *Cosmarium Botrytis* Menegh. IV, Membranas de las células nuevas; se distinguen por ser rugosas en la superficie y estriadas en abanico.

resultar un organismo; de una espora, el alga de más elegante porte, y de un huevecillo, el más corpulento de los árboles; por esto la reproducción celular reviste importancia suma, explicándonos el incesante crecimiento de las plantas.

Los hechos vienen á confirmar el fundamento sólido de la teoría moderna que considera á la célula como base de los organismos y á éstos como una asociación de células procedentes de una sola primitiva.

CAPÍTULO CUARTO

TEJIDOS DE LOS VEGETALES

I. - ORIGEN Y CARACTERES GENERALES

FORMACIÓN DE LOS TEJIDOS. - Muchos protofitos están formados de una sola célula, pero la generalidad de los vegetales son organismos compuestos de multitud de células, entre las cuales hay una división del trabajo que entraña diferenciaciones de importancia; las células distintas constituyen los tejidos diferentes; un *tejido* le forman células semejantes por su forma, por el contenido y por la función que desempeñan. La reunión de tejidos constituye los órganos y éstos á los miembros de los vegetales.

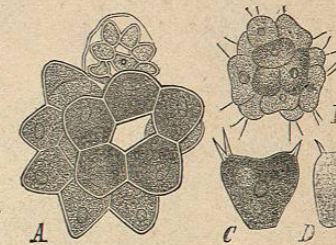


Fig. 46. - Colonias formadas por la asociación de células libres. A, *Calastrum sphericum* Næg. ($\frac{340}{1}$); B, colonia de *Sorastrum spinulosum* Næg. ($\frac{300}{1}$); C, una célula de la colonia anterior antes de asociarse ($\frac{600}{1}$); D, una célula después de asociada.

Van Tieghem admite tres modos distintos de formarse los tejidos: 1.º, por asociación de células primeramente libres; 2.º, por división continuada de una célula madre; 3.º, por los dos procedimientos anteriores combinados.

Fórmanse tejidos por asociación de células libres en muy limitados casos; podemos observar este hecho en las algas hidrodicteas. En los *Pediastrum* (véase fig. 11, pág. 53) el conjunto de la colonia celular resultante de la fusión de células ovaladas forma un disco; al crecer las células se vuelven poliédricas, quedando entre ellas algunos espacios vacíos. En los *Calastrum* (fig. 46, A) el conjunto resulta esférico, pero en la esfera hay cavidades y agujeros. En los *Sorastrum* (fig. 46, B) la esfera es cerrada.

El proceso de la formación de estos tejidos es bien sencillo; de una célula madre, por división total del protoplasma, proceden varias otras que viven algún tiempo en libertad y suelen ser de con-

torno redondeado (fig. 46, D; fig. 11, B); poco después se unen, se estrechan y al crecer se vuelven poliédricas (fig. 46, C).

En los *Hydrodictyon* el conjunto de la colonia es irregular; tiene la forma de un saco, con anchas mallas.

En realidad el conjunto formado de la asociación de células libres no es un tejido, es más bien una *colonia* celular.

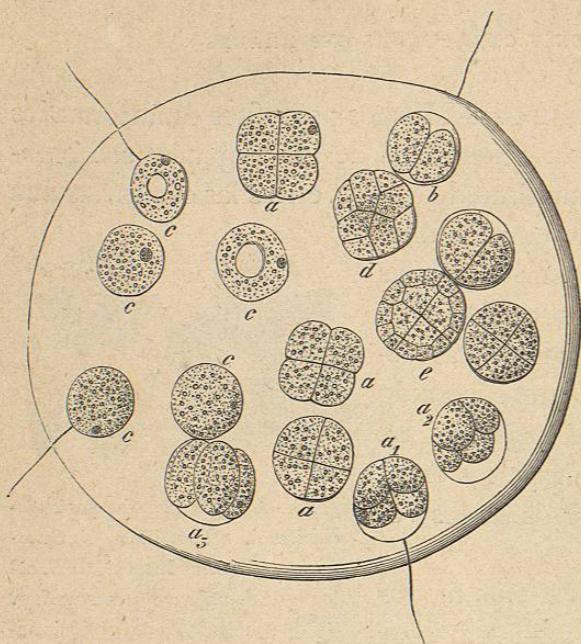


Fig. 47. - *Eudorina elegans*. Colonia en la que se desenvuelven otras quedando unidas en la masa aglutinante que se forma por la gelificación de las membranas (según Goebel). *c*, células sin dividir; *b*, división en dos; *a*, división en cuatro; *d, e*, división más adelantada.

la colonia envuelta por una materia viscosa que procede de la gelificación de las membranas.

Los tejidos verdaderos tienen su origen en la división celular, produciéndose numerosos tabiques en una célula madre. Las células derivadas pueden disponerse de modos distintos. En muchas algas filamentosas, la madre se divide formándose un tabique perpendicular á la dirección del filamento, y éste se hace cada vez más largo; las células se hallan en una sola fila. En el *Coleochaete pulvinata* la producción de tabiques en la célula madre tiene lugar en todos los sentidos, y así se origina una especie de lámina cuyas cé-

lulas libres no es un tejido, es más bien una *colonia* celular. Colonias celulares se originan por un procedimiento que no puede decirse éste por completo comprendido en el caso 2.º de formación de tejidos, ni tampoco en el caso anterior. Le podemos estudiar en la *Eudorina elegans* (fig. 47), en ciertos *Pleurococcus*, etcetera. En estos casos las células se multiplican por segmentación, pero quedan unidas á otras, segmentadas ó no, y entre todas constituyen

lulas están dispuestas irradiando de un centro común ocupado por la primera célula.

En las plantas superiores, cuando los tejidos se forman derivan también de un solo elemento celular, y las células resultantes suelen variar de forma, no son todas semejantes como en los vegetales inferiores. La producción de tejidos es activa al formarse los embriones (fig. 48) en la terminación de los ramos por donde el vegetal crece, al principio del desenvolvimiento de la planta, donde los órganos se originan ó en los puntos por donde se verifica el crecimiento.

Los tabiques de celulosa comienzan á formarse por la aparición de una delgada película que separa las dos células; sobre ella se van luego depositando á uno y otro lado capas distintas que aumentan el espesor del tabique. La lámina media, común á las dos células, se distingue con gran claridad cuando las membranas celulares llegan á lignificarse, gracias á su mayor refringencia.

Hay ocasiones en las cuales los tejidos se originan por combinarse la asociación de células libres con la división celular. Esto último sucede en el *talus* de la mayor parte de los hongos, y muy especialmente en el de los ascomicetos y basidiomicetos, formado de filamentos ramosos que ordinariamente crecen por división de sus células terminales; algunas veces, sin embargo, los filamentos se aproximan, se unen, se sueldan íntimamente y tras de una activa segmentación originan aparatos reproductores, depósitos de sustancias nutritivas, etc. (Van Tieghem). Un hecho análogo puede observarse en las fanerógamas, en el tejido central del pistilo cuando éste se compone de carpelos soldados por sus bordes (liliáceas).

CARACTERES GENERALES. - Al formarse una agrupación de células puede resultar un tejido continuo, ó por el contrario, originarse

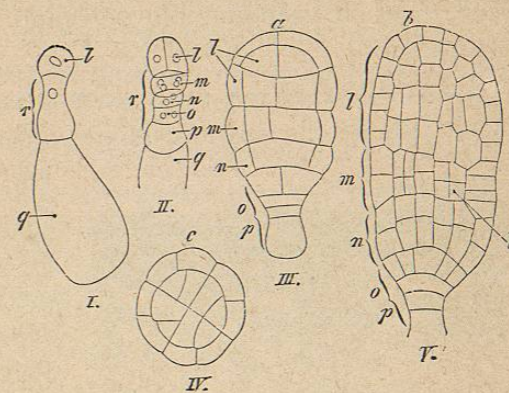


Fig. 48. - Formación de tejidos por división celular continuada, apareciendo numerosos tabiques, en el embrión de la *Alisma plantago*.

espacios intercelulares; unas veces son estos espacios muy pequeños y se llaman *meatus*, otras tienen igual tamaño que las células y entonces se denominan *lagunas*, y en algunas ocasiones invaden parte del tejido, en cuyo caso reciben el nombre de *cámaras*. Todos estos espacios que interrumpen la ordinaria continuidad del tejido nacen unas veces al formarse éste y otras veces aparecen durante su vida, al principio ó al final de ella. Nunca están vacíos los espacios intercelulares: ó contienen líquidos, ó por lo menos gases. La figura 48 V es un buen ejemplo de tejido continuo; la 49 lo es de discontinuo.

Los caracteres que los tejidos ofrecen, derivan de la diferenciación que los elementos celulares alcanzan. En su obra de Biología vegetal Vuillemin admite dos tipos distintos de plantas pluricelulares; el primero es sencillo, tiene la forma que se denomina de *talus*; el segundo ofrece diferenciación histológica mayor y es más complicado anatómicamente. En los talus las células son idénticas, mantienen cierta independencia, tanto más grande cuanto el vegetal es más sencillo.

En las plantas pluricelulares superiores, la célula diferenciándose adquiere sucesivamente diversas formas, dando lugar á tejidos distintos. Hæckel dividía éstos, tratándose de los animales, en dos grupos: *epiteliales* y *apoteliales*; Vuillemin acepta para las plantas la misma división.

El *tejido epitelial* típico, el primitivo, es la epidermis, que tiene por objeto *proteger la parte del cuerpo que limita, sin impedir que penetren en el organismo las sustancias útiles, ni detener la salida de las excretadas*. La epidermis sufre modificaciones sin cuento; es unas veces sencilla y otras doble, blanda en ciertos casos y endurecida en otros, lisa ó cubierta de prominencias (papilas, pelos); dependen sus modos de estar de las funciones que desempeñe y la consideración de sus formas es materia que ha de tratarse en la parte especial de este libro.

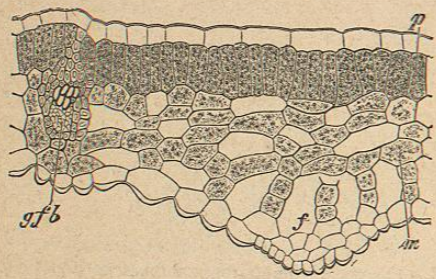


Fig. 49. - Tejido discontinuo de la hoja de *Erythroxylon coca* L.

Los *tejidos apoteliales* que en un principio están formados de células, se diferencian pronto en dos partes que llamaremos activa á la una y pasiva á la otra, advirtiendo que esta pasividad no es absoluta ni mucho menos. La parte activa, abundante en protoplasma, desempeña las más importantes funciones vitales; la pasiva sirve de sostén, forma el armazón de la planta y á lo sumo tiene por misión el dejar paso á los líquidos y á los gases que han de caminar de un miembro á otro. Los elementos de una y otra parte están agrupados formando dos sistemas principales, que tienen por representantes al *parenquima* de un lado y á los *haces fibroso-vasculares* de otro.

En términos generales, se llaman *parenquimas* los tejidos formados por células superpuestas en series, nunca mucho más largas que anchas, y se conocen con el nombre de *prosenquimas* los tejidos compuestos de fibras y de vasos. En uno y otro caso, si las paredes de los elementos histológicos son muy gruesas y resistentes, el tejido se denomina *esclerenquima*.

Llámanse *tejidos generadores* ó *meristemos* aquellos cuyas células, en plena vida, crecen y se reproducen; *tejidos permanentes* son los formados por elementos muertos ó casi muertos. En los meristemos aún se admiten dos clases: los *primitivos* y los *secundarios* ó derivados.

Conviene advertir que los elementos histológicos fibra y vaso, admitidos por los botánicos, no difieren esencialmente de la célula, son derivados de ésta; la *fibra* es una célula alargada; los *vasos* suelen formarse por ruptura de los tabiques horizontales en una fila vertical de células.

No es fácil hacer una clasificación racional de los tejidos vegetales, que son numerosos; de sus relaciones ya dicen lo suficiente las ideas apuntadas; en el párrafo que sigue describiremos, de un modo general tan sólo, sin determinaciones concretas, algunas formas de tejidos que revisten excepcional importancia.

II. - ESTUDIO DE ALGUNOS TEJIDOS

MERISTEMOS. - Se pueden estudiar examinando detenidamente al microscopio la extremidad de una raíz, de un tallo, de una hoja