

da de ciertos movimientos en la substancia nuclear (fig. 10). Adquiere esta substancia estructura filamentososa ó se concentra formando bastoncitos que se encorvan y aglomeran; el jugo y la substancia periférica se funden con el protoplasma celular; la forma del núcleo ha desaparecido al terminar este primer tiempo. Los filamentos ó bastoncitos se disponen con cierto paralelismo, uniéndose en sus extremidades y adquiriendo el conjunto una forma circular con mayor condensación hacia los polos. El tercer tiempo se inicia acumulándose las partículas del carioplasma en la región media ó

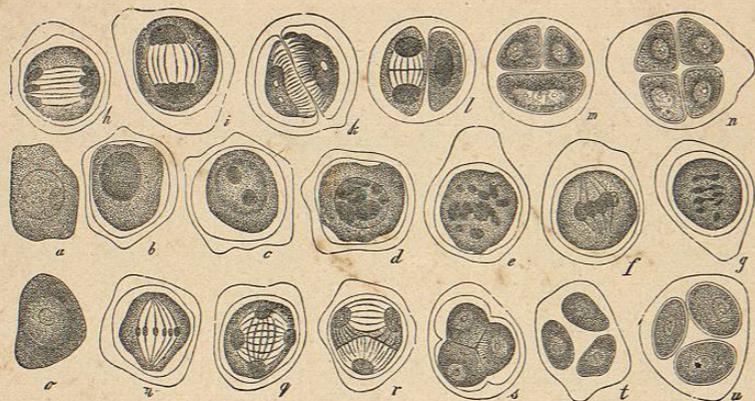


Fig. 10 - Casos diversos de la segmentación del núcleo, en las células polínicas. - *a, n*, en el *Alium narcissiflorum* Vill; *o, u*, en la espuela de caballero (*Tropaeolum maius* L.)

ecuatorial, y arrastrando en este movimiento al protoplasma más próximo que se dispone en filamentos que hacen adquirir al conjunto la figura de un tonelete. La placa carioplásmica ecuatorial se divide en dos masas que, separándose cada vez más, van á disponerse en los lados opuestos del tonelete; allí se acumula la substancia nuclear toda; cada masa adquiere forma redondeada, y como resultado total se encuentran colocados á distancia dos núcleos derivados del primitivo, entre los cuales se forma más tarde el tabique de separación de dos células.

El proceso de bipartición reseñado sufre algunas modificaciones según los casos, dependientes de ordinario de la abundancia ó escasez del carioplasma en la célula.

Se pueden calcular con Van Tieghem, en la bipartición del núcleo, cinco tiempos:

1.º Condensación de la substancia nuclear en filamentos ó bastoncitos, encorvados y apelonados; fusión del jugo con el protoplasma (fig. 10, *g*).

2.º Orientación paralela de los filamentos ó bastoncitos, uniéndose en sus extremidades y adquiriendo en conjunto una figura esférica ú oval con dos polos de concentración (fig. 10, *h, i*).

3.º Concentración del carioplasma en el ecuador hasta ofrecer la placa ecuatorial suficiente espesor (fig. 10, *f, p*).

4.º División de la placa ecuatorial en dos, que se separan deslizándose á lo largo de los filamentos hasta formar dos masas en los polos (fig. 10, *k*).

5.º Crecimiento y diferenciación de los dos núcleos nuevos.

#### IV. - MEMBRANA CELULAR

COMPOSICIÓN Y REACCIONES. - Aparte el natural elemento líquido que acompaña á todas las partes de un organismo, la membrana que recubre á las células se halla formada por una substancia sólida, hidrocarbonada, cuya fórmula general es  $(C^6 H^{10} O^5)^n$ , la misma del almidón y de la dextrina, y que recibe el nombre de *celulosa*. Puede tener *n* distintos valores, pues se conocen grados diversos de condensación en la celulosa sin que sea fácil señalar los caracteres y las reacciones propias de cada grado. La menos condensada tiene por fórmula  $(C^6 H^{10} O^5)^6$  y es la que forma la pared de las células jóvenes; se considera como la celulosa típica; es sólida, incolora, translúcida, insoluble en el agua, en el alcohol, el éter, los ácidos y los álcalis diluídos; sólo es disuelta por la solución amoniacal de óxido de cobre. Si se hierve en una mezcla de ácido nítrico y de clorato de potasa, queda disuelta, se oxida y en la reacción final se produce ácido oxálico. Cuando la celulosa sufre la acción de los ácidos sulfúrico y clorhídrico concentrados, ó del cloruro de cinc siruposo, se transforma en *granulosa*, substancia que algunos creen constituye la base de los granos de almidón. Otro grado de condensación es el que ofrece la llamada *paracelulosa*, cuya fórmula es  $(C^6 H^9 O^5)^7$ ; ésta no se disuelve en la solución amoniacal del óxido de cobre, pero sí en el licor cupro-amoniacal obtenido por disolución del hidrato ó del carbonato de cobre en el

amoníaco y también en el licor de Schweizer; se transforma en celulosa cuando se la hierve en un ácido muy diluido.

En la generalidad de los hongos la membrana celular consta de una celulosa muy concentrada que recibe el nombre de *fungina* ó de *metacelulosa*; muestra este grado superior de concentración de la substancia celulósica tal resistencia á convertirse en celulosa típica, que precisa para esto someterla durante algunas semanas á la acción de la potasa concentrada y hacerla hervir después con aquel álcali. Algunos hongos (*Mucosíneos*) tienen sus membranas formadas de celulosa propiamente dicha.

La celulosa menos concentrada es la de ciertas células de los cotiledones de *Tamarindus*, *Hymenaea*, etc., que se puede confundir con la granulosa y que como ésta se torna azul por la acción del yodo. Muy poco concentrada es también la *liquenina*, que forma la membrana celular de los ascomicetes, la cual en parte se colorea también de azul por el yodo.

Para los estudios de Histología vegetal se suele colorear la membrana de las células valiéndose de reactivos, principalmente del yodo y el ácido sulfúrico de un lado, y de otro el cloroyoduro de cinc.

Todavía se reconocen dos formas distintas de la celulosa, según la acción que sobre esta substancia ejerce un microbio, el *Bacillus amylobacter*. Esta bacteriácea contiene gran cantidad de un fermento denominado *celulosina*, el cual ataca á la celulosa, descomponiéndola en ácido butírico, ácido carbónico é hidrógeno; tal sucede en las membranas de las células que forman el tubérculo de la patata, el parénquima de las hojas, etc. Ciertos estados de la celulosa resisten á la acción de la celulosina y en una misma célula pueden hallarse las dos formas de celulosa, en la parte externa la atacable y en la parte interior la más resistente. Para determinar la acción de aquel bacilo es suficiente macerar los tejidos en el agua templada á un calor suave; se aíslan así las membranas inatacables como, por ejemplo, la de las fibras liberianas.

ORIGEN, ESTRUCTURA Y CRECIMIENTO. — Puede estudiarse el origen de la membrana celular ó bien en los esporos de algunas criptógamas, primero desnudos, después provistos de una cubierta ce-

lulósica, ó en los tabiques que se forman tras de la segmentación del núcleo para que resulten las dos células que de la primitiva se derivan.

En los esporos desnudos comienza por diferenciarse el protoplasma periférico, formándose la que se llama *capa membranosa*, hialina, incolora, desprovista de granulaciones aparentes, densa, resistente; esta capa exterior es protoplásmica, ofrece las reacciones del protoplasma y tiene parte de su vitalidad; poco tiempo después se modifica químicamente convirtiéndose en celulosa y comienza su crecimiento.

En la formación de células por bipartición, el tabique ó placa divisoria que se forma en un principio ofrece los caracteres de la capa membranosa, transformándose á poco la substancia protoplásmica en celulosa.

Se ve por estos dos casos que la membrana celular deriva del protoplasma. No es, sin embargo, una secreción inerte; después de formada crece y se desenvuelve, manifiesta cierta vitalidad; conserva, por lo tanto, gérmenes de vida.

Wiesner reconoce en la célula, además de un citoplasma y un carioplasma, un *dermatoplasma*, que forma la capa membranosa ó el tabique de bipartición, y está constituido por partículas vivas ó *dermatosomas*, que unas se transforman en celulosa y otras no, permaneciendo intercaladas entre aquella substancia y conservando la vitalidad de la membrana; ésta no es por tanto una excrecencia ó un caparazón externo, como el que recubre á ciertos protistas, sino algo de origen intracelular.

Las partículas de celulosa y las dermatosomas no se disponen al azar en las membranas en vías de crecimiento: tienen éstas una estructura que han revelado los curiosos trabajos de Baranetzki y que importa conocer. Las membranas jóvenes constan de tres capas: dos que ofrecen las reacciones de la celulosa y una intermedia entre ellas, que está formada de dermatoplasma; en esta situación conserva la membrana su permeabilidad y permite los fenómenos de ósmosis; como se espesa cada vez más, resultaría á la postre impermeable si las partículas celulósicas, sucesivamente formadas, se distribuyeran por igual en toda la superficie, pero se disponen formando tenues filamentos entrecruzados, que circuns-

criben mallas insensibles al reactivo característico de la celulosa, el cloro-yoduro de cinc. Cuando la membrana crece en volumen las mallas se ensanchan, pero los espacios que circunscriben se cruzan con nuevos filamentos. El dermatoplasma sigue elaborando nuevas moléculas y aplicándolas á las dos capas que le limitan; este depósito no se reparte tampoco por igual en toda la superficie de las capas, y por tanto al exterior la membrana ofrece varios aspectos que examinaremos en el siguiente párrafo.

La estructura de la cubierta celular asegura á ésta la resistencia y flexibilidad necesarias; permite además que se verifiquen en la célula los precisos cambios ósmicos, base de la vida de este elemento fundamental de la organización.

Como resumen podemos decir que la membrana tiene un origen intracelular; que no es una excreción ni pierde su vitalidad, sino que conserva entre las capas de celulosa una delgada lámina de dermatoplasma que va agregando nuevas partículas celulósicas, aumentándose el espesor de la membrana; este crecimiento se verifica por *intussuscepción*, es decir, por el depósito de partículas nuevas entre las ya existentes, no por *yuxtaposición*, como antes se creía. Las moléculas de celulosa que podían hacer impermeable la cubierta se disponen en filamentos entrecruzados que forman una red más ó menos tupida.

FORMAS Y DIBUJOS DE LA SUPERFICIE. — Las formas que la célula presenta claro es que dependen de las que adquiera la cubierta exterior; ésta á su vez se halla sujeta al crecimiento que depende del protoplasma.

Las células que se desenvuelven libremente toman la forma esférica ó elipsoidal, pero al comprimirse unas contra otras el contorno aparece poliédrico; el primer caso es frecuente en las partes blandas de los vegetales; el segundo en las epidermis y en los parénquimas; ambos pueden observarse á la vez en algunas criptógamas (*Pediastrum*, fig. 11); la forma total se aproxima unas veces al dodecaedro pentagonal, otras semejan un prisma tabular ó alargado, otras un paralelepípedo, etc. Si el protoplasma se distiende en unos sentidos más que en otros y se bifurca ó ramifica, al consolidar la forma resultante el espesor de la membrana, la célula apa-

rece ramosa, y si la distensión es igual próximamente en todos los sentidos, puede resultar una célula estrellada.

Sería interminable la exposición de las variedades que en la morfología de la célula se observan. La fibra es una célula muy alargada. Los vasos proceden á veces de que en una serie vertical de células desaparecen los tabiques horizontales. Claro es que cuanto se diga respecto á los accidentes que en la superficie presenten las membranas celulares, ha de aplicarse lo mismo á las células que á las fibras y que á los vasos.

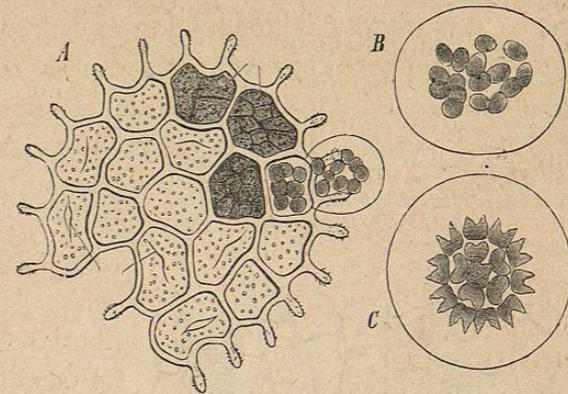


Fig. 11. — *Pediastrum granulatum*. — A, forma adulta constituida por células poliédricas, asociadas; B, células jóvenes, antes de asociarse; C, unión de las células jóvenes de cuyo crecimiento resulta A.

Cuando el crecimiento en espesor de las membranas sea uniforme, uniforme será también el aspecto de la superficie; pero como el crecimiento no es uniforme en todos los puntos, forzosamente

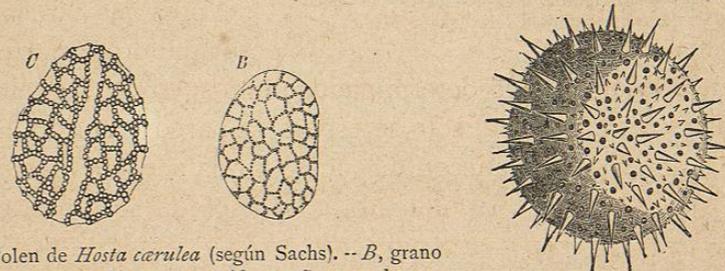


Fig. 12. — Polen de *Hosta caerulea* (según Sachs). — B, grano joven con la reticulación poco manifiesta; C, grano de mas edad con el relieve de la membrana tuberculoso.

Fig. 13. — Polen de *Altea*.

ha de presentar la superficie de las cubiertas celulares dibujos muy variados.

En las células que tienen vida independiente, como las esporas de las criptógamas y los granos de polen de las fanerógamas, el crecimiento irregular en espesor produce relieves externos (fig. 12) de diferentes formas, tubérculos, espinas (fig. 13), crestas, alas, etcé-