

tera. En las células superficiales que tienen una de sus caras libre es también frecuente el espesamiento hacia afuera, *centrífugo*, como le denomina Van Tieghen.

El caso más general es el que presentan los elementos histológicos en el interior de los tejidos: el espesor es centrípeto; la membrana, haciéndose cada vez más espesa, rellena, si el crecimiento es uniforme, la cavidad interna de la célula, antes ocupada por el protoplasma. Las células cuyas membranas están endurecidas son muy espesas (fig. 14) y reciben la denominación general de *esclerosas* ó *esclerenquimatosas*. A veces llegan las capas celulósicas á

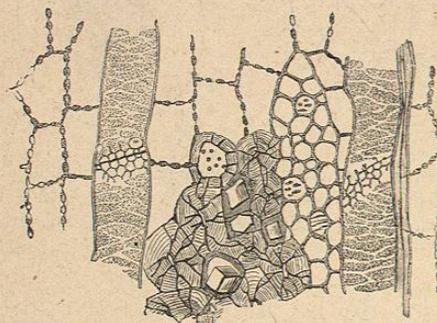


Fig. 14. - Corte tangencial del suber de almez (*Celtis*), con un grupo de células esclerenquimatosas, de las cuales unas contienen cristales y otras se han relleno completamente por las capas de la membrana celular (según Moller.)

rellenar por completo la cavidad celular; tal sucede en las fibras liberianas del *lino* y del *yute*, en las semillas del *Plantago Psyllium* (zaragatona), de la *Cucurbita pepo* (calabaza), en el corcho del almez como muestra la figura 14, etc.; se presentan en este caso las membranas formadas de capas concéntricas alternativa-

mente más claras y más espesas. No es muy frecuente el espesor uniforme; por el contrario,

suele localizarse en determinados puntos; en ciertas células epidérmicas (zarzaparrilla) sólo se espesa la pared exterior; las laterales y la interna permanecen delgadas. En la acedera (*Rumex acetosa*) algunas células colenquimatosas se espesan sólo en los ángulos y decrece el espesor hacia el centro de las paredes.

Las zonas de espesor y las que permanecen delgadas están á veces formando dibujos más ó menos regulares: cuando las paredes celulares ofrecen cada cual una serie de bandas transversales más espesas, paralelas, equidistantes, como lo están los palos de una escalera de cuerda, se llaman *escaleriformes*. Si las bandas dan la vuelta á la célula y conservan su paralelismo se convierten en anillos y la célula ó el vaso en que así se hallan dispuestas se llama *anillado*; la banda puede también formar *espiral* y ser doble en vez de sencilla, cruzándose en este caso las dos espirales. En el leño de

las plantas vasculares se observan frecuentes y hermosos ejemplos de los dibujos indicados, así como otros que forman líneas, redes, etc.

En los casos anteriores las zonas espesas y las delgadas tienen cierta extensión, sobre todo las últimas; cuando la generalidad de la membrana es muy espesa y sólo hay puntos pequeños en que se conserva delgada, el aspecto exterior del elemento histológico es *punteado* (fig. 15). Lo que al exterior son puntos, interiormente son canales simples ó ramificados, de mayor ó menor calibre, que atraviesan la membrana y que á veces comunican unas células con otras.

Cuando los canales tienen en toda su extensión la misma anchura, la puntuación es *simple*. Pero sucede á veces que el canal comienza siendo estrecho y se va ensanchando, ofreciendo la forma de cono truncado con la base menor fuera; en este caso, visto el canal de frente, ó proyectado sobre un plano, presentará dos círculos concéntricos, el uno interno correspondiente á la base menor del cono y el otro externo correspondiente

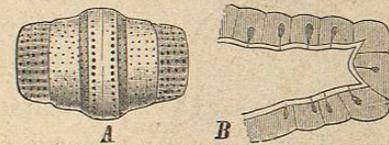


Fig. 15. - A, célula de *Gymnozyga Brebissonii* Nordst. ($\frac{930}{1}$); B, corte de la membrana de *Staurastrum bicorne* Hauptf. ($\frac{930}{1}$) (según Hauptfleisch.)

á la base mayor; la puntuación de doble contorno recibe el nombre de *areolada*. Puede originarse el punto areolado en el caso, contrario al anterior, de que la parte más ancha del canal sea la exterior. No siempre el canal tiene la forma de cono truncado, sino que á veces el aumento ó la disminución de su grosor es irregular y mientras una de sus extremidades es circular la otra es elíptica, y aun en ocasiones los dos orificios parecen hendiduras estrechas que se corresponden ó que se cruzan. En la madera de las coníferas se presentan puntuaciones areoladas de diferentes formas y en distintas posiciones.

Las puntuaciones simples se agrupan en determinadas circunstancias; esto es frecuente en las células que constituyen los elementos fundamentales del liber en las plantas vasculares y que reciben el nombre de *células cribosas*. En éstas, los tabiques transversos, principalmente en un principio, están constituídos por una membra-

na tenue; al espesarse lo hace dejando puntos numerosos en el primitivo estado, y aun en estos puntos la membrana tenue puede desaparecer, quedando el tabique convertido en una verdadera criba. Se suelen corresponder los agujeros de un tabique con los del inferior y el superior á él; de este modo comunica el contenido de cada célula con el de las inmediatas. Estas puntuaciones cribosas desempeñan una misión de importancia en las funciones de la zona liberiana y en las de la planta en general, permitiendo la circulación de los jugos nutritivos.

El espesamiento de la membrana celular puede ser un accidente pasajero que depende de las funciones que la célula desempeña; este hecho se observa en los granos de polen y en el *talus* de los *Cedogonium*.

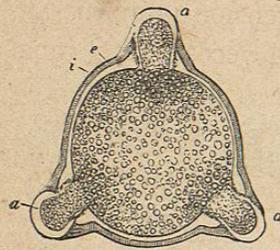


Fig. 16. - Corte de un grano de polen de *Epilobium angustifolium*. - a, a, a, tres poros salientes; e, exina; i, intina.

MODIFICACIONES QUE SUFRE. - La membrana celular, engrosando, es capaz de doblarse y entonces la célula aparece recubierta por dos membranas. Ocurre esto principalmente en los granos de polen (figura 16) y en los órganos reproductores de algunas criptógamas. El contenido de aquéllos, en efecto, aparece envuelto por una membrana exterior denominada *exina* y otra interior que se conoce con el nombre de *intina*; ambas difieren bastante por sus propiedades; la exina es resistente, espesa, poco elástica; la intina por el contrario es muy extensible, tenue y blanda; tratados los granos de polen de la *Thunbergia alata* por el ácido sulfúrico concentrado, la exina se colorea de rojo y la intina se disuelve; todavía no ataca dicho líquido á la primera de estas membranas por igual en todas partes, sino que da lugar á que se separen en bandas que se pueden arrollar. En algunas esporas se divisan también dos membranas envolventes (macrospora de *Pilularia globulifera*).

La membrana celular, en todo ó en parte, sufre transformaciones que alteran sus propiedades físicas y químicas, hasta llegar á veces á sustituir completamente la celulosa por otro principio químico. Entre estas transformaciones merecen mencionarse las que reciben los nombres de cuticularización, suberización, lignificación

y gelificación. Se puede impregnar de diversos cuerpos minerales y de materias colorantes diversas.

La *cuticularización* se verifica generalmente en las células que forman la capa externa de la epidermis y aun en la membrana exterior de los granos de polen y de las esporas de algunas criptógamas; da lugar á la separación en éstas y en aquéllas de las dos capas anteriormente citadas. La celulosa se transforma en un producto llamado *cutina*, cuya fórmula es $C^6 H^{10} O^2$; se colorea en

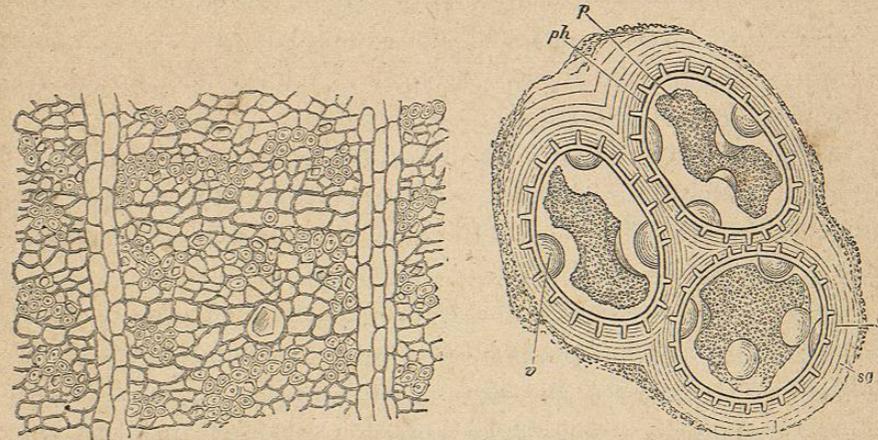


Fig. 17. - Corte del corcho en el *Ulmus pedunculata*, ($\frac{160}{1}$) (según Moller.)

Fig. 18. - Gelificación en las células polínicas de la calabaza (*Cucurbita Pepo*), según Sachs. - sp, sg, capas de la membrana gelificadas; ph, capas no gelificadas, con puntuaciones externas y tubérculos interiores v; p, protoplasma contraído por la acción del alcohol.

amarillo ó toma coloración pardusca con el yodo y con el cloroyoduro de cinc; es insoluble en el licor cupro-amoniaco y en el ácido sulfúrico concentrado, pero se disuelve en la potasa concentrada y en el ácido nítrico hirviente; resiste la acción destructora del *Bacillus amylobacter* y se colorea enérgicamente por la anilina y la fuchsina.

La *suberización* es un acto muy parecido al anterior, pues la *suberina* es muy análoga á la cutina; muchas células (fig. 17) situadas bajo la capa periférica de los tallos y aun á veces de las raíces, por transformación de sus membranas quedan constituyendo una capa defensora, á veces de gran espesor, impermeable, muy elástica, muy refringente, que forma el llamado *suber* y vulgarmente *corcho*.

La *gelificación* (fig. 18) es la transformación de ciertas cutícu-

las en una substancia isómera de la celulosa, córnea cuando seca y muy blanda si se impregna de agua, en cuyo caso aumenta extraordinariamente de volumen, substancia que reúne los caracteres de los mucilagos. Son muchas las algas que por efecto de la gelificación de las membranas exteriores, aparecen envueltas de una espesa capa mucilaginosa. El fenómeno comienza en unas ocasiones por las capas medias de la membrana celular, mientras la parte externa se cuticulariza; tal sucede en las semillas de la zaragatona (*Plantago Psillium*), en las del lino y en otras varias plantas. Otras veces son las capas internas las que se transforman (células mucilaginosas de los sauces, malvas, etc.).

La goma tragacantos y las que se recogen de nuestros frutales ordinarios (cerezo, almendro, albaricoquero, melocotonero, etc.) proceden de la gelificación de toda la membrana celular en la medula y radios medulares del tallo de aquellas plantas.

La *lignificación* supone una transformación de ciertas capas de la membrana celular en la substancia que recibe el nombre de *lignina* ó *vasculosa*; según otros autores este caso, mejor que de transformación química, es de depósito; la celulosa no se transforma, sino que se incrusta de lignina. Este cuerpo se formula aproximadamente $C^{10} H^{12} O^{10}$.

Lignificada, la membrana se colorea de amarillo por el yodo y el cloruro de cinc yodado, de rosa por la fuchsina; toma un tinte rojo por la floroglucina adicionada de ácido clorhídrico; es insoluble en el líquido cupro-amoniaco y resiste la acción destructora del *Bacillus amylobacter*. Las células y las fibras lignificadas adquieren gran consistencia, forman el corazón de la madera en los viejos troncos.

No se lignifica la membrana en todo su espesor; en muchas fibras leñosas ó liberianas se pueden separar varias cubiertas concéntricas que manifiestan reacciones diferentes.

Las fibras del *Pinus silvestris* tienen tres capas: una externa que parece envolver muchas fibras, otra media de mayor espesor y otra interna que es la más delgada; como el reactivo de Schultze disuelve la exterior, y las demás no, basta su acción para disociar las fibras que parecen unidas por una envoltura común.

Las células periféricas de determinados vegetales, lo mismo que

las fibras leñosas de otros, aumentan con la edad la dureza, gracias á que se incrustan de compuestos minerales. Las incrustaciones son principalmente de sílice, de carbonato de cal ó de oxalato de la misma base.

La sílice entra en gran cantidad en las membranas celulares epidérmicas de diversas gramíneas y en los tallos de los *Equisetum* (*colas de caballo*); alguno de éstos encierra hasta 97 por 100 de sílice, por esto se emplean para limpiar los metales.

El carbonato de cal puede hallarse amorfo ó cristalino y estar diseminado por toda la membrana ó acumularse en puntos determinados. Le contienen en el primer estado la mayor parte de las maderas más fuertes (nogal, cedro, abeto, etc.). En algunas algas coralinas y litotamniáceas la incrustación es tal, que mejor parece la planta un polípero. Conviene no confundir estas incrustaciones de la membrana celular con los depósitos calizos que se forman sobre algunos vegetales acuáticos y que suelen ser efecto de la descomposición del bicarbonato de cal disuelto en las aguas.

El oxalato cálcico suele hallarse cristalizado, ya en las células epidérmicas, ya en las del líber, en las del parénquima de las hojas, etc. Se le puede estudiar en las membranas cuticularizadas del parénquima foliar del *Sempervivum calcareum* (Solms Laubach), en los esporangios de muchas mucoríneas, en las cortezas de sauce, álamo y plátano, etc., etc.

Por último, la membrana celular puede impregnarse de substancias colorantes variadas que son poco conocidas y han de mencionarse en otro lugar; algunas cortezas y no pocos leños contienen en tal cantidad las materias colorantes, que son objeto de explotación industrial. Generalmente las membranas que mejor se colorean son las lignificadas ó cuticularizadas.