

miento en el interior de la substancia protoplásmica ni están inmóviles las masas formadas de protoplasma. Aparte la incesante movilidad molecular, que escapa á la penetración de nuestra vista y á la de los más grandes aumentos del microscopio, se reconocen en el protoplasma otras dos clases de movimientos: los que pueden llamarse *exteriores*, susceptibles de transportar las masas protoplásmicas de un puesto á otro, propios de estas masas cuando viven en libertad y tienen vida autónoma, que se verifican unas veces por las prolongaciones que la masa emite, en otras ocasiones por cirros permanentes, y los movimientos *interiores*, que se manifiestan por el transporte de las granulaciones citoplásmicas dentro del protoplasma mismo.

Movimientos del protoplasma libre. — Como en otras ocasiones, fijémonos en lo que ocurre en los plasmodios de los mixomicetos, que están formados de protoplasma desnudo. En una atmósfera caliente y húmeda, cuyas condiciones les son favorables, se ve al plasmodio alargarse por determinados puntos formando pseudópodos, primero de la substancia hialina, á la que acompañan luego las granulaciones. Aquellas prolongaciones se anastomosan y uniéndose varias dan á la masa del plasmodio un aspecto reticulado. A veces los pseudópodos se retraen y confunden con la masa general y así el conjunto sufre variación continua de forma. En estos movimientos es sólo una parte la que se mueve con relación al resto, pero puede ocurrir que se mueva toda la masa. En el *Æthalium septicum*, que vive sobre el humus y forma placas albuminoideas de más de un decímetro, á veces se observa que la masa se alarga considerablemente en un sentido y se retrae en el opuesto, avanzando no poco terreno; comienza el fenómeno por el desplazamiento de gran parte de la substancia hialina, siguen á ésta las granulaciones con el resto de la substancia. El avance por término medio es de $0^{\text{mm}},3$ por minuto en un *Physarum* y $0^{\text{mm}},4$ en el *Didymium serpula*; en el *Æthalium* es aún mayor y se le ve desde el suelo trepar por los tallos de las plantas hasta algunos pies de altura y llegar hasta las hojas, donde reposa, emitiendo las prolongaciones que convierten la masa en reticulada y á las cuales aludíamos anteriormente. Por tener estos movimientos los mixomicetos (fig. 5) fueron clasificados como animales por algunos autores.

Hæckel les incluye en su grupo de los protistas; la generalidad de los botánicos les comprenden entre los hongos por la evolución que sufren después de esta fase de plasmodio. Iguales movimientos de traslación se han observado en otros hongos tales como los quitridíneos, que viven parásitos de las algas y aun de ciertas plantas terrestres.

Algunas algas se propagan por gérmenes dotados de estos movimientos tan particulares de traslación; los esporos de ciertas

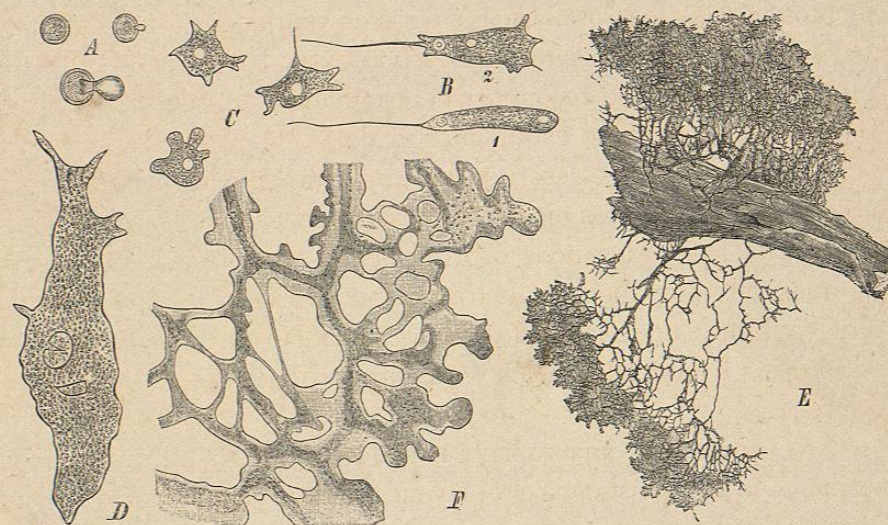


Fig. 5. — *Mixomicetos* (según De Bary y Cienkowski). — A, esporas de *Comatricha* ($\frac{390}{1}$); B, zoosporas de *Didymium* ($\frac{350}{1}$); C, mixamibas de *Fuligo* ($\frac{390}{1}$); D, plasmodio de *Fuligo* ($\frac{390}{1}$); E, *Didymium serpula* (tamaño natural); F, plasmodio de *Didymium granulatum* ($\frac{350}{1}$).

florídeas, aunque provistos de una capa membranosa, se trasladan de un punto á otro como los *Æthalium*.

Como estos movimientos son los que tienen las amibas, consideradas como protozoos y formadas también por un citoplasma, han recibido el nombre de *amiboideos*.

La substancia protoplásmica conserva siempre la tendencia á retraerse y extenderse, y logra realizar este movimiento aun cuando esté aprisionada por una densa membrana exterior. En este caso el movimiento se verifica con mucha mayor lentitud por la natural resistencia que la membrana opone á las expansiones del protoplasma.

Las células ramificadas, á veces profusamente, que forman la totalidad del individuo en algunas algas y en determinados hongos (*peronosporas*, *mucoríneas*, etc.), se deben á tales expansiones protoplásmicas; las ramificaciones pueden unirse entre sí y formar un conjunto reticulado como en los plasmodios de los mixomicetos.

Determinados vegetales inferiores, formados sólo de citoplasma, se mueven con gran rapidez por contracción general de la masa citoplásmica; el movimiento es unas veces oscilatorio (filamentos de las algas oscilarias), otras en sentido longitudinal (*bacterias*), otras veces espiral (*Spirillum*), etc. En algunos de estos protofitos han creído reconocer determinados autores cirros vibrátiles, pero el hecho no está comprobado.

Los movimientos descritos no implican la existencia de órganos constantes que los ejecuten; existen, en cambio, masas protoplásmicas libres, desnudas ó provistas de membrana, que están dotadas de movimientos de traslación gracias á la presencia de cirros vibrátiles que las rodean ó se acumulan en una parte de la superficie. Tal sucede en los órganos reproductores de las criptógamas.

Si examinamos una zoospora de *Vaucheria*, la encontraremos formada de una substancia citoplásmica desnuda, coloreada de verde por la clorofila y cubierta exteriormente de cirros vibrátiles que se agitan con gran rapidez y hacen que el órgano reproductor se mueva velozmente en el agua. Lo mismo se observa en muchas otras zoosporas de hongos y de algas. Cuando los cirros desaparecen, la zoospora queda inmóvil.

Los anterozoides, órganos masculinos, están dotados de movimientos análogos.

Los cirros son en número muy variable (fig. 6): hay uno solo en la parte anterior en las zoosporas de los mixomicetos; uno en la parte posterior en las zoosporas de los hongos monoblefáridos, que tienen la forma triangular; dos anteriores en las zoosporas del género *Cladophora* y en los anterozoides de las muscíneas; cuatro anteriores, dos á cada lado, en las zoosporas de *Ulothrix*; muchos en derredor, como en las zoosporas de *Vaucheria*. A veces los cirros se acumulan anteriormente en una zona de protoplasma incoloro, menos denso, que recibe el nombre de rostro.

En el movimiento influyen muchas causas que aumentan ó disminuyen la rapidez; desde luego ejerce influencia la luz, siendo menor la movilidad de los cirros á la luz del sol que con la luz difusa; si se coloca en un tubo agua en que nadan zoosporas y anterozoides y parte del tubo se cubre con un papel negro, el agua se aclara en la zona oscura, porque los órganos reproductores indicados se acumulan en la parte del líquido á que daba la luz. Influye también la mayor ó menor cantidad de oxígeno disuelto en el agua y esta influencia se puede observar en los cultivos donde abundan zoosporas y anterozoides, y hay á la vez criptógamas con clorofila, ó partes verdes de los vegetales en derredor de las que se forma, por la función clorofílica, una zona muy oxigenada.

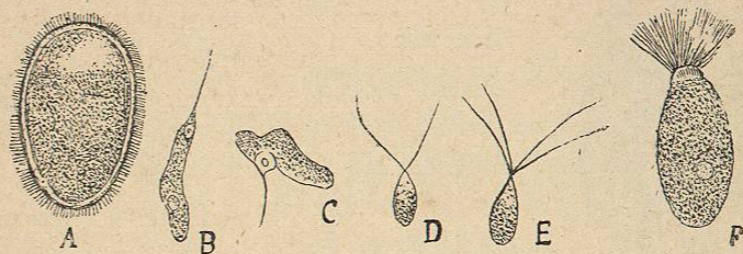


Fig. 6. - Organos reproductores de criptógamas provistos de cirros. - A, zoospora de *Vaucheria*, B y C, zoospora de *Didymium*; D, zoospora de *Cladophora*; E, zoospora de *Ulothrix*; F, zoospora de *Edogonium*.

El movimiento varía, pero es en general rápido; se calcula el de las zoosporas del *Aethalium septicum* en $0^{\text{mm}},70$ á $0^{\text{mm}},90$ por segundo; el de las zoosporas de *Vaucheria* en $0^{\text{mm}},14$ en el mismo tiempo.

Las masas protoplásmicas ciliadas y las colonias celulares de que se forman algunas criptógamas (fig. 7) pueden moverse en diferentes direcciones y variar de dirección, lo que verifican cuando hallan á su paso algún obstáculo.

En algunos cuerpos protoplásmicos envueltos por una membrana, al través de ésta aparecen cirros vibrátiles que pasan por finos agujeritos.

La índole de los movimientos que acabamos de reseñar prueba de un modo elocuente que el protoplasma presenta las mismas condiciones biológicas en los vegetales que en los animales; los seres protoplásmicos no se pueden referir con exactitud á una ó á

otra rama orgánica; sólo se distinguen éstas cuando el protoplasma, siguiendo en su diferenciación uno ú otro camino, ha producido organizaciones pluricelulares complicadas.

Movimientos interiores del protoplasma. — Aparte los que modifican el contorno del cuerpo protoplásmico y los que le trasladan de un punto á otro, se aperciben en el interior de la masa del protoplasma corrientes diversas conocidas desde los comienzos de este siglo, descubiertas por Corti en las caráceas.

Estas corrientes sólo se aperciben en las células que ofrecen grandes vacuolas ó en las que tienen, por hallarse muy adelantadas en su vida, el protoplasma aplicado contra la parte interna de la membrana celular. No las presenta la substancia citoplásmica que rellena por completo la cavidad interna de la célula. Se observan lo mismo en el protoplasma intercelular que en el desnudo de los gérmenes criptogámicos.

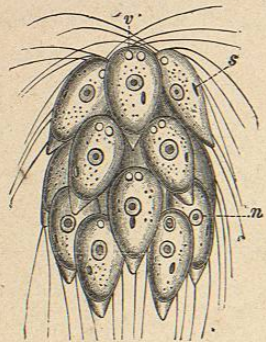


Fig. 7. — *Spondylomorom quaternarium* Ehrb. (Colonia de volocineas aumentada 650 veces.)

Dos clases de corrientes reconocen los autores; de ambas podremos formar idea clara describiendo lo que sucede en el interior de las células verdes que forman el parénquima de las hojas de *Vallisneria spiralis* y lo que sucede en los pelos estaminales de la *Tradescantia virginica*.

En las células verdes de las hojas de *Vallisneria*, cuando se las mira en un corte longitudinal que las hace aparecer rectangulares, y tienen el protoplasma aplicado á la parte interna de la membrana celular y el núcleo en esta misma posición, se observa un movimiento rotatorio del protoplasma, que se percibe muy bien porque la corriente arrastra á los gránulos clorofílicos y al núcleo mismo, que ocupa posiciones distintas según el instante en que le observamos. La vuelta completa del núcleo se verifica en medio minuto próximamente. Este fenómeno recibe el nombre de *rotación del protoplasma* y tiene lugar siempre en la misma dirección. Se observa también en los pelos radicales del *Hydrocharis morsurancæ*, en las células de las hojas de *Elodea canadensis*, en las caráceas y en otras muchas plantas.

En una misma célula pueden observarse zonas protoplásmicas en reposo y otras en movimiento. En las células del género *Chara* se da el caso de que la zona externa sea inmóvil y los corpúsculos clorofílicos que encierra no cambien de lugar; en cambio es móvil la zona interna y arrastra al núcleo en su rotación.

Movimientos más complicados se observan en los pelos estaminales de la *Tradescantia*; cuando el protoplasma forma filamentos reticulados en el interior de la célula, en estos filamentos se mueve en diversas direcciones; las microsomas de un lado del filamento circulan en dirección opuesta á las del otro lado; las variaciones de las corrientes hacen que muchos filamentos desaparezcan soldándose y otros se ramifiquen y subramifiquen, cambiando la disposición del protoplasma. En una misma célula se reconocen corrientes diversas, unas centrífugas, otras centrípetas. En los pelos de la calabaza las corrientes marchan en varias direcciones, siempre paralelas al eje de la célula. El fenómeno se observa también con claridad en las células de los pelos de la celidonia (*Chelidonium majus* L., fig. 8) y en otras muchas plantas, recibiendo el nombre de *circulación del protoplasma*.

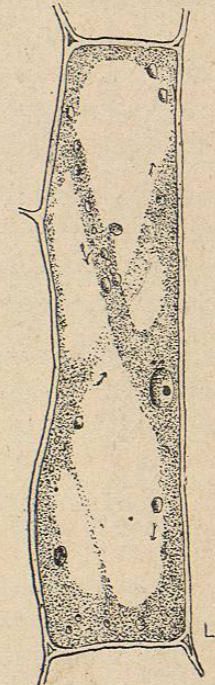


Fig. 8. — Célula de un pelo de *Chelidonium majus*. Las flechas indican la dirección en que circula el protoplasma.

En los plasmodios de los mixomicetos las corrientes internas son muy activas y de diverso grado, pues muchas veces varias pequeñas se reúnen formando una mayor; en el eje de la corriente la rapidez es mayor que hacia los bordes; la velocidad media en el *Didymium serpula* es de diez milímetros por minuto, en otros plasmodios no llega á tanto; á veces la corriente va disminuyendo de velocidad, se detiene y cesa por completo, estableciéndose en seguida una nueva.

Lo mismo en la circulación que en la rotación influye no sólo la planta, sino la temperatura del medio; una baja temperatura detiene las corrientes protoplásmicas; cuando el calor aumenta, la velocidad aumenta también hasta llegar á un límite que oscila

entre 45° y 50°, según experiencias de Sachs y otros autores en los pelos de ortiga, calabaza y tradescancia. El límite inferior es variable también; mientras en la *Nitella syncarpa* los movimientos tienen lugar á 0°, en la calabaza cesan á 10° ó 12°.

Para una temperatura igual, la circulación varía en las diferentes plantas; á 15° por ejemplo, según Van Tieghem, es de 1^{mm},630 por minuto en la *Nitella flexilis*; de 0^{mm},543 en los pelos radicales del *Hydrocharis morsus-ranae*; de 0^{mm},225 en las hojas de *Vallisneria spiralis*; de 0^{mm},094 en las del *Ceratophyllum demersum* y de 0^{mm},009 en las del *Potamogeton crispus*.

El núcleo y los corpúsculos que se forman en el interior de las células á expensas del protoplasma, tales como la clorofila y el almidón, tienen á veces movimientos independientes por completo de los del protoplasma, debidos en ciertos casos á la acción de la luz. El núcleo se mueve, arrastrado por los filamentos protoplásmicos que se originan al ganar espacio las vacuolas, algunas veces en dirección contraria á las corrientes, hasta quedar aplicado contra la pared celular. Cuando se mueve impulsado por la rotación del protoplasma cambia de forma continuamente.

III. — EL NÚCLEO

PROPIEDADES FÍSICAS. — Tiene forma redondeada, unas veces esférica, otras lenticular; se diferencia con claridad del protoplasma que lo envuelve, como si le rodeara una membrana y se percibe en su interior frecuentes veces un punto central más refringente que es el *nucleolo*. Varía la posición y el volumen del cuerpo nuclear según la edad de la célula; en las jóvenes está situado en el centro; en las más viejas adosado á la pared de la membrana celular. Es más voluminoso cuando la célula se halla en la plenitud de su vida; pero al aumentar las dimensiones de aquélla el núcleo permanece estacionado en su volumen, pareciendo al fin muy pequeño. Calculan los autores que un término medio aproximado del volumen es el comprendido entre 0^{mm},004 y 0^{mm},038, correspondiendo los núcleos mayores conocidos á las liliáceas y á las orquídeas.

No siempre existe el núcleo, si bien cuando falta se halla dis-

minada por el protoplasma la substancia que le constituye. Su pequeñez ha hecho que escapara á la observación en las células de algunas plantas del tipo de las talofitas. En ciertas criptógamas, como en las bacterias, en las cianofíceas y en los sacaromicetos, falta el núcleo. En cambio, son muchas las ocasiones en que una célula contiene muchos núcleos (fig. 9), ya de un modo permanente, ya sólo de una manera accidental; pueden reunirse á veces algu-

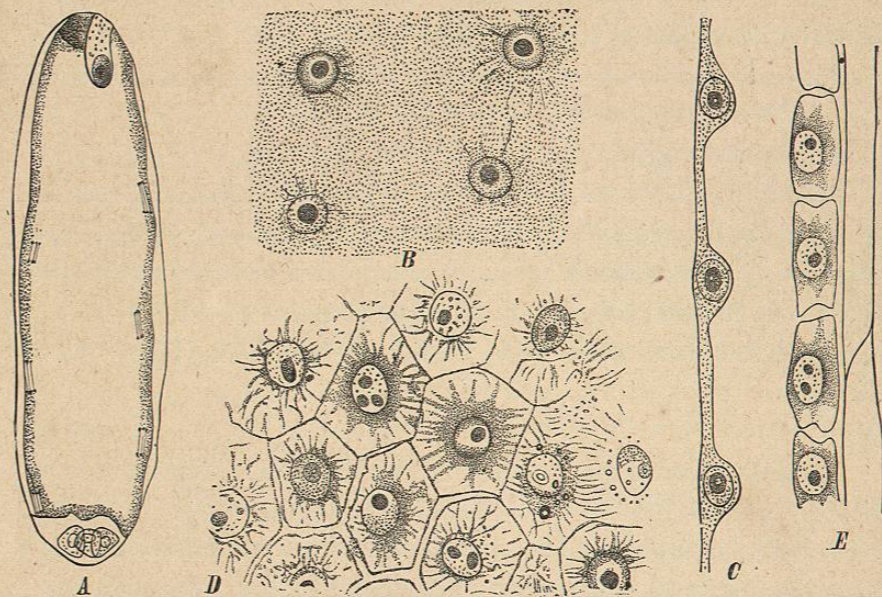


Fig. 9. — Producción de núcleos múltiples en el saco embrionario del *Myosurus minimus*. — A, bipartición de núcleos en la capa parietal; B, núcleos múltiples en la capa parietal, vista de frente, después de la bipartición; C, los mismos vistos en sección longitudinal; D, formación de membranas celulares en la masa protoplásmica polinucleada, vista de frente; E, la misma en sección longitudinal.

nos miles. Ejemplo de ello nos ofrece el saco embrionario de determinadas plantas leguminosas, la judía entre ellas.

Participa el núcleo de muchas de las propiedades físicas del protoplasma, ofreciendo idénticos fenómenos ósmicos, de imbibición y elasticidad á los que en aquella substancia estudiamos.

ESTRUCTURA. — La substancia constitutiva del núcleo es un *carioplasma*, *hialoplasma* con *cariosomas* en él diseminadas, más ó menos próximas según el grado de concentración de la substancia. Es de notar que la constitución del núcleo es en términos generales