

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 dise-

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-

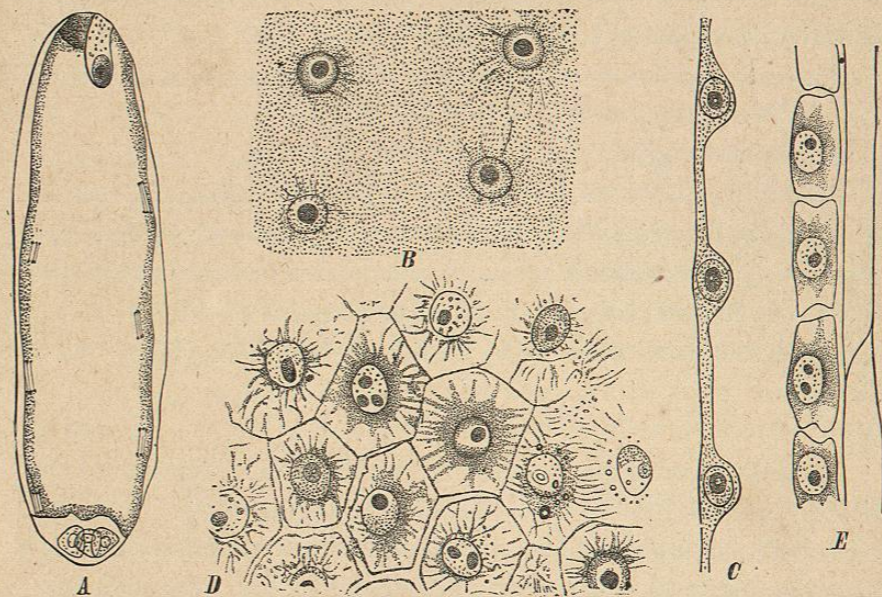


Fig. 9. — Producción de núcleos múltiples en el saco embrionario del *Myosurus minimus*. — A, bipartición de núcleos en la capa parietal; B, núcleos múltiples en la capa parietal, vista de frente, después de la bipartición; C, los mismos vistos en sección longitudinal; D, formación de membranas celulares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

idéntica á la del protoplasma; sólo difiere en la naturaleza de los microsomas, estando los del núcleo sometidos á movimientos de traslación que han sido observados por Pouchet en algunas peridíneas.

La substancia albuminoidea de que se compone el núcleo se denomina *nucleína* ó substancia nuclear y aun *cromatina*; es la que forma el esqueleto por decirlo así, la trama de aquel órgano celular; entre ella se coloca una materia más ó menos acuosa que rellena todos los espacios y que se puede llamar *jugo nuclear*. La proporción entre las dos substancias es causa de los cambios de aspecto que el núcleo experimenta según las plantas. La nucleína se dispone formando gránulos redondeados, filamentos más ó menos gruesos, muy aparentes á veces, como sucede en los pelos estaminales de la *Tradescantia*; en ocasiones también el núcleo tiene vacuolas, con su nucleolo y éstas asemeja una pequeña célula dentro de otra mayor. La estructura filamentosa es en los núcleos sumamente frecuente, sobre todo cuando se hallan en vías de multiplicación.

COMPOSICIÓN Y REACCIONES. — Es análoga la composición química del núcleo á la del protoplasma; puede resumirse como sigue: una substancia albuminoidea mezclada á cierta cantidad de agua y con no pequeña proporción de sales disueltas. La substancia albuminoidea es especial, muy rica en fósforo; se le conoce con el nombre de nucleína y se la formula $C^{58} H^{49} N^9 O^{44} Ph^3$; los caracteres que la diferencian de los demás albuminoides son: la insolubilidad en el agua y en los ácidos minerales muy diluidos, y el ser muy soluble en los álcalis débiles, en el amoníaco y en los ácidos nítrico y clorhídrico concentrados.

Como el protoplasma se colorea en amarillo cuando se la trata primero por el ácido nítrico y después por el amoníaco; en rojo más ó menos intenso si se somete á la influencia del ácido sulfúrico; el reactivo de Millon le tiñe de rojo obscuro, y de violeta el ácido sulfúrico si antes actúa una solución azucarada. En cambio ciertos reactivos, aun cuando ejerzan también acción idéntica sobre el protoplasma, permiten distinguir el núcleo. Determinadas materias colorantes hacen que el carioplasma tome coloración más intensa

que el citoplasma; el ácido acético da gran brillantez al núcleo, y en cambio disuelve al protoplasma.

A veces se producen en la masa nuclear cuerpos extraños que indican la existencia en aquel punto de una actividad química semejante, aunque mucho menor, á la actividad protoplásmica. Obsérvanse granos de clorofila que dan coloración verde (hojas de *magnolia*, frutos de *alquequenje*, etc.); gránulos de almidón (*Tradescantia*); gotitas de grasa (*Arum*); materias colorantes, tанино, etc., y aun una substancia albuminoidea especial cristalizada (*Utricularia pinguicula*).

MULTIPLICACIÓN DEL NÚCLEO. — En la división de las células influye eficazmente la segmentación del núcleo, que precede á la celular; este hecho es conocido desde hace mucho tiempo, revelado especialmente por los trabajos de Strasburger. En una masa protoplásmica pueden existir, de un modo permanente ó de un modo accidental, muchos núcleos procedentes todos de uno primitivo; en la generalidad de los casos, á la segmentación nuclear sigue la concentración en derredor de cada segmento del protoplasma y la formación de tantas células como núcleos han resultado.

Se verifica también en los vegetales el caso contrario, el de que varios núcleos procedentes de uno, se fundan apenas formados; este caso puede observarse en el saco embrionario de la generalidad de las angiospermas.

La multiplicación del núcleo se verifica de dos maneras: de un modo directo é inmediato, alargándose y dividiéndose en fragmentos, ó previos ciertos preparativos en la substancia nuclear, tras de los cuales esta substancia se concentra en dos puntos distintos.

La fragmentación del núcleo no entraña relación con el protoplasma que le rodea y suele continuar después de formarse dos fragmentos en cada uno de los primeros, dando lugar así á muchos núcleos. Este hecho se observa bien en las células internodales de las criptógamas del género *Chara*, en las células adultas del parénquima de ciertas fanerógamas como las del género *Orchis*, *Tradescantia*, *Allium*, etc.

Cuando la bipartición se verifica del modo normal, va precedi-

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

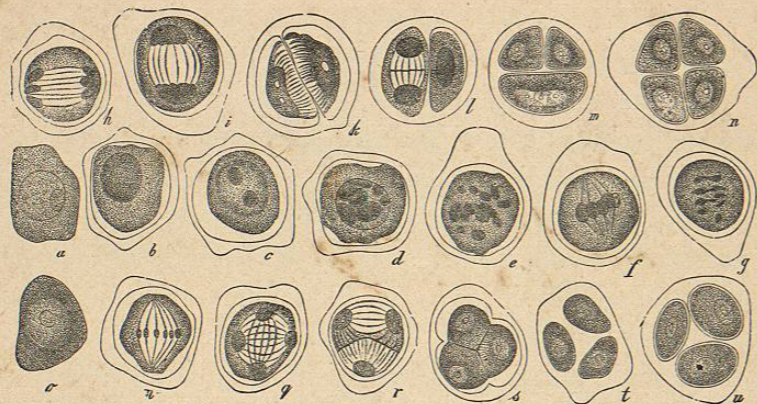


Fig. 10 - Casos diversos de la segmentación del núcleo, en las células polínicas. - *a, n*, en el *Alium narcissiflorum* Vill; *o, u*, en la espuela de caballero (*Tropaeolum maius* L.)

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