

membrana, en tanto que el cuerpo de la *noctiluca* toma la forma de un disco. Las esferas y las verrugas se forman, por tanto, á expensas del contenido protoplasmático del disco, que va disminuyendo á medida que avanza la formación de esporos. Estos se desprenden por último en forma de esporos movibles con núcleo y apéndice cilíndrico libre, para transformarse en *noctiluca*, después de atravesar una serie de modificaciones que no nos son conocidas todavía. Según Cienkowski se efectúan fenómenos de conjugación,

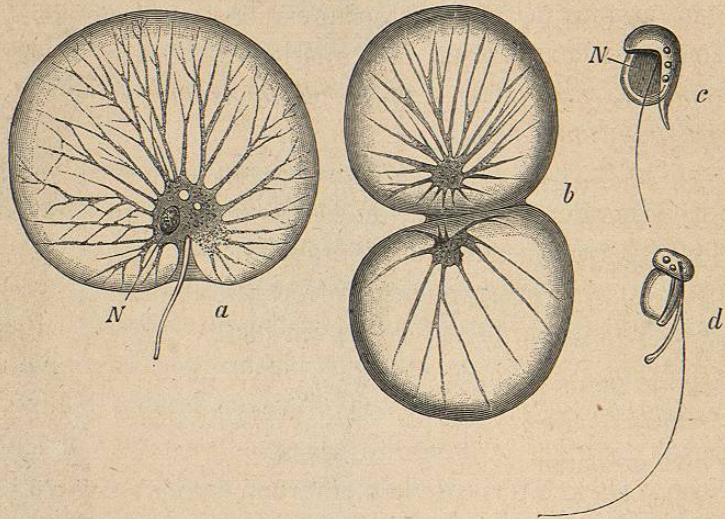


Fig. 172. — *Noctiluca miliaris*, en parte según Cienkowski. *a*, animal único; *b*, conjugación de dos individuos; *c* y *d*, dos zoosporos; *N*, núcleo.

tanto entre las formas normalmente construídas como entre las enquistadas.

Las *noctilucas* deben el nombre á su poder fotogeno, facultad que como ellas tienen una multitud de animales marinos, como las medusas, pirósomas, etc. La luz procede de la capa periférica del protoplasma. En circunstancias adecuadas suben desde el fondo á la superficie del mar en cantidad tan extraordinaria, que la superficie del mar toma un tinte rojizo en una vasta extensión, y después de puesto el sol, y especialmente durante las noches oscuras, ofrece el admirable fenómeno del mar luminoso.

La especie *N. miliaris* está muy esparcida en el mar Báltico y en el Océano Atlántico. Es muy afine á ella el *Leptodiscus medusoides* del Mediterráneo (R. Hertw).

II. SUBCLASE. CILIADOS, CILIATA (1) (INFUSORIOS VIBRÁTILES)

Infusorios cubiertos de pestañas; con boca y ano; cuerpo sarcódico de conformación complicada (con endoplasma y ectoplasma), con núcleo y núcleo de reemplazo (nucleolo).

Los apéndices locomotores más frecuentes son pestañas vibrátiles muy finas, que dispuestas linealmente cubren toda la superficie y le dan un aspecto finamente estriado. Comúnmente son más gruesas las pestañas en las inmediaciones de la boca, y se agrupan formando una orla de pelos gruesos, *zona vibrátil adoral*, que en el acto de nadar producen un movimiento de torbellino y atraen hacia la abertura bucal las sustancias necesarias para la alimentación (fig. 173). En los infusorios sesiles adquiere mucho más desarrollo esta zona; así, por ejemplo, en los *vorticelos*, que no tienen revestimiento ciliar uniforme en toda la superficie. En estos animales hay una ó varias coronas de pestañas

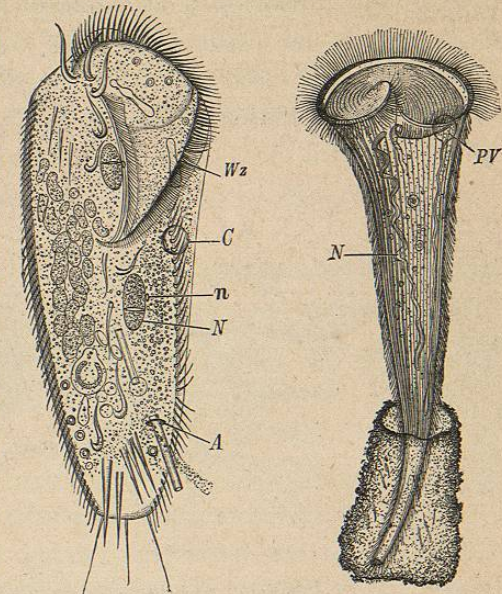


Fig. 173. — *Stylonychia mytilus*, según Stein, vista por la cara ventral. *Wz*, zona vibrátil adoral; *C*, vacuola contráctil; *N*, núcleo; *n*, nucleolo; *A*, ano.
Fig. 174. — *Stentor Roesei*, según Stein. *O*, abertura bucal con tubo esofágico; *Pv*, vacuola pulsátil; *N*, núcleo.

(1) Véase además de Ehrenberg, Claparede, Lachmann, Butschli, loc. cit., especialmente á F. Stein: *Der Organismus der Infusionsthierchen*, t. I y II, Leipzig, 1859 y 1867; M. Nussbaum: *Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde*, Bonn, 1884; A. Gruber: *Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. 40, 1884; el mismo: *Beiträge zur Kenntniss der Phys. und Biol. der Protozoen*. *Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg*, tomo I, 1886; el mismo: *Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien*, ídem, tomo III, 1887; E. Maupas: *Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés*. *Arch. de zool. experim.*, 2.^a serie, tomo I, 1883; el mismo: *Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés*, ídem, tomo IV, 1888.

en el borde de una válvula prominente á manera de opérculo, á la que sigue una orla de pestañas inferior más próxima á la boca. En los infusorios que nadan libremente se agregan á las pestañas finas y á las zonas vibrátiles otros pelos más gruesos, cerdas rígidas, estiletos y ganchos más ó menos arqueados, que sirven para arrastrarse sobre los objetos exteriores y agarrarse á ellos.

Algunos infusorios sesiles, como el *Stentor* (fig. 174) y *Cothurnia*, segregan una escama exterior, ó estuche, dentro del cual se recogen.

La absorción de los alimentos rara vez se efectúa por endosmo-

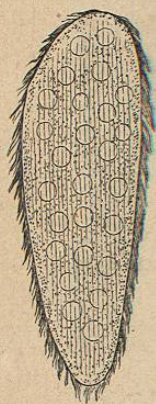


Fig. 175. - *Opalina ranarum*, según W. Engelmann.

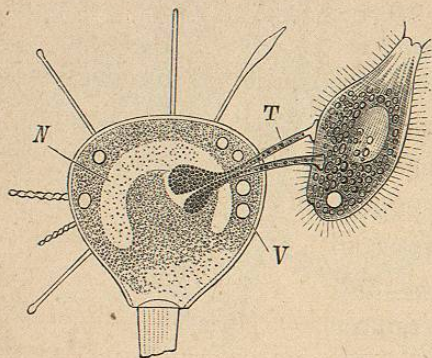


Fig. 176. - *Acineta ferrumequinum* Ehrbg., chupando á un infusorio pequeño (*Enchelys*), según Lachmann. T, tentáculos chupadores; V, vacuolas; N, núcleo.

sis, á través de toda la superficie tegumentaria, como, por ejemplo, en los *opalinos*, que viven parasitariamente (fig. 175). Los *Acinetos*, que por carecer de abertura bucal no pueden ingerir cuerpos sólidos, tienen en la superficie un número mayor ó menor de tubitos alargados y de estilos contráctiles, con los cuales se adhieren á los organismos extraños y chupan los jugos necesarios para su alimentación (fig. 176). La mayoría de los infusorios tienen abertura bucal, casi siempre cerca del polo anterior, y otra abertura que ejerce las funciones de ano, perceptible en forma de hendidura, en un punto determinado del cuerpo, en el acto de la expulsión del bolo excrementicio.

El parenquima del cuerpo, rodeado por la piel, se divide en un exoplasma granuloso y viscoso, y en un endoplasma más fluido y

transparente, en el cual penetra frecuentemente un esófago fino y más rara vez sostenido por bastoncillos sólidos (*Chilodon*, *Nassula*) (fig. 177). Por este esófago llegan al endoplasma los alimentos englobados en forma de bolo alimenticio, y bajo la influencia de la contractilidad del cuerpo sufren un movimiento lento de rotación, son digeridos, y los residuos inútiles son expulsados por la abertura anal. No existe tubo intestinal limitado por paredes especiales, ni tampoco estómagos múltiples, como los que atribuye Ehrenberg á su *Infusoria polygastrica*, engañado por los bolos alimenticios. En los casos en que se ha descrito un tubo intestinal, se trata sólo de cordones y trabéculas especiales del interior del parenquima, que entre sus lagunas claras contiene espacios llenos de líquido.

El exoplasma fluido viscoso debe ser considerado como la base motriz y sensitiva del cuerpo, en la cual aparecen diferenciaciones semejantes á músculos (*Stentor*, *pedúnculo de los vorticelos*). Rara vez es el asiento de pequeños cuerpos en forma de bastoncillos (por ejemplo *Bursaria leucas*, *Nassula*), comparables á los órganos urticados de los *turbelarios* y *celenterados*. La capa cortical presenta además, como diferenciaciones, las *vacuolas contráctiles*, que aparecen únicas ó múltiples, en determinadas partes del cuerpo. Son espacios transparentes, llenos de líquido, casi siempre redondos, que se achican y desaparecen para aparecer de nuevo y crecer hasta adquirir sus anteriores dimensiones. Generalmente están unidas las vacuolas contráctiles á lagunas vasculiformes, que se hinchan notablemente durante la contracción de las vacuolas (fig. 186). Se atribuye á estas diferenciaciones una significación análoga á la del sistema vascular de los rotíferos y *turbelarios*, y se las considera como órganos excretores. Esta interpretación tiene á su favor el hecho de que en algunos casos la vacuola contráctil desagua por una abertura pequeña en la superficie y por ella salen gránulos al exterior.

Los *núcleos* y *nucleolos* están alojados en el endoplasma del cuerpo de los infusorios. El *núcleo*, comparado desde hace algunos años al núcleo de las células simples, es un cuerpo único ó múltiple, de forma y situación determinadas. Redondo unas veces y otras oval, elíptico ó en forma de herradura ó de cinta, ó bien di-

Fig. 177. - *Chilodon cucullus*, según Stein, con esófago en forma de nasa. N, núcleo con nucleolos; del ano salen residuos excrementicios.

vidido por estrangulación en una serie de porciones, encierra una substancia finamente granulada, viscosa, rodeada de una membrana delgada, de la cual, según la errónea opinión de Balbiani y Stein, podrían salir huevos ó esferas germinativas. El *nucleolo*, llamado también núcleo accesorio ó núcleo supletorio, varía también de forma, situación y número en cada especie. Es siempre mucho más pequeño que el núcleo, y muy refringente; por regla general está situado inmediatamente al lado del núcleo ó engastado en una cavidad de éste. El núcleo y el nucleolo desempeñan un papel importante en la reproducción de los infusorios y especialmente en la *conjugación*.

La reproducción de los infusorios se efectúa principalmente por división; los nuevos productos quedan unidos unos con otros y con el animal madre, formando así colonias de infusorios, como las de *Epistylis* y *Carchesium*. La segmentación es lo más frecuentemente transversal (perpendicular al eje longitudinal), como en las *oxitriquinas*, *estentores*, etc., y se realiza mediante cambios y neoformaciones determinadas, previa la fusión y división de los núcleos por una parte y de los nucleolos por otra (fig. 178). En la *Stylonychia*, por ejemplo,

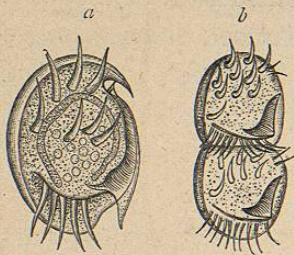


Fig. 178. - a, *Aspidisca lyncaster*, según Stein; b, *Aspidisca polystyla* en segmentación, según Stein.

antes de que se haga la división se forma la nueva zona vibrátil en la mitad posterior del cuerpo, y se completan los estilos, ganchos y cerdas del ano y de la boca.

Con menos frecuencia se verifica la división en sentido longitudinal (*vorticelinos*) (fig. 179 a y b) y mucho más raras veces en sentido diagonal. A la reproducción asexual precede á menudo un enquistamiento que es de mucha importancia para la conservación de los infusorios en el caso de evaporación del agua ambiente ó en el de falta de alimento. El animal contrae las pestañas y encoge el cuerpo hasta dejarlo reducido á una masa esférica y segrega un quiste transparente, que se endurece y dentro del cual se mantiene en aire húmedo. En el agua se divide luego el contenido en un gran número de fragmentos, que al romperse el quiste quedan en libertad, constituyendo otros tantos individuos. Mediante la división

artificial se consigue también dividir el animal en dos ó más individuos, que á poco tiempo se regeneran hasta formar infusorios normales (*Oxytricha*, *Stentor*); pero es necesaria para la completa regeneración la presencia de un núcleo ó de un fragmento de núcleo.

La *gemmación* es un proceso de reproducción que se observa especialmente en infusorios sesiles. La yema se eleva en forma de prominencia en cualquier parte del núcleo y del nucleolo. En la *Podophrya* se forman á la vez muchos de estos retoños que se desprenden de la pared del animal madre en forma de zoosporos (fig. 180). Los zoosporos de los *Sphaerophrya* penetran en el interior de otros infusorios, como los *Paramæcium* y *Stylonychia*, etc., se alimentan á expensas del núcleo engrosado y forman por división retoños, que esporifican y han sido considerados durante mucho tiempo por Stein como embriones zoospóricos de *Stylonychia* (fig. 181 b y c).

Se encuentran muy generalizados los fenómenos de conjugación observados por Leeuwenhoek y O. F. Muller, y á los que van unidas ciertas modificaciones del núcleo y del nucleolo, que han dado ocasión á que se dé equivocadamente á aquellos cuerpos la significación de ovarios y testículos. En realidad se trata de una reproducción sexual (fecundación del huevo) en la que el cambio de la substancia nuclear y la regeneración del núcleo resulta de parte del nucleolo, que funciona como núcleo de reposición. Hay que distinguir, sin embargo, dos formas de unión: la *copulación*, que consiste en la completa fusión de dos individuos y en la fusión permanente de sus núcleos,

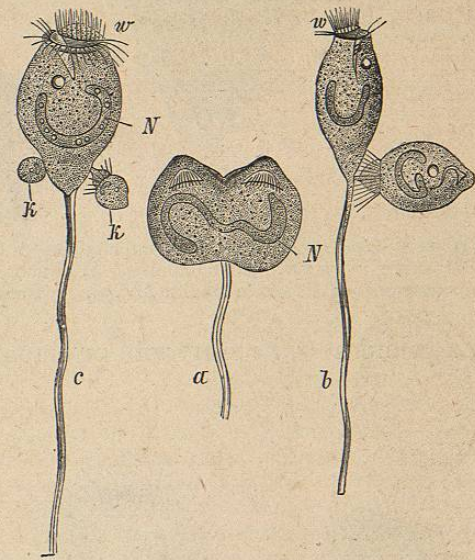


Fig. 179. - *Vorticella microstoma*, según Stein; a, en división; N, núcleo. El aparato bucal es de nueva formación en las dos mitades. - b, está terminada la división; el nuevo individuo se desprende después de haberse formado una corona de pestañas en la parte posterior; W, órgano vibrátil. - c, la vorticela en estado de conjugación gemmiforme; K, los nuevos retoños adheridos.

y la *conjugación*, en que los individuos se unen sólo transitoriamente y experimentan siempre una regeneración de sus núcleos.

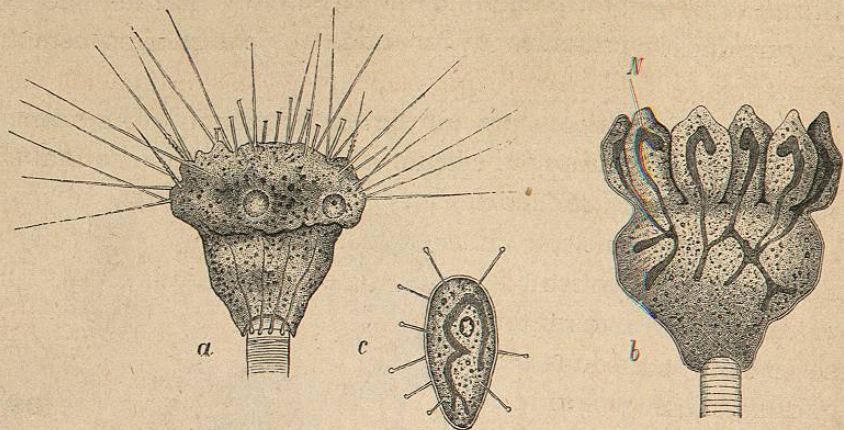


Fig. 180. - *Podophrya gemmipara*, según Hertwig. *a*, con los tubos chupadores y tentáculos en extensión, y dos vacuolas contráctiles. - *b*, el mismo con retoños maduros, en los que penetran prolongaciones del núcleo ramificado (*N*). - *c*, zoosporo libre.

La primera se ha observado principalmente en los vorticelinos y

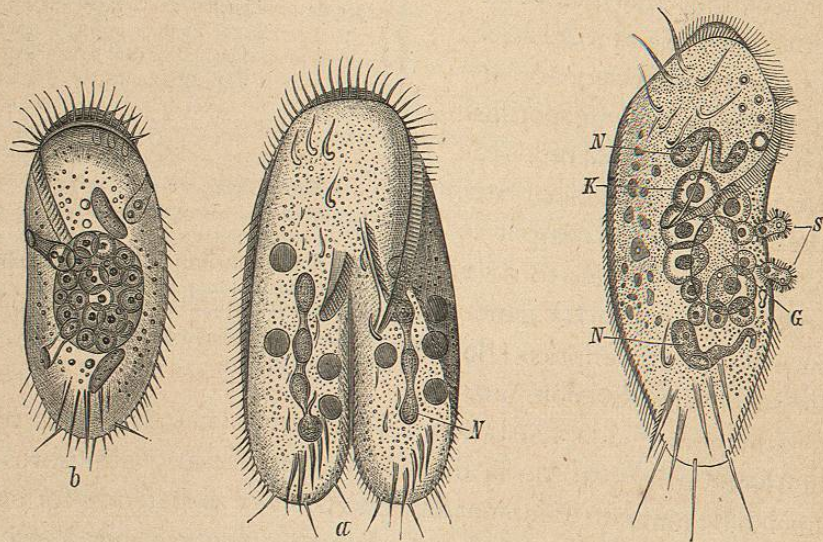


Fig. 181. - *a*, *Stylonychia mytilus* en estado de conjugación. El núcleo (*N*) en estado de división (presuntos huevos de Balbiani); los nucleolos divididos en cuatro esferas (presuntas cápsulas seminales). - *b*, una *Stylonychia* llena de *Spherophrya* parasitaria, según Balbiani. - *c*, *Stylonychia mytilus* con *Spherophrya* esporificada (*S*); *K*, gérmenes de la última sin desarrollar; *N*, núcleo de *Stylonychia*; *G*, abertura sexual.

también en los hipotricos (*Stylonychia*), á la vez que la conjugación, y podría no ser distinta de análogos fenómenos frecuentes en

los vegetales. La conjugación de dos infusorios se efectúa de distintas maneras y da lugar á una fusión más ó menos completa, á la que sigue más tarde, después de la regeneración del núcleo, un acto de división casi siempre repetido. Los paramecios, estentores y espirostomas adaptan recíprocamente en la conjugación sus superficies abdominales; otros infusorios de cuerpo plano, como los *oxitriquinos* y *quilodontos*, ejecutan una conjugación lateral (figura 181 *a*), al paso que los *Enchelys*, *Halteria* y *Coleps* se adaptan por el extremo anterior del cuerpo; la conjugación es en ellos terminal y con el aspecto de una segmentación transversal. En los *vorticelinos* y *tricodinos*

se efectúa una conjugación lateral, pocas veces entre individuos de tamaño desigual, pudiendo ofrecer la apariencia de una gemmación (conjugación gemmiforme) (fig. 179 *c*).

Las modificaciones que experimentan el núcleo y el nucleolo durante y á consecuencia de la conjugación, han

sido minuciosamente observadas en el *Stylonychia* y el *Paramacium* (figs. 181 *a* y 182). Cuando existen varios núcleos se fusionan en un solo cuerpo elíptico (Balbiani), cuya substancia adquiere, antes de su ulterior división, una estructura finamente fibrosa (Butschli), á la manera que la substancia del núcleo de las verdaderas células adquiere en el acto de la división un aspecto estriado fibroso. El nucleolo aumenta también de dimensiones, al par que forma una estriación fina, se convierte en un huso nuclear, y por lenta y repetida división da origen á la formación de un gran número de husos nucleares, algunos de los cuales, así como los fragmentos de los núcleos, mueren ó se eliminan y otros contribuyen á la formación del nuevo núcleo.

En el *Paramacium Aurelia*, según las observaciones de Gru-

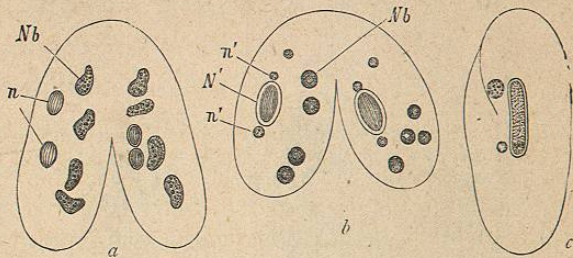


Fig. 182. - Estados de conjugación del *Stylonychia mytilus*, á pequeño aumento (tratados con el ácido acético), según Butschli. - *a*, forma de conjugación con dos cápsulas nucleares; *Nb*, cuatro fragmentos de núcleo en cada individuo. - *b*, forma de conjugación con cuatro cápsulas nucleares, de las cuales una *N'* llegará á ser un nuevo núcleo y *n'* los nucleolos; *Nb*, los cuatro fragmentos del núcleo antiguo. - *c*, *Stylonychia* en el sexto día después de terminada la conjugación, con núcleo y dos nucleolos.

ber (1), se adaptan dos fragmentos fusiformes del nucleolo en el punto de contacto de los individuos conjugados, estableciéndose entre ellos un cambio recíproco de la substancia nuclear (figura 183, 4); según la opinión de antiguos observadores, se efectúan

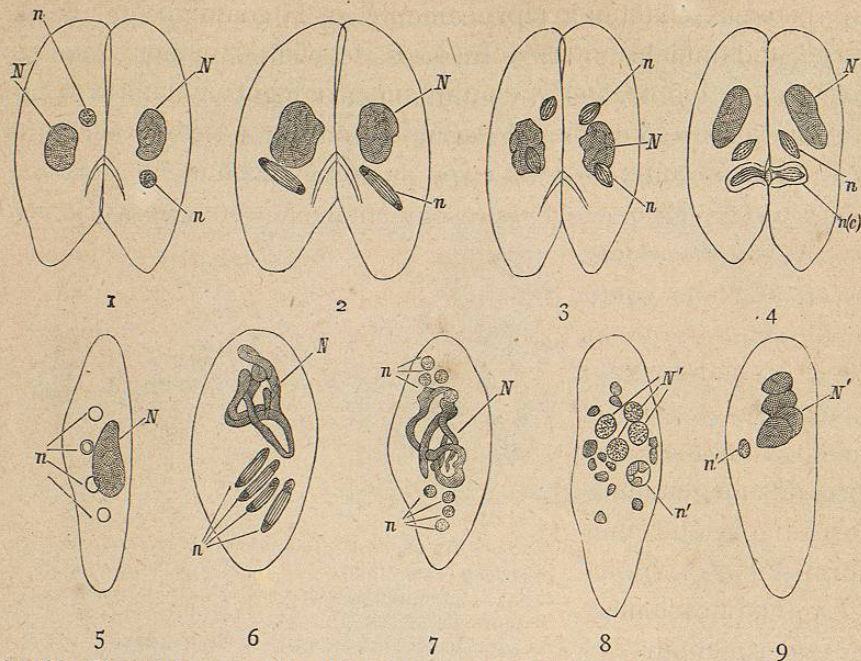


Fig. 183.—Proceso de conjugación del *Paramacium Aurelia*, según Gruber. 1, primer período; 2, período más avanzado: los nucleolos se hacen fusiformes; 3, los nucleolos fusiformes se dividen en dos; 4, dos de ellos se ponen en contacto y establecen cambio recíproco de substancia; 5, período posterior á la creación de la conjugación con cuatro esferas nucleares del nucleolo; 6, las cuatro esferas toman la forma fusiforme; 7, de los cuatro cuerpos fusiformes se forman por segmentación ocho esferas nucleares: el núcleo antiguo ha caído en disgregación; 8, cuatro de aquellas esferas se reúnen para formar el nuevo nucleolo; 9, las otras cuatro aumentan de volumen y forman el nuevo núcleo. — *N*, núcleo y productos de su disgregación; *n*, nucleolo y sus fragmentos de segmentación; *n(c)*, nucleolo en conjugación; *N'* *n'*, núcleo y nucleolo de nueva formación.

tuaría una transmigración y cambio de los nucleolos. Más tarde se vuelven á separar los nucleolos y aparecen en forma de pequeños cuerpos retraídos y sin estriación, pero posteriormente vuelven á convertirse en núcleos fusiformes que se segmentan (figura 183, 6 y 7). Los fenómenos de regeneración del núcleo no se

(1) A. Gruber: *Der Conjugationsprozess bei Paramacium*. Bericht der naturf. Gesellschaft in Freiburg, tomo II, 1886; L. H. Plate: *Ueber einige an den Kiemenblättern von Gammarus pulex lebende Ectoparasiten*. Zeitschr. für wiss. Zool., t. 43; el mismo: *Protozoenstudien*. Habilitationsschrift, Jena, 1888.

realizan en su mayor parte hasta después de cesar la conjugación. En el *Paramacium Aurelia* los individuos independientes, después de cesar la conjugación, poseen, además del núcleo primitivo (gran núcleo) cuatro nucleolos, que también sufren segmentación. El núcleo antiguo crece hasta formar una cinta flexuosa, que se divide en fragmentos, en tanto que cuatro de las esferas claras procedentes del nucleolo se funden en un nuevo nucleolo (fig. 183, 8), según Butschli, quedando sólo uno de ellos como nucleolo, y los otros cuatro se agrandan y reúnen en un nuevo núcleo grande (fig. 183, 9).

Luego que cesa la conjugación viene un período de repetidas divisiones, y según han demostrado las extensas y minuciosas investigaciones de Maupas, existe una perfecta regularidad en la sucesión de los fenómenos de conjugación y división; los cuales no se efectúan arbitrariamente en una época cualquiera, sino que conducen á la degeneración del organismo sin que se interponga una nueva conjugación. Los infusorios se van reduciendo á dimensiones cada vez menores, al cabo de cierto número de divisiones; varían la forma del cuerpo y la del núcleo; pierden una parte de las pestañas vibrátiles y la aptitud para apoderarse de los alimentos.

Finalmente, si no ha acaecido á su debido tiempo la conjugación que ha de salvarlos, sobreviene la muerte natural á consecuencia de degeneración senil. Existen en los organismos unicelulares condiciones análogas á las de los metazoarios, cuyas células se conjugan recíprocamente (reproducción sexual), dando origen á generaciones celulares que se multiplican por divisiones repetidas, y la diferencia consiste sólo en que en el primer caso cada célula representa á la vez la célula formativa y la germinativa, al paso que en los metazoarios están separadas las células formativas y las germinativas, hallándose las primeras en toda la serie generativa reunidas en un organismo que encierra las células germinativas. Esta

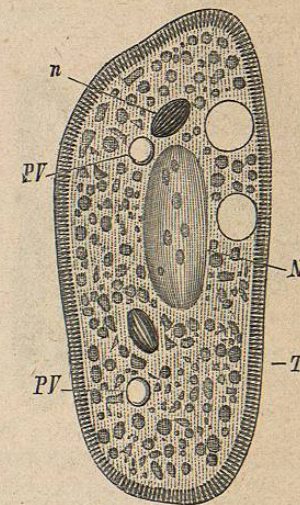


Fig. 184.—*Paramacium bursaria*, una hora después de cesar la conjugación, según Butschli. *N*, núcleo; *n*, nucleolo; *PV*, vacuola pulsátil. Dos de las cápsulas nucleares se han convertido en esferas transparentes. *T*, trichocisto.