

REVISTA ARGENTINA

DE

CIENCIAS NATURALES

DIRECTOR

ANTONIO SERRANO

SUMARIO

La Dirección: Nuestra labor.	Pag 1
Joaquín Frengüelli: Generalidades sobre las diatomeas.	3
* * * Los huevos de mosquitos "Culex".	27
* * * Sobre dos coleópteros de la zarzaparrilla colorada.	29



Dirección y Administración 25 de Junio 188—Paraná

F. 29

GENERALIDADES SOBRE LAS DIATOMEAS

POR EL Dr. JOAQUIN FRENGUELLI

Profesor en la Facultad de Ciencias de la Educación
de la Universidad Nacional del Litoral

Las Diatomeas, llamadas también Bacillarieas por los autores alemanes, forman una clase de organismos unicelulares, casi siempre microscópicos y sumamente difundidos.

Su conocimiento data de no mucho tiempo atrás, pero gracias a un gran número de apasionados cultores, en pocos años ha realizado un desarrollo extraordinario, tanto que en la actualidad quizás no existe grupo de organismos mejor conocido. Su progreso reciente se debe al maravilloso perfeccionamiento del microscopio, perfeccionamiento a su vez ligado íntimamente al estudio de las Diatomeas y al esfuerzo de los Diatomeólogos, empeñados en definir e interpretar cada vez mejor la delicada estructura del frústulo silíceo de estos pequeños seres.

Como precursores de la Diatomeología debemos considerar a Joblot (1718), Baker (1753), O. F. Müller (1773), A. G. Roth (1788), Loureiro (1790) y Bruguière (1791), quienes describieron algunos "infusorios" que luego fueron reconocidos como Diatomeas. Nuevas especies fueron agregadas al comienzo del siglo XIX por obra de Girod Chantrens (1802), Dillwyn (1809), Roxburgh (1814), Nitzsch (1817), Lyngbye (1819), Greville (1823), Agardh (1824), Fries (1825) y Turpin (1828). Pero la Diatomeología entra en su fase moderna con las notables contribuciones de Ehrenberg (1831-1875), Greville (1833-1866), Kützing (1833-1852), Brébisson (1835-1872), Ralfs (1844-1864), Pritchard (1845-1861) y Meneghini (1846-1853).

Pero en esta época aún permanecía en discusión si las Diatomeas debíanse considerar entre las plantas o entre los animales. Los primeros observadores las consideraron como animales y como tales fueron proclamados por Ehrenberg y por Meneghini; mientras los botánicos, entre otros Dillwyn, Greville y Kützing, la consideraron como plantas del grupo de las

algas. Es interesante notar que Kützing, en un principio, sostuvo una curiosa teoría que tiene cierta analogía con el concepto de los "nemazoarios" de Bory de Saint Vincent, de la "materia verde" de Priestley, y de las "metamorfosis" de Agardh, conceptos que, a su vez, fueron inspirados por aquella deficiencia de caracteres diferenciales entre animales y plantas inferiores que indujo a Haeckel a fundar el reino de los "protistas", en el cual cupieron también los Diatomeas.

Kützing sostuvo que no existe diferencia esencial entre los animales y las plantas y que un mismo ser, en las distintas épocas de su desarrollo, puede inclinarse hacia una u otra de estas dos formas de la vida. Decía que todo ser orgánico está a la vez constituido por elementos vegetales y animales y, según prevalezcan estos o aquellos, resultará en definitiva un animal o una planta. Consideraba que estas condiciones se verificaban también en las primeras fases del desarrollo de los seres superiores, mientras en los inferiores las mismas condiciones quedaban como carácter permanente, debido a que en ellos los dos elementos se equilibran. Las Diatomeas, según Kützing, se encontrarían en estas condiciones, y, por lo tanto, no se podría atribuir en modo absoluto ni a los animales ni a las plantas, formando el eslabón intermediario entre ambos grupos biológicos.

He recordado esta teoría como simple curiosidad histórica puesto que en la actualidad ya nadie discute el carácter de plantas para las Diatomeas: sus notables analogías con las algas filamentosas, especialmente de los géneros *Hyalotheca*, *Spirogyra* y *Zygnema*, su forma de respiración, y de reproducción, los caracteres de su endocroma, las colocan definitivamente en la gran familia de las Algas.

Las Diatomeas viven en todas partes donde haya agua o suficiente grado de humedad necesario para sus actividades metabólicas. Las encontramos en los mares, en los lagos, en los ríos, en los pantanos, en los charcos, sobre las rocas, las plantas y el suelo húmedos; tanto en las aguas transparentes como en las turbias, en las de deshielo de las montañas y de las regiones polares como en aquellas calientes de las fuentes termales. Desecadas, pero por largo tiempo en condiciones de tornar a la vida tan pronto como vuelven las condiciones favorables, los hallamos sobre las superficies áridas y en el pulvíscolo atmosférico de los continentes y del océano, transportadas por el viento a considerables distancias.

Por su notable resistencia a la desecación, por su adaptación a cualquier medio y la facilidad con que el viento transporta los microscópicos frústulos, las diatomeas se han difundido en forma casi homogénea sobre toda la superficie de la terrestre. Tanto en los continentes como en las islas más apartadas, tanto en Europa como en América, en cualquier parte a menudo encontramos las mismas especies y las mismas variedades. Pero a pesar de la amplia distribución geográfica y del comopolitismo de muchas especies, existen muchas otras que exigen condiciones especiales de ambiente y que por lo tanto quedan localizadas en lugares determinados. Así, algunas exigen el agua salina o la salobre, otras

la dulce; algunas las aguas corrientes, otras las estancadas; algunas los climas fríos, otras los cálidos; algunas necesitan cuencas ácueas amplias, otras los charcos, algunas las aguas profundas donde nadan a diferentes planos o en el plankton de la superficie, otras las aguas delgadas, adhiriéndose a las rocas del fondo o a los cuerpos sumergidos; algunas aguas calcaríferas, otras aguas silicíferas o ferruginosas; algunas no se desarrollan sino en las

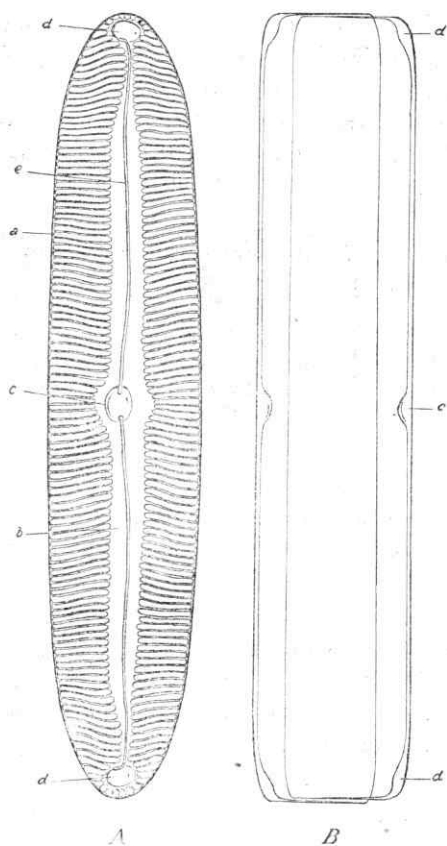


Fig. 1 — *Navicula viridis* (600:1)

A — cara valvar o valva.

B — cara conectival o sutura.

a: estriás; — b: área hialina; — c: nódulo central; — d: nódulos terminales; — e: rafe.

aguas heladas que forma la nieve al derretirse, otras viven sólo en las aguas termales; algunas exigen las aguas puras, mientras otras viven saprofiticamente sobre sustancias orgánicas en descomposición o parásitas sólo sobre determinadas especies de plantas acuáticas; algunas, finalmente, necesitan un conjunto de condiciones tan especiales que sólo puede realizarse en lugares determinados, donde estas especies quedan absolutamente localizadas.

Cualquiera sea el medio ambiente, las Diatomeas viven siempre reunidas en grandes cantidades, aisladas o asociadas en colonias más o menos numerosas. La reunión de los diversos individuos se efectúa en forma muy variada lo que dá formas muy diversas al aspecto general de las colonias. A veces los individuos se hallan adheridos en los extremos de las ramificaciones de un pedúnculo gelatinoso por medio del cual la colonia se fija. Otras veces se reúnen en cadenitas en las cuales los individuos se pegan mediante una substancia gelatinosa o especiales apófisis silíceas. Esta reunión a veces se verifica por yuxtaposición de los frústulos, formando pequeñas cintas, mientras en otros casos los diversos individuos se reúnen solamente por los ángulos, formando series lineares en zig-zag o estrellas. En algunos géneros los individuos en gran número se hallan contenidos en el

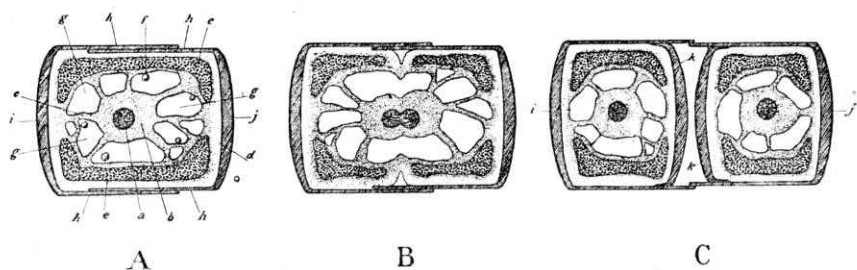


Fig. 2 — Corte esquemático de una *Navicula*

A — a — núcleo; b — protoplasma perinuclear; c — protoplasma intermedio; d — protoplasma perivalvar; e — endocroma; f — glóbulos aceitosos; g — cavidad central; h — conectivos; i — valva superior; j — valva inferior.

B — Corte esquemático de la misma *Navicula* al comienzo del proceso de división vegetativa.

C — La misma ya dividida en dos células hijas — i — valva superior de la célula madre; j — valva inferior de la célula madre; k — valvas de nueva formación.

interior de tubos gelatinosos, a veces macizos y otras ramificados en modo de simular el tallo de algas superiores.

Especialmente en este último caso las colonias pueden alcanzar dimensiones relativamente notables. En cambio los individuos aislados son siempre muy pequeños. Sólo algunas especies pueden alcanzar una longitud desde medio hasta un milímetro aproximadamente; todas las demás son mucho más pequeñas y ordinariamente solo visibles al microscopio. Muchas especies apenas alcanzan pocos milésimos de milímetros de longitud. Ehrenberg calculaba que en una pulgada cúbica podía haber hasta 41 millones de Diatomeas. J. Brun constató que un milímetro cúbico contenía termino medio, ocho mil frústulos de especies diferentes. Medidas más exactas, según el mismo autor, demostraron que un milímetro cúbico podía con-

tener 27 millones de frústulos de *Navicula peliculosa* y 40 millones de *Achnanthidium delicatulum*. Pero las dos especies mencionadas son de las más pequeñas que se conocen.

Si bien el modo de reunirse, las dimensiones y la forma de las Diatomeas son sumamente variables, su estructura es constante. En cada individuo podemos reconocer siempre una membrana y un monoplasto con caracteres siempre idénticos.

El monoplasto se compone de un núcleo, de uno o más plastidos, que toman en nombre de endocroma, y de una masa protoplasmática, que encierra los elementos anteriores.

Núcleo — El núcleo (fig. 2 A) generalmente provisto de un nucleolo muy evidente, en muchas diatomeas es casi invisible. Pero se puede descubrir su presencia por el método de Miquel, que consiste en teñir la célula viva mediante una solución muy débil de azul de metilo, por el cual la cromatina nuclear muestra una gran afinidad y superior a la del protoplasma. Su forma y composición son análogas a las del núcleo de todas las demás células vegetales.

Protoplasma — La masa protoplasmática es finamente granulosa y puede dividirse en tres partes: perinuclear, perivalvar e intermediario.

El protoplasma perinuclear envuelve al núcleo, formando una masa compacta a su alrededor. El protoplasma intermedio sale de la periferia del perinuclear en forma de apófisis radiales más o menos delgadas, a menudo ramificadas y anastomosadas entre sí, que terminan en el protoplasma perivalvar. Este reviste la pared interna de la membrana en forma de una película continua, transparente y por lo general de reducido espesor. Es una condensación periférica de la masa protoplasmática. Por su forma y por su analogía toma también el nombre de “célula primordial” o “membrana interna”. Los espacios entre las ramificaciones del protoplasma intermedio forman, en su conjunto, la “cavidad central” (fig. 2, A. g) en la que a menudo se observan diminutas gotitas aceitosas.

Endocroma — El endocroma está constituido por una substancia pigmentada característica. Generalmente se reúne en dos laminillas situadas a los costados de la célula; pero algunas veces se divide en numerosos gránulos distribuidos en la masa protoplasmática. A las láminas y gránulos del endocroma, Müller ha extendido el nombre de cromatóforos, ya dado por Schmitz a los cuerpos pigmentados de las algas.

Los cromatóforos contienen cierto número de pirenóides, en forma de gránulos lenticulares incoloros y muy refringentes.

El endocroma es de color pardo o amarillento; raramente verdoso. La substancia colorante lleva el nombre de **diatomina** y, según P. Petit (1880), se compone de clorófila (pigmento verde) y fcoxantina (pigmento amarillo) en proporciones variables, según las distintas especies.

Anteriormente Sorby (1873) había sostenido que la fcoxantina es una substancia compleja, compuesta por xantofila amarilla, clorofucina, fucoxantina, y manchada por poca clorófila. En cambio, más recientemente,

Molisch (1911) trató de demostrar que la substancia colorante de las Diatomeas y de las Algas marinas pardas, consiste en un pigmento único, la **feofila**, muy afín a la clorofila y fácilmente transformable en clorofila ordinaria. De cualquier modo, el pigmento pardo de las Diatomeas desempeña la misma función de la clorofila en los vegetales superiores, esto es, bajo la influencia de la luz solar, descompone el anhídrido carbónico del aire; el carbono, que se separa queda asimilado por el protoplasma, mientras el oxígeno se elimina en forma de pequeñas burbujas.

Membrana — La membrana de las Diatomeas forma un pequeño caparazón que encierra el monoplasto. Como ya desde hace tiempo ha demostrado Kützinger, es completamente silificada. Se compone en su mayor parte de sílice (84.15 o/o según Ziegler) al estado coloidal y por lo tanto inactiva a la luz polarizada, transparente, hialina, incolora o un poco amarillenta. Contiene además pequeñas cantidades de alumina, óxido de hierro, carbonatos de calcio y de magnesio, ácido fosfórico, álcalis, etc.

Este caparazón silíceo a su vez está envuelto por una substancia gelatinosa, a veces apenas silificada, que algunos autores han llamado "membrana externa" y que constituye el **coleoderma** de A. de Brébisson. Por lo común es invisible; pero se puede descubrir su presencia por el método de H. L. Smith, que consiste en teñirla con una solución acuosa, muy débil, de fucsina o azul de metilo. El coleoderma generalmente es poco desarrollado; pero en algunos géneros (**Schizonema**, **Dickieia**) adquiere un desarrollo considerable, en tal caso los coleodermas de muchos individuos se fusionan entre sí, llegando a formar un cuerpo cilíndrico o laminar, ramificado, que por su forma y volumen simula el tallo de las algas superiores.

La membrana silícea representa talvez el elemento más característico de las Diatomeas. Se compone de dos piezas independientes que se superponen como las dos piezas de una caja provista de tapa. A su vez, cada pieza, también como las de una caja se compone de dos partes: una principal y un reborde destinado a juntarse con el reborde de la pieza opuesta para cerrar el monoplasto. Podemos llamar pieza exterior aquella cuyo reborde, como el de la tapa de una caja, cubre el de la pieza opuesta, esto es de la que llamaremos interior. La parte principal de cada pieza lleva el nombre de valva o cara valvar (**side view** de los autores ingleses), mientras el reborde se llama **zona** o banda conectiva (**front view** de los ingleses). (figs. 1 y 2). Las dos zonas constituyen el **cingulum**. Las dos partes de cada pieza, valva y zona, no están soldadas entre sí, sino, como ha demostrado Prinz, son independientes.

A consecuencia de la mencionada analogía de forma con una caja, el frústulo de toda diatomea cambia considerablemente de aspecto según se mire de frente o de costado. Algunos autores (Kützinger, W. Smith, Gregory, etc.) llamaron cara lateral o secundaria la superficie de una diatomea vista del lado de la valva, y cara frontal o principal la superficie de la misma vista del lado del cingulum. En cambio otros (Robenhorst, etc.) racionalmente

invertieron el uso de estos términos. Para evitar confusiones Van Heurck aconseja oportunamente de reemplazar estos términos con los otros de cara valvar o simplemente "valva" y de cara conectival o "sutura", respectivamente. Por lo general las Diatomeas vistas por la cara sutural presentan contorno uniforme, cuadrado o rectangular más o menos alargado, algunas veces con apéndices o prolongaciones de forma diversa. Vistas de la cara valvar afectan, en cambio, todas las formas posibles: cuadrangular, circular, elíptica, triangular, rómbica, estrellada, etc.

La superficie de las valvas raramente aparece lisa. Casi siempre, observada con un aumento suficiente, muestra estrías, papilas, perlitas, rayas y otros adornos, que se combinan entre sí formando dibujos muy complicados, siempre elegantes y a menudo maravillosos. Por estos dibujos, que constituyen elementos taxonómicos de primer orden, el estudio de las Diatomeas está lleno de encantos. (Láminas 1, 2, 3 y 4).

A veces basta un aumento de 300 á 400 diámetros para reconocer las líneas fundamentales de estos finos dibujos; mientras otras se necesitan aumentos mucho mayores. A menudo su resolución ofrece serias dificultades y sólo se consigue mediante oportunos artificios de iluminación. Con buenos objetivos y grandes aumentos casi siempre las rayas de las valvas se resuelven en canalitos y las estrías en series de pequeños alvéolos situados en el espesor de la pared silíceo.

Sin embargo, la valva de muchas especies muestra espesamientos nodulares distribuidos en puntos determinados de la valva misma: y que se llaman **nódulos** (fig. 1 c, d) Existe un gran grupo de especies, cuya valva recuerda la forma de un pequeño barquito (las "Naviculoideas" de Cleve, representadas en su mayor parte por el género **Navicula** (véanse láminas), en que se observan tres de estos nódulos: uno más grande situado en el centro de la figura de la valva (nódulo central) y los otros dos en las extremidades valvares (nódulos laterales o terminales). Cuando el nódulo central se ensancha transversalmente hasta alcanzar los bordes valvares, toma el nombre de **estauro**. Los nódulos a menudo están reunidos entre sí por una línea longitudinal mediana que se llama "línea media" o más comunmente **rafe** (fig. 1, e)

En estos casos las estrías están dispuestas simétricamente a los dos costados del rafe, por lo general sin alcanzarlo. Queda entonces, a lo largo de esta línea una zona lisa, más o menos ancha o angosta que los autores ingleses llaman **the white** (el blanco) y para la cual Manoury propuso el nombre de **mesorabde**; pero, por lo común se designa con las denominaciones de **zona** o **área hialina** o simplemente **área**. Algunas veces, por faltar las estrías a los lados del nódulo mediano, el área en este punto se dilata transversalmente en forma de estauro, que, por no estar acompañado de la correspondiente dilatación del nódulo, lleva el nombre de **pseudostauro**.

Toda diatomea, representando un ser viviente completo, desempeña, con las diversas partes de su única célula, todas las funciones nece-

sarias a la vida. Estas funciones han sido objeto de numerosas e interesantes investigaciones. Pero, las grandes dificultades que se oponen al estudio de las manifestaciones vitales, especialmente reducidas al terreno de la investigación microscópica, dejan aún amplio campo abierto a la discusión y a las hipótesis. Examinaremos brevemente las principales de estas funciones, esto es la nutrición, la locomoción y la respiración.

Nutrición — Las Diatomeas son algas autotrofas, es decir capaces de alimentarse asimilando directamente sustancias no organizadas. Ya hemos visto que mediante el endocromo desdoblan el anhídrido carbónico del aire y asimilan su carbono necesario a la integración de las moléculas protoplasmáticas. Esta propiedad ha sido demostrada experimentalmente por J. Brun: dentro de un tubo conteniendo muchas diatomeas vivientes, hacía pasar en forma muy lenta una corriente de anhídrido carbónico, bajo la influencia de la luz solar; luego, recogía el gas utilizado y constataba que éste había perdido parte de su carbono, mientras la cantidad de oxígeno había proporcionalmente aumentado. Cuando las Diatomeas están sumergidas, subtraen el carbono del anhídrido carbónico contenido en las aguas, a las que llega con las pequeñas burbujas de aire atmosférico, o como producto de la descomposición de sustancias orgánicas en el fondo de la cuenca ácuea, o combinado con el calcio en la forma de bicarbonato. En este último caso al perder una molécula de anhídrido carbónico, por efecto de la actividad biológica de las Diatomeas, el bicarbonato de calcio se reduce a carbonato insoluble, que precipita, formando incrustaciones calcáreas sobre las rocas del fondo o alrededor de las plantas acuáticas.

Además del carbonato, las Diatomeas necesitan cierta cantidad de hierro, aluminio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, silicio, etc., que separan de las aguas en las cuales viven. Entre estos elementos es importante en especial el silicio, que entra en cantidad relativamente considerable en la constitución del caparazón de estas pequeñas algas. La gran cantidad de sílice retenida por las Diatomeas contrasta con las exiguas proporciones que de la misma las aguas contienen en disolución. Las mismas aguas marinas apenas la contienen en la proporción de 1:500.000 á 1:200.000. Por lo tanto Murray e Irvine, considerando que estas cantidades resultan insuficientes, han supuesto que las Diatomeas y los demás organismos de esqueleto silíceo tienen la facultad de transformar la arcilla (silicato hidratado de aluminio) en sílice (óxido de silicio). Además demostraron que en agua sin sílice las Diatomeas mueren, aunque se le agregue cuarzo; se desarrollan normalmente cuando se le agrega sílice gelatinosa soluble o silicato de calcio; pululan en gran cantidad cuando en la misma agua sin sílice se le agrega arcilla extremadamente subdividida.

Locomoción — Muchas Diatomeas, especialmente del género *Navicula*, están provistas de un movimiento que tiene todo el aspecto de una locomoción activa. Si bajo el microscopio observamos una *Navicula* viviente, vemos que élla se desplaza en línea recta y en el sentido del eje lon-

gitudinal de su valva. Este movimiento no es continuo, sino entrecortado y en forma de pequeños empujes por los cuales el microscópico barquito va deslizándose ya avanzando ya retrocediendo.

Existen numerosas hipótesis para explicar el mecanismo de este curioso movimiento. Los primeros autores que se ocuparon en dilucidar el fenómeno, supusieron que se realizaba mediante pestañas vibrátiles. Más tarde Cox llegó a la misma conclusión admitiendo que las *Diatomeas* tuvieran una serie de pestañas a lo largo del rafe. En cambio Bütschli supuso que el movimiento se efectuaba mediante una sola pestaña, o **flagellum**, muy fino. Pero, hasta ahora no ha sido posible constatar la real existencia de estos elementos vibrátiles, sean ellos múltiples o únicos, ni de otros apéndices locomotores.

H. L. Smith, que se ocupó mucho del problema, trató de demostrar que en **Navicula** el movimiento es debido a una corriente externa, que se establece desde el nódulo central hacia una de las extremidades de la valva. Según éste autor se puede poner de manifiesto esta corriente propulsora coloreando el agua, en que se mueve la diatomea, mediante azul de índigo: entonces se observa que las partículas del índigo se reúnen en forma de pequeña esfera, dotada de un movimiento rotatorio, en el centro de la valva, luego, cuando la esferita ha alcanzado un volumen determinado, estalla en forma repentina y las partículas se dirigen rápidamente hacia un polo de la valva, siguiendo la línea media, mientras en correspondencia del nódulo mediano empieza la formación de una nueva esferita. J. Brun ha observado el mismo fenómeno en **Stauroneis phoenicenteron**.

O Müller sostuvo que el movimiento de las *Diatomeas* es el resultado de fuerzas motoras que se desarrollan en las superficies de las corrientes protoplasmáticas. En las grandes especies de **Navicula**, este autor demostró la existencia en el espesor de las valvas, de un sistema de canalículos y hendiduras, destinado al transporte de un medio fluido desde el interior de la célula hacia el exterior. Debido a una elevada presión intracelular, el plasma sale de los canalículos que cruzan el nódulo mediano, corre a lo largo del rafe, que está excavado en forma de canaleta, y vuelve a entrar en el interior de la célula pasando por otros canalículos que se abren a través de los nódulos terminales. Estas corrientes pueden dirigirse tanto desde el nódulo mediano hacia los terminales, como desde estos hacia el mediano. La reacción de las fuerzas motoras en la superficie del plasma viviente, sobre el medio circundante, sería la causa del movimiento del frústulo.

Reproducción — Las *Diatomeas* se reproducen por división vegetativa (multiplicación) y por conjugación (reproducción propiamente dicha)

La multiplicación se efectúa por división transversal del frústulo por un proceso análogo a la división celular en los vegetales superiores. La masa protoplasmática aumenta de volumen mientras el núcleo y el mismo protoplasma se dividen rápidamente en dos partes iguales, transformán-

dose cada una en una nueva célula. Según Miquel, la división del núcleo precede a la división del protoplasma. Al aumentar el volumen del protoplasma, las dos valvas de la célula madre se alejan por paulatino deslizamiento de las respectivas zonas conectivas, y, al separarse las dos células hijas, las dos valvas se separan también para quedar adheridas a las dos nuevas células. De modo que cada una de estas lleva consigo una de la valva de la membrana silícea de la célula primitiva. Mientras tanto sobre el lado desnudo de cada célula hija se forma una nueva valva, provista de la respectiva zona conectiva, cuyos bordes libres entran en el interior de la zona conectiva de la valva preexistente. De este modo, cada valva de la célula madre se transformará en la tapa del caparazón de cada célula hija. Por esta circunstancia, se deduce fácilmente que mientras una de las dos células hijas tendrá, en definitiva, el volumen de la célula madre, la otra en cambio tendrá un volumen menor. Esta, cuando se divida a su vez, dará lugar a dos células hijas de las cuales una será más pequeña aún. Siguiendo el proceso, cada desdoblamiento, como ya observó Deby, debe determinar una disminución en las dimensiones del frústulo nuevo, equivalente, al doble del espesor de una zona conectiva, y, poco a poco la talla de la diatomea quedará reducida considerablemente. (Fig. 1).

Pero el proceso de reducción de una determinada especie no sigue en definitivamente. Cuando el frústulo ha alcanzado una pequeñez determinada, cesa la multiplicación e interviene la formación de las llamadas **auxosporas**, destinadas a restablecer las primitivas dimensiones de la especie. (fig. 3 A). Según Miquel, al cual debemos las primeras investigaciones al respecto el restablecimiento de la forma maximum de las Diatomeas, se efectúa por lo ordinario del modo siguiente: el protoplasma de las células de talla minimum se hincha, aumenta considerablemente de volumen, separa las valvas y sale al exterior envuelta de una membrana de celulosa; luego esta membrana se silifica rápidamente y se adorna con los dibujos que caracterizan la especie. El frústulo maximum así formado se llama **forma esporangial** y su contenido **auxospora**: generalmente su aspecto es irregular, a veces deforme, y sólo por sucesivas divisiones rectificadoras vuelve a tomar la regularidad y la elegancia propia de la especie. Según Miquel, este proceso no está precedido por un acto de fecundación, ni es el resultado de una conjugación.

Antes que Miquel hubiera descripto este proceso, ya diversos autores había observado las auxosporas, encerradas en su esporangio, formar frústulos esporangiales y éstos, frústulos ordinarios; pero habían considerado el fenómeno como un proceso de reproducción, mientras que se trata simplemente de un retorno a las dimensiones primitivas, efectuado por frústulos cuya talla había llegado al minimum por divisiones repetidas.

La verdadera reproducción se efectúa por conjugación, esto es por fusión del protoplasma de dos individuos diversos. (fig. 3. B) Los dos frústulos, que se aproximan y fusionan sus contenidos protoplasmáticos, son iguales entre sí y no muestran diferencias con los demás individuos de la especie;

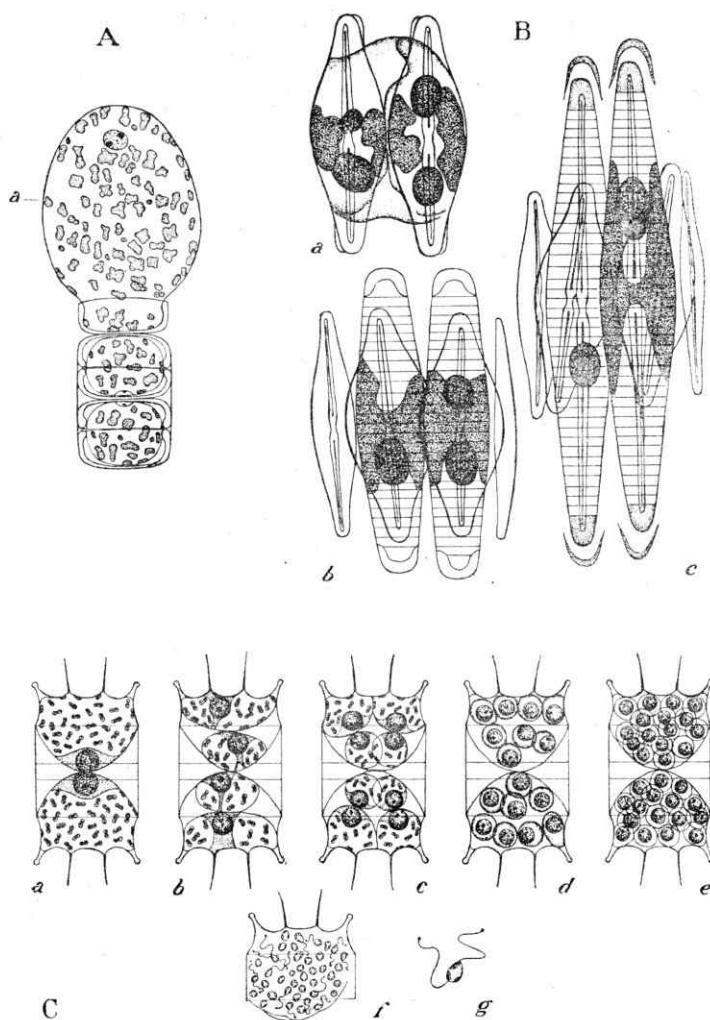


Fig. 3

- A — Formación de auxospora en *Melosira Borreri* — a: auxospora (250:1).
- B — Proceso de conjugación en *Vanheurckia rhomboides* — a: fusión del protoplasma de las dos células madres; — b: las cuatro valvas madres se han separado dejando salir los dos zigotos ya desarrollados y a punto de abrirse para dejar salir los frústulos esporangiales; — c: frústulos esporangiales completamente desarrollados. (600:1).
- C — Proceso de esporulación en *Biddulphia mobiliensis* — a: primera fase: formación de dos esporangios; — b: segunda fase: dos esporos en cada esporangio; c: tercera fase: cuatro esporos en cada esporangio; — d: cuarta fase: ocho esporos en cada esporangio; — e: quinta fase: diez y seis esporos en cada esporangio; — f: media célula con relativo esporangio en vía de dehiscencia para dar salida a los microsporos (200:1). — g: microsporo móvil provisto de flagelos (500:1).

por lo tanto son los mismos individuos vegetativos que pasan al estado reproductivo sin modificar su aspecto y sin adquirir diferenciaciones sexuales.

En el caso más simple, observado solo en algunas especies, como en *Surirella splendida* por H. L. Smith y en *Himantidium pectinale* por W. Smith, dos individuos, que han terminado su ciclo vegetativo, se aproximan, las valvas respectivas se separan, los protoplasmas salen y se fusionan en una masa única (**zigoto**), que luego se transforma en esporangio y éste en frústulo esporangial.

En cambio, en el mayor número de los casos (**Epithemia, Coccone-ma, Gomphonema, Encyonema, Navícula, etc.**), los dos frústulos, que se preparan a la conjugación, antes de fusionar sus protoplasmas, se dividen cada uno, en dos células hijas; entonces las dos células hijas de un frústulo se juntan respectivamente con las células hijas del otro, dando lugar a dos zigotos. Cada uno de estos resulta así formado por una mitad de cada protoplasto primitivo. Los dos zigotos se transforman en esporangios y, luego, en frústulos esporangiales como en el caso anterior.

Las Diatomeas se reproducen también por verdaderos esporos. Rabenhorst (1853) sostuvo por primera vez esta forma de reproducción. Según él, la célula se dilata y se llena de un enjambre más o menos numeroso de células, en un comienzo de forma irregular, luego regularmente ovaladas. Cuando ellas han alcanzado esta conformación, se ponen en movimiento en el interior de la célula madre de derecha a izquierda. La célula madre se abre, los esporos salen y en este momento se observa que ellas están provistas en su parte exterior, más clara, de dos flagelos. Ellas presentan entonces un movimiento vermicular de corta duración, luego se fijan y alcanzan en breve tiempo las dimensiones de la célula madre o dimensiones mayores aún.

Observaciones análogas fueron hechas más tarde por W. Smith, Hofmeister, O' Meara, Lüders, Lockwood, Coombe y especialmente por Castracane. Para la diatomeología es interesante la larga discusión al respecto, entre este último autor y Miquel, discusión en la cual, como escribía H. Peragallo, "las hipótesis subjetivas del primero chocaron contra las exigencias objetivas del segundo". Los hechos ulteriores dieron razón a Castracane contra Miquel, pero el eminente diatomeólogo italiano murió antes de haber podido gozar del triunfo de sus ideas.

Uno de los autores que más tenazmente negaron la existencia de esporos en las Diatomeas fué Pfitzer, cuyas ideas sobre la biología de la célula diatómica dominaron por veinte años. Pfitzer había declarado que los zoósporos de Rabenhorst y de O' Meara eran simples parásitos y que las aglomeraciones o nidadas de pequeñas células, destinadas a transformarse en diatomeas adultas según W. Smith, Castracane y otros, no eran más que excrementos de infusorios o el resultado de errores de observación.

Llegamos así a 1898, cuando Murray volvió a discutir los diversos problemas de la esporulación de las Diatomeas, después de haber observa-

do, en varias especies la existencias de esporos intracelulares (**endocitos**), la formación de microsporos también endocelulares y la existencia de grupos extracelulares de pequeños individuos, que debían considerarse como formas jóvenes de especies determinadas. Según Murray, la reproducción de estas especies, sobre todo de los géneros **Coscinodiscus** y **Chaetoceros**, no se efectuaba por verdaderos esporos, sino por endocitos "spore like bodies": el protoplasma, por sucesivas divisiones, formaría 2, 4, 8, 16, etc, endocitos, que luego se formarían microcitos, por la secreción de una membrana no silificada o apenas silificada, a veces en el interior y otras en el exterior de la célula madre. Los microcitos, reunidos, se transformarían en células vegetativas normales.

Gran, en 1902, descubrió la esporulación en una gruesa diatomea marina, **Rhizosolenia styliiformis**. El núcleo, primitivamente único, se divide, según Gran, en 2, 4, 8, 16, ... hasta 128 núcleos hijos por divisiones sucesivas. Al comienzo estos permanecían siempre regularmente distribuidos en el protoplasma, de modo que las distancias respectivas eran iguales; pero, a partir del momento en que llegaban a 16, abandonaban el centro de la célula para distribuirse a lo largo de la pared celular: Finalmente, cuando el proceso de segmentación del núcleo había terminado, se dividía el protoplasma, revistiendo cada una de las nuevas células listas para escaparse del interior de la célula madre.

Las observaciones de Karsten (1904), sobre la formación de las microsporas de **Corethron Valdiviae**, **Rhizosolenia semispina** y **Rhombus**, confirmaron las observaciones de Gran, pero establecieron que la condensación del protoplasma alrededor de los nuevos núcleos se efectuaba ya cuando estos habían alcanzado el número de 32.

Pero, debemos a Bergon las mayores contribuciones al respecto y especialmente de haber seguido, sobre las células vivas, todo el proceso de esporulación, desde la formación del esporangio hasta la emisión de los esporos.

Bergon (1902-1907) estudió el proceso en **Biddulphia mobiliensis** (fig. 3, C). Un frústulo, por lo común de talla mediana, se divide en dos células hijas, según el proceso normal de multiplicación vegetativa. Pero las dos células nuevas, en cambio de formar la valva silícea de que carecen, se revisten de una delgada membrana, levemente silicosa y rígida, de forma semiglobosa, que Bergon llama "calota esporangial". Las dos células hijas permanecen contiguas, de modo que las respectivas calotas, dirigidas una hacia la otra desde la parte convexa, quedan en contacto mediante sus vértices. Los dos esporangios así formados, quedan en el interior de la membrana silícea materna durante todo el proceso de esporulación ulterior. Este comienza por división del núcleo, seguida inmediatamente por la división del protoplasma. Los dos grandes esporos que resultan de esta primera segmentación, luego se dividen, cada una, en dos esporos más pequeños, que, a su vez se dividirán en dos, etc, De modo que, por sucesivas segmentaciones se formarán 2, 4, 8, 16, 32 esporos esféricos, cada vez más pe-

queños. En cada división la segmentación del protoplasma sigue inmediatamente a la segmentación del núcleo. La reducción del volúmen de los esporos se efectúa casi exclusivamente a expensas del protoplasma, puesto que, mientras los núcleos hijos vuelven sucesivamente a la talla normal, el protoplasma no aumenta y, al final del proceso, queda reducido a una delgada capita al rededor de cada núcleo. Al mismo tiempo es interesante notar que el número total primitivo de los cromóforos, esto es de los gránulos del endocroma, no aumenta tampoco y, por lo tanto, los esporos, al volverse cada vez más pequeños, contienen un número siempre menor de ellos.

Durante la fase divisoria de 16 á 32 esporos, estos, que hasta entonces habían permanecido inmóviles, empiezan a moverse en el interior del esporangio. Parece que los esporos, aún después de haber adquirido esta facultad, son susceptibles de ulteriores subdivisiones. El movimiento se efectúa mediante filamentos vibrátiles (flagelos), ordinariamente en número de dos y provistos de pequeños engrosamientos terminales. El movimiento se hace cada vez más rápido, los pequeños empujes, repetidos contra el fondo de las calotas esporangiales, determinan el deslizamiento de las zonas conectivales, los esporangios se abren y los esporos salen finalmente en el agua ambiente.

Estos microsporos, por su movimiento y por su constitución, reducida casi exclusivamente a los elementos celulares cinéticos (núcleo), presentan todas las características de un anterozoide, esto es del elemento sexual masculino. Una vez salido del esporangio, ellos siguen animados de un movimiento oscilatorio, por cierto tiempo; luego las ondulaciones de los flagelos se hacen cada vez más lentas, hasta que cesan completamente. Entonces el microsporo pierde los flagelos y se fija definitivamente.



Las láminas que siguen representan distintas formas de Diatomeas naviculares de agua dulce — del Río Primero, en la ciudad de Córdoba — estudiados por el autor. (Aumento 600/1).

EXPLICACION DE LA LÁMINA 1

- 1, *Navicula Perrotettii* Grun. var. *rostrata* n.
- 2, *Navicula ambigua* Ehr.
- 3, *Navicula ambigua* Ehr. var. *Aubertii* (Héréb.).
- 4 y 5, *Navicula liburnica* Grun. var. *intermedia* n.
- 6, *Navicula ventricosa* Ehr.
- 7, *Navicula ventricosa* Ehr. var. *elliptica* n.
- 8 á 10, *Navicula pupula* Kütz.
- 11 á 14, *Navicula pygmaea* Kütz. y f^a *minor* (fig.14).
- 15, *Panheurckia vulgaris* (Thw.) H. V. H.
- 16, *Amphipleura Lindheimeri* Grun.
- 17, *Pleurosigma acuminatum* (Kütz.) Grun.
- 18, *Pleurosigma Spenceri* W. Sm. var. *Smithii* Grun.

EXPLICACION DE LA LÁMINA 2

- 1, *Navicula dactylus* (Ehr) Kütz. var. *demerae* Cleve.
- 2 y 3, *Navicula dactylus* (Ehr.) Kütz. var. *lata* n.
- 4, *Navicula dactylus* (Ehr.) Kütz. var. *argentina* n.
- 5, *Navicula viridis* Kütz.
- 6, *Navicula viridis* var. *distinguenda* Cleve.
- 7, *Navicula borealis* Ehr.

EXPLICACION DE LA LÁMINA 3

- 1, *Navicula nobilis* Ehr. var. *cuneata* n.
- 2 y 3, *Navicula Doeringii* n.
- 4, *Navicula Doeringii* var. *cryptocephala* n.
- 5, *Navicula brevicostata* Cleve var. *demerarae* Cleve.
- 6, *Navicula Clericii* n.
- 7 y 8, *Navicula microstauron* (Ehr.) O' Meara.
- 9 y 10, *Navicula microstauron* (Ehr.) O' Meara var. *subproducta* (Grun.).
- 11 y 12, *Navicula aperta* n.

EXPLICACION DE LA LAMINA 4

- 1 y 2, *Navicula peregrina* (Ehr.) Kütz.
- 3, *Navicula peregrina* (Ehr.) Kütz. var. *curta* n.
- 4 á 6, *Navicula cryptocephala* Kütz.
- 7 á 9, *Navicula cryptocephala* Kütz. var. *intermedia* Grun.
- 10, *Navicula viridula* Kütz.
- 11, *Navicula cymbula* Donk.
- 12, *Navicula avenacea* Bréb.
- 13, *Navicula placentalis* Ehr.
- 14 y 15, *Navicula rostellata* Kütz.
- 16, *Navicula bacterium* n.
- 17, *Navicula gracilis* Ehr.
- 18 y 19, *Navicula gracilis* Ehr. f^a *contracta* n.
- 20, *Navicula gracilis* Ehr. var. *schizonemoides* H. V. H.
- 21 á 23, *Navicula anglica* Ralfs. var.?
- 24, *Navicula anglica* Ralfs. var. *subsalina* Grun.
- 25, *Navicula ovalis* (Hilse) Sshum.
- 26, *Navicula ovalis* (Hilse) Schum. f^a *minor* Rabb.
- 27, *Navicula ovalis* (Hilse) Schum. var. *oblongella* (Nacg.) Cleve.
- 28 á 30, *Navicula hungarica* Grun.
- 31, *Navicula mutica* Kütz. f^a *Cohnii* (Hilse) Grun.
- 32, *Navicula sphaerophora* Kütz.
- 33, *Navicula sculpta* Ehr. var. *Temperlei* n.
- 34, *Navicula sculpta* Ehr. var. *doliolus* n.

