

# CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL APARATO NUCLEAR DE LOS INFUSORIOS HYPOTRICHOS

LA ESTRUCTURA DEL APARATO NUCLEAR DE OXYTRICHA BIFARIA  
Y SUS TRANSFORMACIONES DURANTE LA REPRODUCCION.

Por DEMETRIO SOKOLOFF, del Instituto de Biología.

**CULTIVOS.**—Se dejan pudrir en las muestras de agua tomadas en el Lago de Xochimilco las plantas que abundan en dicho lago. En las infusiones así preparadas se forma un cultivo mixto de microorganismos.

**AISLAMIENTO.**—Para aislar el infusorio objeto de este estudio, se coloca una gota de cultivo mixto sobre una espátula de cristal, hecha pegando con cera un pequeño cubre a la punta de la aguja de preparaciones. Se examina con débil aumento del microscopio y se eliminan de la gota, por medio de un gotero capilar, todos los infusorios con excepción del que se destine para el cultivo; después se introduce el infusorio aislado al medio alimenticio sumergiendo en él la espátula sobre la cual se encuentra la gota. Dicho medio se preparará hirviendo unos cuantos centímetros cúbicos de agua y aereándola después, dejándola caer gota a gota y agregando una pequeña cantidad de caldo de col o pedacitos de ésta. Como recipientes se usan godetes con tapas despulidas o pequeños discos de Petri.

**GOTA SUSPENDIDA.**—Los estudios individuales de infusorios se efectúan en gota suspendida preparada de manera usual.

**PREPARACIONES.**—Para hacer las preparaciones en masa se coloca una gota de cultivo con pequeña cantidad de zoogloea sobre un cubre dejando secar la gota casi completamente y colocando luego sobre ella una gota de líquido fijador. En lugar de cubre objetos se emplean también pedacitos de gelatina remojados durante 48 horas en agua fría para hacer su superficie adherente.

Para pasar los infusorios de las gotas suspendidas a la superficie de la gelatina no se emplea gotero sino la gota con infusorios fijados se une con otra gota de agua destilada colocada en la superficie de la gelatina: entonces los infusorios bajan por su propio peso hasta descansar en ella (figs. 1 y 2).

Después se corta un pequeño triángulo de la gelatina que lleva los infusorios adheridos y se fija, para facilitar su manejo, a la punta de una aguja metida en un tapón de corcho con que se tapan los cilindros con los líquidos respectivos. (Figs. 3 y 4).

**CORTES.**—El último procedimiento puede también emplearse para la preparación de los cortes deshidratando la laminita de gelatina con infusorios fijados sobre ella, incluyéndola después en parafina.

**FIJADORES.**—Como fijadores se emplean la solución saturada de sublimado acuoso con 2% de ácido acético; el líquido de Schaudinn; el de Carnoy y el de Flemming.

**COLORANTES.**—Como colorantes se usan carmín de Grenacher, hemalumbre de Mayer y hematoxilina férrica de Heidenhain.

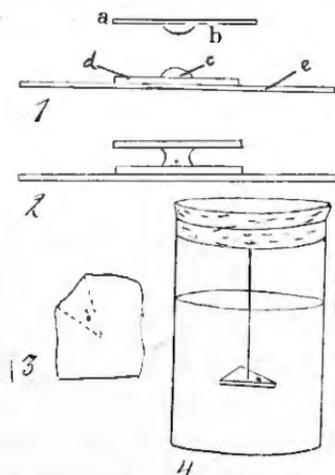


Fig. 1.—A Cubre objeto, B una gota suspendida del fijador con un infusorio en ella, C una gota de agua destilada, D laminita de gelatina, E un porta objeto.

Fig. 2.—Lo mismo. Las gotas de fijador y de agua destilada unidas.

Fig. 3.—La laminita de gelatina con un infusorio adherido a ella. Las líneas punteadas indican cómo se hacen cortes para formar un triángulo de gelatina.

Fig. 4.—Un frasco con reactivo que contiene un triángulo fijo en la punta de una aguja metida en el tapón del frasco.

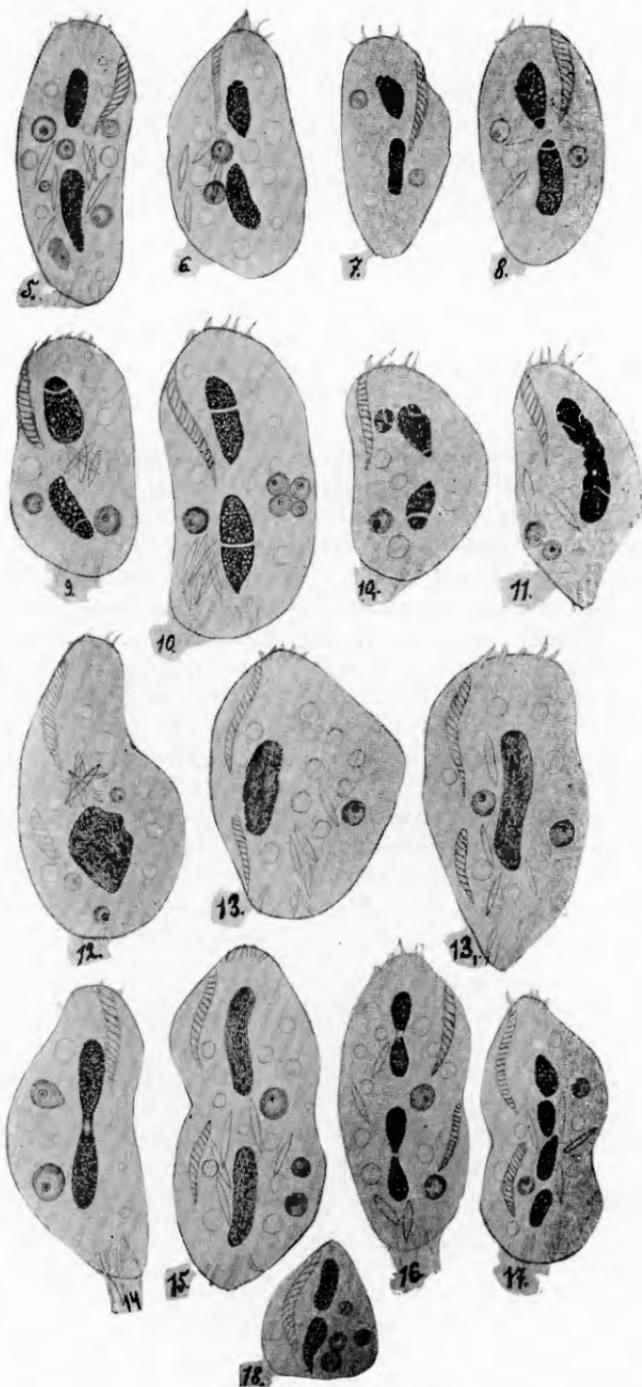
**CARACTERES GENERALES DE OXYTRICHA BIFARIA Stokes.**—La descripción típica de esta especie fué hecha por su autor Stokes (Ann y Mag. Nat. Hist. Agosto, 1887) y ya que mis observaciones coinciden en todo con ella y como no existe en la literatura mexicana, me he permitido traducirla íntegra: "Cuerpo oval de anchura igual o menor de un tercio de la longitud (aunque este detalle puede variar considerablemente); el borde derecho es convexo, el margen izquierdo aplastado; la extremidad anterior lleva una prominencia bien marcada en forma de labio; la extremidad posterior forma un ángulo obtuso, siendo su margen izquierdo redondeado oblicuamente; tiene cinco estilos ventrales esparcidos; el posterior muy cerca de los estilos anales; los últimos, cinco también, forman dos grupos distintos y completamente separados; el más posterior está compuesto de dos grandes estilos que se proyectan más allá del margen del cuerpo; el grupo anterior está formado por tres elementos pequeños colocados arriba y a la izquierda del grupo posterior, no extendiéndose más allá del margen del cuerpo; el peristoma llega hasta el centro de la superficie ventral, el borde derecho es ciliado y con una angosta membrana; una serie lineal de cilios endorales dependen de la región central del campo peristomático; setas marginales no interrumpen

pidas, las más largas y anchas en la extremidad posterior; el núcleo es doble; setas dorsales cortas y poco visibles. Longitud del cuerpo de 200 a 250 micras. Habitan en las infusiones de heno. (En México, Lago de Xochimilco). Endoplasma granuloso, moreno y semiopaco. Movimientos rápidos y erráticos". El color del endoplasma en los observados por mí, es blanquecino o ligeramente amarillento.

**APARATO NUCLEAR.**—La raza de infusorios que estudié resultó completamente desprovista de micronúcleos. El aparato nuclear está formado por dos macronúcleos completamente independientes uno del otro. Están formados por una membrana y en su estroma finamente vacuolizado están esparcidas granulecillas de cromatina que están casi en el límite de la visibilidad por medio del objetivo de inmersión 1/12 de Zeiss, con los oculares 7, 10 y 15. En un infusorio joven (poco tiempo después de la división) la vacuolización del núcleo es poco perceptible por el pequeño tamaño de las vacuolas y por su número relativamente escaso (Figs. 5 y 19). Con el crecimiento del infusorio, que se efectúa después de la reproducción, los núcleos también aumentan de tamaño; las vacuolas nucleares aumentan en número y dimensiones de un modo considerable y los núcleos adquieren un aspecto esponjoso y contornos algunas veces irregulares. Debido al aumento de la cantidad de cariolinfa encerrada en las vacuolas nucleares, los núcleos pierden el aspecto compacto que tienen en los infusorios jóvenes y no se tiñen ya tan intensamente como pasa con los últimos, (figs. 6 y 20). En esta etapa de la vida del infusorio aparecen en los núcleos "hendeduras nucleares" (cloisons, de los autores franceses, Kernspalten de los alemanes, zonas de reconstrucción de Yocum y Turner) es decir, espacios claros, aparentemente desprovistos de toda estructura, de contornos perfectamente marcados que tienen el aspecto de tabiques transversales en los núcleos. Dichos tabiques o hendeduras pueden observarse en un núcleo (fig. 21) o en los dos, junto a su extremidad distal (figs. 7 y 22) o proximal (figs. 8 y 23); cerca de la parte media (fig. 9) o enteramente en medio del núcleo (figs. 10 y 24). Como una rarísima excepción pude observar un aparato nuclear representado en la figura 10, que constaba de tres macronúcleos, dos grandes y uno pequeño colocado al lado de éstos. El núcleo que está en la parte anterior del animal tiene dos hendeduras en sus extremidades, el núcleo pequeño posee una transversal y el de la parte posterior también una sola hendedura transversal. Como no existía duda acerca de la especie de este ejemplar, me inclino a considerar este aparato nuclear como anormal, puesto que entre miles de individuos que existen en las preparaciones sólo encontré uno con la estructura descrita.

**REPRODUCCION.**—Cuando el aparato nuclear tiene la estructura presentada en las figuras 10 y 24, el infusorio generalmente principia a dividirse. Al efectuarse este proceso, los dos macronúcleos se aproximan y se unen aplicándose uno contra el otro, en sus extremidades proximales. Las hendeduras se encorvan hacia dichas extremidades, se interrumpen en su parte central, sus contornos se vuelven borrosos y por fin, al soldarse completamente los núcleos, las hendeduras desaparecen, (fig. 11); al mismo tiempo los núcleos pierden su aspecto esponjoso, desapareciendo gradualmente las vacuolas nucleares y los granitos de cromatina se distribuyen en hileras longitudinales pegándose uno al otro de tal modo, que en cada hilera el núcleo adquiere una apariencia filamentosa; después de soldarse completamente los núcleos, el producto de su unificación tiene el aspecto de una

- Fig. 5.—Un infusorio con dos macronúcleos que tienen la estructura ligeramente esponjosa y están todavía desprovistos de hendeduras.
- Fig. 6.—La hendedura junto a la extremidad distal de un macronúcleo.
- Fig. 7.—Dos hendeduras junto a las extremidades distales de ambos macronúcleos.
- Fig. 8.—Dos hendeduras junto a las extremidades proximales de ambos núcleos.
- Fig. 9.—Las hendeduras se desplazaron hacia la parte media de los macronúcleos.
- Fig. 10.—Las hendeduras en la parte media de los macronúcleos. La estructura esponjosa de éstos.
- Fig. 10.—Un aparato nuclear anormal.
- Fig. 11.—La unificación de los macronúcleos. Desaparición de las hendeduras.
- Fig. 12.—El producto de la unificación de los macronúcleos con su estructura filamentososa. Aparición del segundo peristoma.
- Fig. 13.—Alargamiento del producto de la unificación de los macronúcleos. Preparación para la primera división nuclear.
- Fig. 13.—Lo mismo una etapa más avanzada.
- Fig. 14.—Primera división nuclear.
- Fig. 15.—Alargamiento de los productos de la primera división. Preparación para la segunda división nuclear.
- Fig. 16.—Segunda división nuclear.
- Fig. 17.—Los productos de la segunda división nuclear. La división del cuerpo del infusorio.
- Fig. 18.—Un infusorio hijo, inmediatamente después de la división.



sola masa grande, de forma irregularmente oval; los filamentos que se formaron de las hileras de granitos de cromatina arriba mencionados, se enrollan y se entrelazan de una manera caprichosa, resaltando en esta fase claramente la estructura filamentosa del núcleo (fig. 12). En esta fase se nota ya la segunda zona adoral y la segunda vacuola contráctil de la celdilla hija posterior. (Véase la misma figura). No he podido observar, como lo indica Wallengren, en *Euplotes harpa*, que el peristoma antiguo, que pertenece ahora a la célula hija anterior, se atrofia. Mis observaciones acerca de la reproducción de *Oxytricha bifaria* coinciden en este punto con las de Griffin acerca de *Euplotes patella*; no se observa ningún cambio en dicho peristoma que aparentemente sigue funcionando de una manera normal durante toda la división del infusorio. La fase siguiente del aparato nuclear consiste en que el macronúcleo se alarga gradualmente, coincidiendo su eje mayor con el del cuerpo del infusorio, (fig. 13 y 13'); los filamentos que todavía se ven en el núcleo se orientan igualmente a lo largo de su eje mayor. Después, el núcleo ya muy alargado, se estrangula en su parte media, separándose poco a poco dos masas de cromatina hasta que queda entre ellas solamente un puentecito de substancia acromática que todavía las une. En este puentecito, en la proximidad de dichas masas cromáticas, se ven algunos granitos de cromatina aislados, (fig. 14); en esta fase se nota ya distintamente la estrangulación del cuerpo del infusorio en su parte media; finalmente se rompe el puentecito que une las dos partes del núcleo, quedando dos núcleos nuevos completamente separados. Los dos núcleos que se formaron se alargan (fig. 15) repitiéndose en ellos, exactamente lo mismo que se efectuó durante la primera división nuclear que acabo de describir, (fig. 16); de esta manera se forman cuatro núcleos dispuestos en fila a lo largo del eje mayor del cuerpo del infusorio; la estrangulación del cuerpo de éste, sigue haciéndose más y más profunda, dividiendo el aparato nuclear en dos grupos de dos núcleos cada uno, (fig. 17). Al final, el cuerpo se divide enteramente formándose dos infusorios hijos, provistos cada uno de dos núcleos como el infusorio del que provienen (fig. 18). En estos núcleos apenas se percibe la estructura filamentosa y ya empiezan a formarse las vacuolas de cariolinfa que describí anteriormente, apareciendo gradualmente la estructura esponjosa que caracteriza estos núcleos.

Durante los dos meses que observé esta raza, no tuve la oportunidad de ver la aparición de los micronúcleos, estando todos los infusorios totalmente desprovistos de ellos.

**INTERPRETACION.**—Conociendo los excelentes trabajos de Turner y Yocum me incliné al principio de mi trabajo, a interpretar los fenómenos nucleares observados en *Oxytricha hifaria* del mismo modo que ellos lo hacen. Estos autores, describiendo fenómenos semejantes en *Euplotes* llegan a la conclusión de que antes de la división de este infusorio se efectúa una profunda reconstrucción del macronúcleo en cuyos extremos aparecen dos hendeduras semejantes a las observadas en *Oxytricha* y se desplazan a lo largo del macronúcleo dirigiéndose hacia su parte central donde se juntan. La estructura de la cromatina representada por los autores mencionados, especialmente por Turner en su "Division and Conjugation in *Euplotes Patella* Ehrenberg with special reference to the nuclear Phenomena", en realidad es muy distinta por dos lados de la hendedura, siendo la forma de las partículas cromáticas diferente por un lado y otro de ésta, lo

que sugiere una transformación de la substancia cromática del núcleo al pasar las zonas de las extremidades del núcleo hacia la parte media, siendo entonces estas zonas el campo de dicha transformación, Griffin, Yocum y Turner proponen ciertas explicaciones teóricas; el primero de estos autores considera que dicho proceso es una especie de rejuvenecimiento, que se efectúa en el infusorio antes de su reproducción.

Impresionado por las ideas expresadas y muy especialmente por los excelentes dibujos de Turner, busqué la misma transformación de la cromatina en los macronúcleos, puesto que se observan en ellos las mismas hendeduras en varias partes del núcleo, empezando por las extremidades y terminando por la parte media de un modo semejante a lo que observaron estos autores en varias especies de *Euplotes*.

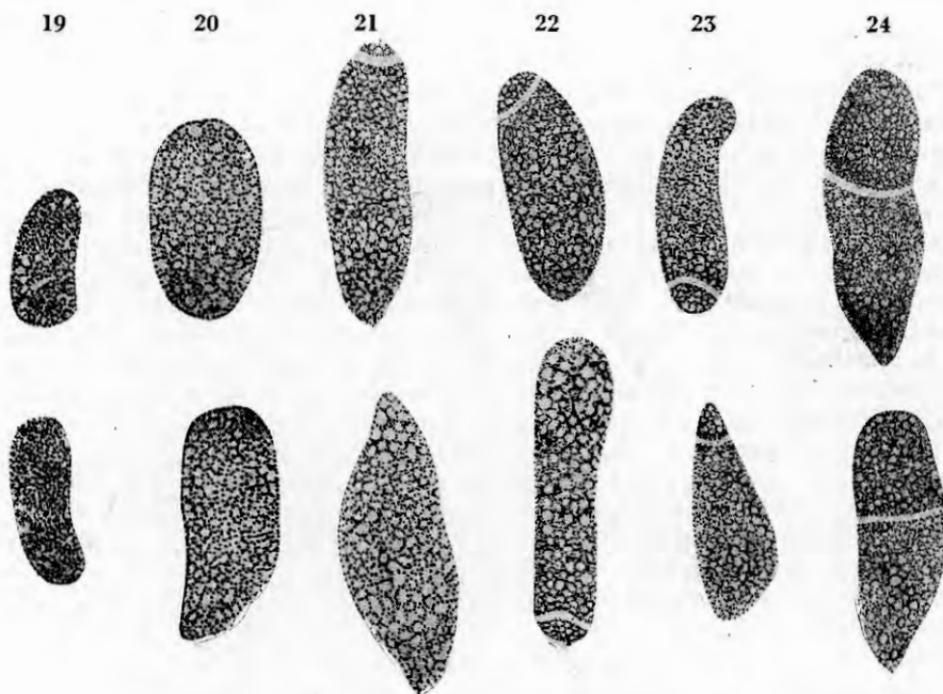


Fig. 19.—Aparato nuclear de una *Oxytricha* bifaria poco tiempo después de la reproducción. El núcleo tiene aspecto compacto con una estructura esponjosa que se nota ligeramente.

Fig. 20.—Aparato nuclear de un infusorio crecido. La estructura esponjosa se nota claramente.

Fig. 21.—Aparato nuclear con una hendedura que apareció junto a la extremidad distal de uno de los macronúcleos. La misma estructura esponjosa de los núcleos. La estructura en la partícula del núcleo separada por la hendedura y en el resto de él es enteramente la misma.

Fig. 22.—Aparato nuclear con dos hendeduras que aparecieron junto a las extremidades distales de cada uno de los macronúcleos. Se nota lo mismo que en la figura que precede.

Fig. 23.—Aparato nuclear con dos hendeduras que aparecieron junto a las extremidades proximales de cada uno de los macronúcleos.

Fig. 24.—Aparato nuclear de un infusorio crecido poco tiempo antes de la reproducción. Las hendeduras en las partes medias de los macronúcleos.

Pero a pesar de haber empleado la misma técnica que Turner no pude observar absolutamente ninguna diferencia entre la estructura de la cromatina, es decir, en la forma y tamaño de las partículas cromáticas por ambos lados de la hendedura (véanse los dibujos del 19 al 24, que representan el aparato nuclear con las estructuras que tiene entre dos divisiones respectivas del infusorio, comprendiendo el desplazamiento de las zonas del extremo del núcleo hasta su parte media). Además de no observarse ningún cambio en la estructura cromática del núcleo, la idea de reconstrucción relacionada con el ya citado desplazamiento de las zonas, se encuentra cierta dificultad en aplicarse al proceso observado en *Oxytricha*, ya que entre este proceso y el descrito en **Euplotes**, existen varios puntos de diferencia bastante importantes: en **Euplotes** las dos zonas aparecen en un solo núcleo alargado y partiendo de sus extremos caminan al encuentro una de otra hasta unirse en la parte media, de manera que cada una de estas hendeduras o zonas recorren la mitad del núcleo respectivamente y, al encontrarse en su parte media han "transformado" la totalidad de la substancia cromática del núcleo. Si admitimos que las hendeduras en los núcleos de *Oxytricha* bifaria apareciendo en los extremos de los mismos, realmente se desplazan hacia la parte media, notaremos la siguiente diferencia en el proceso que se efectúa en *Oxytricha*: mientras que en **Euplotes** aparecen dos hendeduras en un solo núcleo, en *Oxytricha* que tiene dos núcleos, no aparece más que una hendedura en cada uno y, para "renovarlo" esta hendedura debería pasar de un extremo a otro; sin embargo, como se ve en la figura 11, cuando empieza la reproducción del infusorio y sus dos núcleos comienzan a soldarse, las zonas de éstos no han llegado más que a la parte media de los mismos y de este modo la mitad de la substancia cromática de cada uno de ellos quedaría sin "renovación". Para completarse ésta, en el producto de fusión de los núcleos, las zonas debían seguir desplazándose hacia la porción central para encontrarse en ella cuando la renovación empieza por las extremidades distales, o bien de la parte media hacia los extremos, cuando se inicia por las extremidades proximales. Pero como se ve en la figura 2 al soldarse los núcleos, las zonas se vuelven borrosas, interrumpidas en su parte media y en el momento de terminarse la fusión desaparecen por completo formándose un solo núcleo que tiene la estructura característica representada en la figura 12; es perfectamente compacto y desprovisto de toda clase de hendeduras.

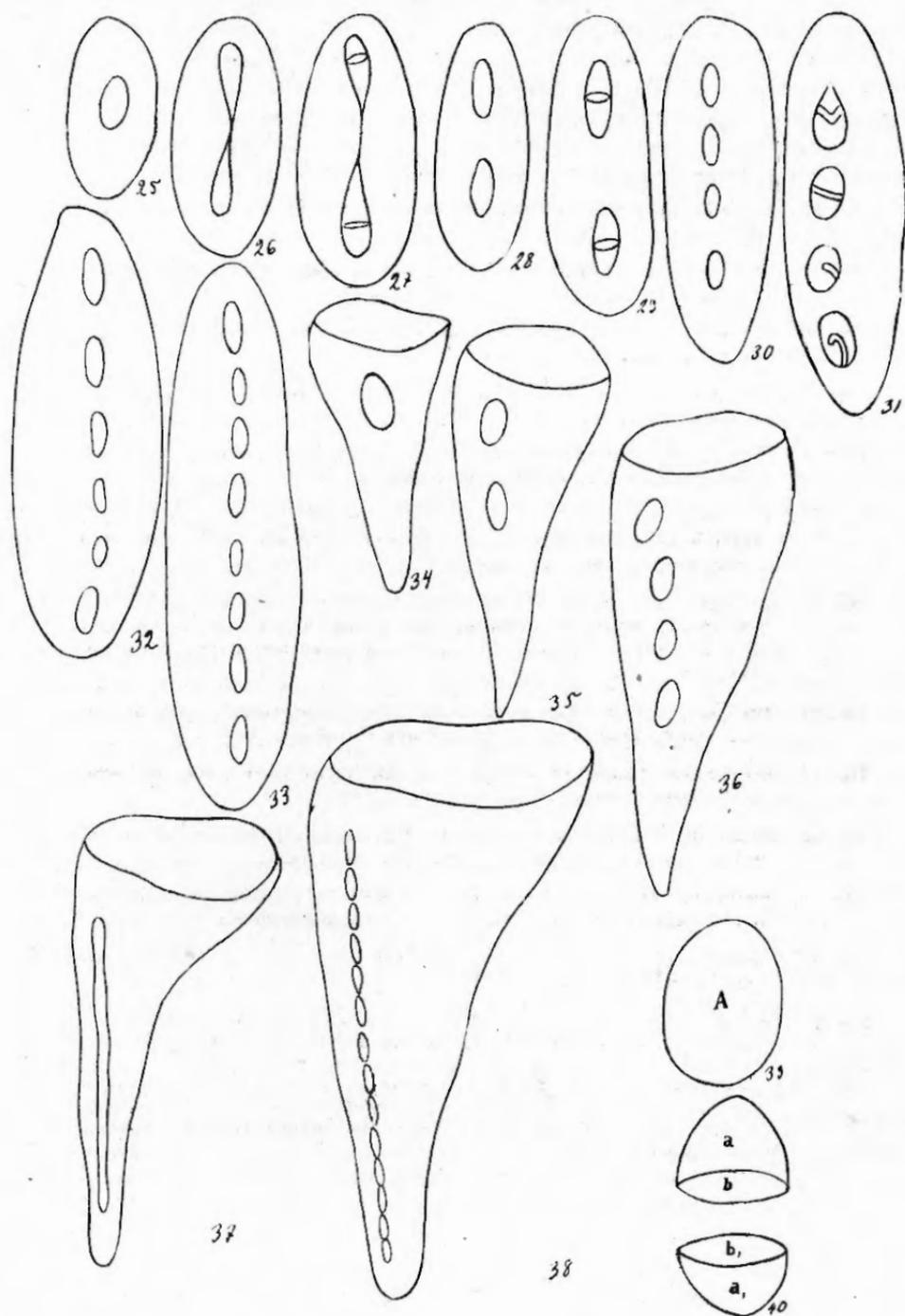
Lejos de refutar las ideas de los autores varias veces nombrados, que pueden ser aplicables a lo que se observa en **Euplotes**, propondría, como hipótesis de trabajo, otra explicación que puede aplicarse a lo que se observa en *Oxytricha* y *Gastrostyla* tratándose de las hendeduras nucleares de estos infusorios y siendo tal vez aplicable a diferentes formas del aparato nuclear en otros grupos de infusorios y de las celdillas en general: desde hace tiempo ha llamado mi atención que el aparato nuclear de muchos infusorios (aunque hay aparentes excepciones) se adapta a la masa y a la forma del infusorio; por ejemplo, en *Hypotrichos* pequeños como *Tachysoma mirabilis* no hay más que un solo macronúcleo que ocupa una posición más o menos central en las celdillas (fig. 25). En *Stylonychia* que es considerablemente más grande, el núcleo se estira a lo largo del eje longitudinal de la celdilla, quedando todavía unidos los dos segmentos de dicho núcleo, (fig. 26). Pueden observarse también las hendeduras nucleares en ambos segmentos del núcleo de *Stylonychia* (fig. 27); en *Oxytricha* después de la

división se observan dos macronúcleos independientes y sin hendeduras (fig. 28) cuando el infusorio ha crecido aparecen las hendeduras en los núcleos (fig. 29) y después el infusorio se reproduce. En *Gastrostyla* observamos cuatro macronúcleos independientes (fig. 30) que casi nunca tienen hendeduras (cuando menos durante dos años de constante observación de un cultivo de *Gastrostyla steini* nunca pude observar hendeduras nucleares, salvo el caso a que me voy a referir): sólo en una ocasión, debido a una alimentación excepcional, (los individuos del cultivo a que hago mención devoraron a otros de la misma especie que estaban preparándose para enquistarse) se ha observado un crecimiento extraordinario de estos infusorios, alcanzando los mismos un tamaño dos o tres veces mayor del habitual. Durante este exagerado crecimiento se observó la aparición de las hendeduras nucleares en todos los segmentos del macronúcleo de estos organismos (fig. 31); dichas hendeduras aparecían, como puede verse en la figura referida, en distintas direcciones y de tal manera que es difícil atribuir a ellas el papel de las zonas de renovación ya que por su colocación (véase fig. 31) en el macronúcleo posterior del infusorio que en esa figura se representa, es difícil comprender cómo la zona pueda moverse en el núcleo, renovando uniformemente la substancia cromática de éste. Además de los individuos de mayor tamaño y todavía con cuatro macronúcleos con hendeduras, observé otras aún más grandes ya con seis macronúcleos y nuevamente sin hendeduras (fig. 32). Todos los infusorios a los que he hecho referencia, sin duda pertenecían a la misma especie, ya que el cultivo a que aludo se formó de una sola *Gastrostyla steini* típica y normal, colocada en una cantidad pequeña de agua hervida y aereada a la que se le agregó un poco de caldo vegetal esterilizado. Las formas gigantescas, con núcleos provistos de hendeduras y sin ellas, que acabo de describir, colocadas en el agua sin substancias alimenticias y aisladas, empezaron a dividirse dando origen a formas enteramente normales.

En otros *Hypotrichos* de tamaño aún más grande, como por ejemplo, *Urostylas*, observamos el número de macronúcleos que varía de 8 a 35 y más, siendo el tamaño de este infusorio excepcionalmente grande y la forma muy alargada (fig. 33). En *Stentor* observamos que la forma más pequeña entre ellos, *Stentor niger*, tiene un solo macronúcleo (fig. 34) las formas del *Stentor viridis* del Lago de Xochimilco que observé y que me inclino a considerar como una nueva especie, siendo más grande que *Stentor niger*, están provistas de dos, tres y hasta cuatro macronúcleos (fig. 35 y 36), *Stentor roeseli*, así como *Stentor polymorpus* típico tienen núcleo en forma de bastoncito y de rosario respectivamente, formado de muchos segmentos, siendo la última forma de *Stentor* la más grande de todas (figs. 37 y 38). Comparando lo que hemos dicho acerca del aparato nuclear de los infusorios mencionados, podemos ver una prueba de la ley de Hertwig acerca de la relación cuantitativa de las masas del protoplasma y del núcleo. Pero también podemos ver que existe una relación entre la masa del protoplasma y la superficie del núcleo, el cual crece proporcionalmente al aumento de la masa protoplásmica, adaptándose al mismo tiempo la forma general del núcleo a la de la celdilla.

Recordaremos que el metabolismo celular es estimulado por el núcleo o mejor dicho por la cromatina ya que es lo único que resta en el estado cromidial, cuando el núcleo no existe como unidad morfológica y sin embargo persisten los procesos

- Fig. 25.—Esquema de *TACHYSOMA MIRABILIS* con su único macronúcleo.
- Fig. 26.—Esquema de *STYLONYCHIA* con su núcleo formado por dos segmentos unidos entre sí.
- Fig. 27.—Esquema de *STYLONYCHIA* con hendeduras nucleares en ambos segmentos del macronúcleo.
- Fig. 28.—Esquema de *OXYTRICHA* con aparato nuclear formado por dos macronúcleos enteramente separados.
- Fig. 29.—El mismo infusorio poco tiempo antes de la reproducción con hendeduras en ambos macronúcleos.
- Fig. 30.—Esquema de *GASTROSTYLA STEINI* con aparato nuclear formado por cuatro macronúcleos enteramente separados.
- Fig. 31.—El mismo infusorio; forma gigantesca originada a consecuencia de una alimentación especial. Se notan hendeduras nucleares, algunas de ellas incompletas, en todos los macronúcleos.
- Fig. 32.—El mismo infusorio; forma gigantesca originada a consecuencia de una alimentación especial. El tamaño es aún más grande que el del infusorio precedente. Aparato nuclear formado por seis macronúcleos sin hendeduras.
- Fig. 33.—Esquema de *UROSTYLA* infusorio muy grande de forma alargada. Aparato nuclear formado por ocho macronúcleos independientes.
- Fig. 34.—Esquema de *STENTOR NIGER*. Infusorio relativamente pequeño. Aparato nuclear formado por un solo macronúcleo.
- Fig. 35.—*STENTOR VIRIDIS* de Kochimilco. Tamaño más grande que el del anterior. Aparato nuclear formado por dos macronúcleos.
- Fig. 36.—*STENTOR VIRIDIS* de Kochimilco. Tamaño más grande que el del anterior. Aparato nuclear formado por cuatro macronúcleos.
- Fig. 37.—*Stentor roeseli*. Aparato nuclear formado por un solo macronúcleo alargado en forma de varita.
- Fig. 38.—*Stentor polymorphus*, el más grande de todos los *Stentores* mencionados. Aparato nuclear en forma de rosario constituido por muchos segmentos.
- Figs. 39 y 40.—Esquemas que representa el aumento de la superficie al cortarse un cuerpo A, agregándose a su superficie que ahora está dividida en dos superficies: a y a', otras dos superficies de los círculos mayores: b y b'.



químicos. Para explicar este fenómeno emitimos la hipótesis que la cromatina actúa como un catalizador y forma en el jugo nuclear ciertas substancias que, saliendo por osmosis a través de la membrana nuclear, producen los cambios químicos relacionados con la actividad vital de la celdilla. En este caso puede tener una gran importancia la superficie libre de la cromatina y vemos en efecto que esta substancia siempre se presenta en los núcleos celulares en forma de un polvo finísimo, de granos pequeñísimos esparcidos en el estroma del núcleo como se ve en los infusorios ciliados, o pegados a un armazón de linina como se presenta en las celdillas de los Metazoarios aunque hay casos en que se presenta en forma de unos cuantos granos bastante grandes. Pero en *Hypotrichos* se nota además la tendencia a hacer más grande la superficie del núcleo y de este modo la superficie libre de la cromatina alargando el núcleo o fragmentándolo (véanse los dibujos de 25 a 38).

Este proceso se efectúa, como hemos visto, en relación con el aumento de la masa protoplásmica. Admitiendo este punto de vista podemos considerar la formación de las hendiduras en los macronúcleos de los infusorios como adaptación individual del infusorio a dicha ley, mientras que el aumento del número de segmentos es la adaptación de la especie a la misma ley. Podemos ver que las dos cosas pueden tener el mismo sentido. Cuando un núcleo se fragmenta en dos núcleos independientes la superficie libre de cromatina indudablemente se aumenta. Pero cuando se forma en un núcleo una hendidura trasversal o cualquier otra, que para mí no es sino un espacio lleno de cariolinfa, es decir, una forma específica de vacuola nuclear que se forma por unificación de muchas pequeñas vacuolas nucleares, la superficie libre de la cromatina se aumenta también considerablemente, como por ejemplo se aumentaría la superficie al cortarse un cuerpo esférico en dos partes como se indica en las figuras 39 y 40, porque a la superficie A de este cuerpo que se dividiría en las superficies a y a' se agregarían dos superficies del círculo mayor b y b'.

De este modo la fragmentación del macronúcleo al formarse las especies más y más grandes, así como la aparición de las hendiduras en los macronúcleos al crecer los individuos, lo que para mí no es sino una fragmentación incompleta, sólo son medios para aumentar la superficie catalizadora de la cromatina, lo que trae por consecuencia un aumento cuantitativo de la actividad química que puede satisfacer las necesidades crecientes de la celdilla.

Por supuesto el punto de vista que acabo de expresar no es más que una hipótesis de trabajo, como ya hemos dicho, que no pretende eliminar otras teorías que, basándose en un número considerable de hechos, podrían explicar los fenómenos referidos aún mejor. El asunto de las hendiduras nucleares debe ser estudiado detenidamente en todas las formas en las que se observe y muy especialmente el punto que se refiere a su desplazamiento a lo largo del núcleo, lo que se comprueba únicamente por observaciones en vivo; en el caso de *Oxytricha bifaria*, tuve ya la oportunidad de hacer algunas que, al completarse, daré a conocer en otro artículo.