
MEDIO SIGLO DE PROTOZOLOGÍA*

DIMAS FERNÁNDEZ GALIANO**

* Publicado originalmente en: *ARBOR*, 74:
1-18, 1952.

** Facultad de Biología. Universidad
Complutense de Madrid. Madrid España.

Hace poco ha finalizado la primera mitad del siglo XX y es preciso que, a la vista de esta realidad cronológica, nos preguntemos en qué medida el acervo científico de la humanidad se ha enriquecido durante estos cincuenta años que tan pródigos han sido en acontecimientos trascendentales de otra índole. El que estas líneas escribe, dedicado desde hace algún tiempo a estudios sobre protozoos, se ha planteado parcialmente esta pregunta, formulándola solamente en lo que se refiere a la protozoología. ¿Cuáles han sido y de qué importancia los descubrimientos en el campo de la protozoología en los últimos cincuenta años?

Pero, primeramente, hay que considerar esta pregunta dividida en otras dos, pues en realidad, si no es cierto que existan dos protozoologías distintas, si lo es que hay dos aspectos muy diversos bajo los cuales se puede considerar esta ciencia, aspectos que difieren entre sí notablemente y sobre los cuales varios autores han hecho especial hincapié.

La protozoología se nos muestra con dos caras: según una de ellas, es puramente una ciencia biológica, en cuanto considera a los protozoarios como seres vivos, como formas de vida cuyas características especiales hay que determinar y cuyos problemas en sí y en relación con los demás seres vivos hay que desentrañar; según la otra cara, la protozoología es el estudio de una serie de organismos, de los que una gran parte viven en relación con otros seres con los que establecen una interacción que tiene consecuencias a veces fatales para éstos, y en la vida de los cuales puede influir el hombre para desviar su curso. Me refiero especialmente a los protozoos parásitos, que determinan con demasiada frecuencia enfermedades en los animales domésticos y en el hombre, por lo que su estudio rebasa el dominio de la ciencia especulativa para abordar y entrar de lleno en los límites de la ciencia aplicada, principalmente en los de la medicina y de la veterinaria. Por consiguiente, examinaremos primeramente cuáles han sido los avances en la protozoología "pura" considerada como una rama de la biología y de la zoología y luego consideraremos qué progresos se han conseguido en el dominio de la protozoología aplicada.

Muchas e importantes investigaciones en los últimos años han tenido por objeto el descifrar las particularidades de orden puramente biológico de los protozoos, de tal manera que lo que a finales del siglo pasado era poco más que un simple grupo entre las agrupaciones sistemáticas zoológicas ha pasado a ocupar el lugar de un sujeto de experimentación biológica de primer orden y un conjunto de seres que, en ocasiones, nos dan la clave de importantes problemas que atañen a organismos muchos más elevados en la escala zoológica.

LA UNICELULARIDAD DE LOS PROTOZOOS

Paradójicamente, sin embargo, a pesar de haberse aclarado en absoluto gran número de cuestiones relativas a este grupo de animales, todavía durante estos últimos años han persistido discusiones referentes a su verdadera naturaleza. En efecto, terminada ya hacia años la discusión que llegó a ser apasionante entre Ehrenberg y Dujardin sobre la naturaleza unicelular o pluricelular de los protozoos, había quedado perfectamente establecido para todos los zoólogos que se trataba de animales de naturaleza unicelular, esto es, que su cuerpo se compone de una sola célula que vive independiente y realiza toda clase de funciones por sí misma; solamente se exceptuaban algunas agrupaciones coloniales (Volvocídeas, por ejemplo), en que se llega a una división del trabajo fisiológico en cierto grado, pero esta división tan precaria que es comparable con la que existe, por ejemplo, en algunas colonias de celentéreos, en las que distintos individuos (a los que nadie niega personalidad como tales) asumen algunas funciones especiales con detrimento o anulación de otras, y nunca se puede identificar con la perfecta y exclusiva distribución del trabajo entre las distintas células de un organismo pluricelular. Estaba, repito, establecida aparentemente con solidez inamovible la tesis de la unicelularidad de los protozoos, y, sin embargo, es estos años algunos autores le han negado, aunque basándose, naturalmente, no en las observaciones inexactas de Ehrenberg (que, por ejemplo, admitía que las gastirolas de los infusorios eran pequeños y múltiples estómagos), sino en las ideas que en los últimos tiempos han venido combatiendo la universalidad de la teoría celular, animados por el

descubrimiento de seres (virus) cuya naturaleza y propiedades no convienen de manera precisa a la idea que tradicionalmente se tiene de la célula.

Entre otros autores destaca en este orden de ideas por su gran autoridad el investigador Dobell, el cual estima que la porción de protoplasma que forma el cuerpo de un protozoo no es una célula, sino un organismo completo y no-celular.

Otras ideas se han levantado contra la interpretación clásica de la naturaleza de los protozoos, y así, por ejemplo, Kofoid repudia ésta para los ciliados, basándose en la original interpretación que da a sus dos núcleos; para Kofoid, el micronúcleo, activo en los procesos de fecundación, representa el *germen* de los animales pluricelulares, y el macronúcleo, que se deriva del micronúcleo después de los procesos de conjugación, endomixis, etc. sería el *soma*, destinado a morir después de cierto tiempo, siendo un proceso verdaderamente mortal la desintegración que sufre en la conjugación y fenómenos similares; ambas partes, el soma y el germen, que en los animales superiores están formadas por numerosas células, estarían representadas cada una por una sola célula (un solo núcleo) en los ciliados, que poseen macro y micronúcleo. Kofoid llega, incluso, a decir que tan unicelular es un ciliado como pudiera serlo una ballena y que el llamar a estos seres "animales unicelulares" es un concepto medieval.

Sin embargo, a pesar de estas críticas, la idea general entre la mayoría de los protozoólogos sigue siendo la de que los protozoos están constituidos por una sola célula, cuya célula ha sufrido por evolución orgánica una diferenciación citológica, así como los metazoos han sufrido una diferenciación histológica.

LA DELIMITACIÓN DEL GRUPO

Igualmente sigue sin resolver, a pesar de los esfuerzos que en esta dirección se han verificado, el problema de la delimitación del grupo, pues al no existir un criterio seguro para decidir sobre el carácter animal o vegetal de estas formas primitivas, nos vemos forzados a admitir dentro de los protozoos a formas con caracteres vegetales acusados al lado de las que poseen características indudables de animalidad.

Algunos protozoólogos de la talla de Calkins han decidido últimamente separar de los protozoos a los flagelados cuya nutrición es holofítica, pero esta posición tajante nos llevaría a incluir y excluir, respectivamente, a formas muy similares unas a otras y aun, exagerando la rigidez de este criterio, a colocar entre los protozoos y las algas, alternativamente, a aquellos seres cuya nutrición es holozoica u holofítica según el medio en que viven.

PROGRESOS DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Aparte estas cuestiones, la mayoría de los progresos obtenidos en la protozoología especulativa durante el transcurso de los últimos años han sido condicionados por los grandes progresos realizados en las técnicas de estudio, tanto desde el punto de vista morfológico como desde el de la fisiología de estos seres.

En cuanto a la morfología, el principal acontecimiento técnico, aparte la introducción del ultramicroscopio, del microscopio electrónico y del de contraste de fases en la observación, cuyos frutos todavía no han sido demasiado abundantes, es el empleo de técnicas de impregnación argéntica y áurica en el estudio de las estructuras de los protozoos, empleo que, todavía no generalizado bastante, han dado ya resultados estimables. Estos métodos fueron primeramente empleados en protozoos por E. Fernández Galiano en 1916 y S. Alvarado en 1917 y solamente comenzaron a generalizarse en 1926 por el autor alemán B. Klein; posteriormente otros autores, J. von Gelei, Rosenberg, Chatton y Lwoff, Lund, etc., los han empleado, aportando valiosos datos a la morfología de los protozoos en general y singularmente a la de los ciliados.

En cuanto a la fisiología, las técnicas han surgido de la necesidad de trabajar con una gran mesa de material sobre el cual experimentar, lo que ha dado ocasión para el perfeccionamiento de técnicas de cultivo, técnicas que han tendido sobre todo a eliminar de los cultivos aquellos factores extraños que pudieran interaccionar con los factores introducidos por el experimentador falseando los resultados; como quiera que muchos protozoos de los utilizados diariamente en los laboratorios se alimentan de bacterias, los esfuerzos de los investigadores se han traducido en la invención de numerosos procedimientos para la obtención de cultivos libres de bacterias o con una determinada especie de éstas, cultivos que hoy se consiguen con gran facilidad.

Capítulo aparte merece la aplicación a los protozoos de las técnicas de microdisección, tanto por medios

mecánicos (micromanipulador de Chambers) como con ayuda de otros medios físicos, como, por ejemplo, por medio de los rayos ultravioleta, procedimiento este último empleado por Tchackothine. Con ayuda de estos procedimientos se han conseguido "operar" a los protozoos, obteniéndose en ocasiones pruebas decisivas para la atribución de ciertas funciones a determinadas estructuras.

En cuanto a la investigación sobre la física y la química del protoplasma de los protozoos, su progreso ha sido paralelo, como es natural, al de los métodos de sus ciencias respectivas, y hoy se emplean corrientemente en los laboratorios la microincineración para la determinación de la composición química de diminutas estructuras, la centrifugación para el estudio de la viscosidad del protoplasma, etc.

EL APARATO NEUROMOTOR

Numerosos han sido en estos años los descubrimientos que sobre la morfología de los protozoos han visto luz, y una breve reseña de los múltiples detalles estructurales descritos se haría sencillamente interminable, pero no quiero pasar por alto un descubrimiento que me parece de gran importancia, como es el del aparato neuromotor de los ciliados.

Ya de antiguo se conocían en varios ciliados (*Stentor*, etc.) ciertas fibrillas a las que se atribuía función conductora de excitaciones, y que representarían un esbozo de sistema nervioso, pero estas fibrillas (neurófanos o neuronemas) no se agrupaban formando un todo continuo en el cuerpo del protozoo. En 1914, sin embargo, Sharp halló en un infusorio habitante de la panza de los rumiantes (*Diplodinium ecaudatum*) un complejo fibrilar al que denominó aparato neuromotor y cuyas características parecían indicar su naturaleza nerviosa; en efecto, todas las fibrillas estaban conectadas entre sí y partían de una mesa (motorium), que vendría a ser según la suposición de Sharp, un centro sensitivo y motor; el hecho de su colocación en los puntos del animal más activos y de mayor importancia en orden a la nutrición e incluso su extrema tenuidad, que impedía atribuirles una función de otro tipo, abonaba el hecho de considerarles de naturaleza nerviosa, aunque el mismo Sharp no excluía la posibilidad de que asumiesen, al lado de la función nerviosa, otras misiones secundarias.

Posteriormente se han descubierto numerosos aparatos de este tipo en otros ciliados, y las dudas sobre su función se desvanecieron cuando Yocom logró establecer, por experiencias de microdissección, que las fibrillas del aparato neuromotor asumen una función de coordinación de los movimientos ciliares. En el presente, la mayoría de los protozoólogos admiten la realidad del mencionado orgánulo como primitivo sistema nervioso de la célula y aun alguno (Lund) ha podido demostrar que en *Paramecium* sus fibrillas están en conexión con las líneas de plata, de las que hablaré inmediatamente; únicamente estiman algunos autores que el término con que su descubridor lo designó es impropio, y aunque se ha impuesto por la costumbre, Rosenberg propone llamarle "sistema neuromotor", y Ten Kate, "aparato sensomotor".

EL SISTEMA DE LÍNEAS DE PLATA

Otro interesante descubrimiento, aparentemente en relación con el aparato neuromotor, es el efectuado por Klein en 1927 de un complejo fibrilar subpelicular en los ciliados, al cual, por impregnarse con las sales de plata, llamó "silberliniensystem"; este complejo, hallado después en muchos otros ciliados, ha sido encontrado por Lund en *Paramecium*, y este autor, como antes he mencionado, afirma su conexión con el aparato neuromotor, que, de esta forma, estaría en relación absolutamente con la totalidad del revestimiento ciliar del infusorio.

Por otra parte, los franceses E. Chatton y A. Lwoff, que han estudiado igualmente el sistema de líneas de plata, lo identificaron con su "argiroma", es decir, con un sistema argirófilo que yacería bajo los gránulos basales de los cilios, pudiendo entrar en relación con éstos. Los mismos gránulos basales y su disposición han sido estudiados con gran detenimiento por estos autores, que han descubierto una serie de hechos importantes en relación con la ciliación. Estos hechos, recogidos por los autores en varias leyes, son, en esquema, los siguientes:

Cada fila de gránulos basales (cinetia) es perfectamente independiente de las demás y se compone de dos clases de elementos, los gránulos basales y una finísima fibrilla (cinetodesmo) que constantemente se halla a la derecha de los gránulos (dextrodesmia); esta posición respectiva de cinetodesmo y fila de gránulos hace que la cinetia esté "polarizada", es decir, que posee un extremo anterior y otro posterior. Los gránulos basales (cinetosomas) son heterogéneos y constan de dos elementos, uno de los cuales (gránulo infraciliar) persiste aun cuando se haya perdido el cilio correspondiente en el transcurso del desarrollo ontogénico, mientras que el otro (corpúsculo ciliar) aparece y desaparece con el cilio mismo. Cada gránulo infraciliar proviene de un gránulo

preexistente por división y, dado que puede o no poseer un cilio, puede ocurrir que no coincidan la ciliación aparente y la infraciliación, hecho que se presta notablemente a consideraciones de tipo filogenético y sistemático.

DESCUBRIMIENTOS FISIOLÓGICOS

En cuanto a la fisiología de los protozoos, en estos años se han podido aclarar gran número de cuestiones referentes a nutrición y respiración, gracias, principalmente, al empleo de técnicas de cultivo muy perfeccionadas, como se ha dicho anteriormente.

Los estudios fisiológicos han versado también y muy parcialmente sobre el movimiento y los tropismos y, sobre todo, en los que se refiere al movimiento por medio de pseudópodos, han influido notablemente en las investigaciones los progresos en la fisicoquímica de los coloides, explicándose actualmente en términos de física coloidal y mediante las transformaciones sol-gel y gel-sol de las capas más exteriores del protoplasma la aparición y desaparición de los citados órganos del movimiento.

El mecanismo del movimiento ciliar fue estudiado cuidadosamente por Verworn, cuyas investigaciones le llevaron a determinar como los cilios de la misma fila longitudinal baten metacrónicamente, mientras que en la misma fila transversal lo hacen sincrónicamente, dando al revestimiento ciliar, según la bella imagen empleada por Verworn, el aspecto de un campo de trigo movido por el viento.

Los estudios de Jennings y otros sobre las reacciones del protozoo en respuesta a las modificaciones del medio, realizados también en los años de este siglo, han aclarado igualmente la forma de producirse estos fenómenos, y así la fisiología general se ha enriquecido en conceptos tan interesantes como el de la fugirreacción, o reacción de huida de las células ante la presencia de distintos excitantes, con la cual se explican muchos fenómenos de quimiotaxis, etc.

Pero quizá han sido las investigaciones concernientes a la reproducción y a la herencia las más fructíferas dentro del campo de la fisiología de los protozoos.

Primeramente Alexeieff elaboró una clasificación de los fenómenos de división en los protozoos que, aunque hoy no tiene el valor absoluto que en su día tuvo, ha sido muy útil en su momento, y después, la memoria de Belar sobre los núcleos de los protozoos sirvió para el conocimiento de muchas de las formas nucleares en estos animales.

No obstante, los resultados más espectaculares han sido obtenidos en el estudio de las condiciones de copulación en los flagelados y de la conjugación en los ciliados, estudios debidos principalmente a Moewus y Sonneborn, respectivamente. El primero de estos autores, operando sobre cultivos de formas isógamas de *Chlamydomonas*, descubrió que la fusión sexual se producía, por lo general, entre individuos pertenecientes a estirpes diferentes y aisló sustancias (termonas) que eran segregadas por uno u otro de los gametos de distinto sexo, cuya misión sería el atraer al gameto de sexo contrario. Estas ideas han sido, sin embargo, muy atacadas por otros especialistas como Pascher y Pringsheim.

En cuanto al fenómeno de la conjugación, aunque ya conocido desde que Maupas lo descubrió a fines del siglo pasado, los estudios de Sonneborn y otros autores norteamericanos han arrojado mucha luz sobre las condiciones de la misma. En efecto, en 1937 este autor descubrió en algunas razas de ciertas especies de *Paramecium* varios tipos sexuales (*mating types*) cuya característica más notable es la de ser varios en cada especie, a diferencia de lo que ocurre en los demás seres vivos en que hay dos sexos por especie. Los individuos pertenecientes a cada uno de estos tipos no se conjugan con otros de su mismo tipo, cada variedad de la misma especie tiene sus tipos propios, los cuales se comportan negativamente frente a los de las demás variedades. Mezclando los ejemplares de uno de los tipos con los de otro con el cual el apareamiento es viable, aparece lo que Sonneborn llamó *mating reaction*, que es una aglutinación en masa de infusorios, que al cabo de cierto tiempo se van desintegrando hasta llegar a quedar el cultivo lleno únicamente de parejas de ciliados en conjugación. Otros autores, principalmente Jennings y Kimball, han obtenido resultados análogos a los de Sonneborn, trabajando con otras especies.

Por otra parte, y con anterioridad a estos descubrimientos, E. Chatton y Mdme. Chatton fijaron después de cuidadosas experiencias las condiciones *sine qua non* para que la conjugación tenga lugar, que son, según dichos autores, el desequilibrio trófico, el valor del pH del medio y un factor, al que llamaron "factor zigógeno", que podía ser una sustancia química a disolución (cloruro férrico, ácido pirúvico) o, en la naturaleza, un producto de origen bacteriano.

El concepto de la fijación biológica de la conjugación ha sido objeto en los últimos años de cierta controversia. Hace unos sesenta años enunció Weismann el principio de la inmortalidad potencial de los protozoos, principio que, para los ciliados revisó primeramente Maupas en 1888, quien observó que las estirpes de *Stylonychia pustulata* cultivadas por él degeneraban y morían si no se sometían a conjugación, de donde indujo la función de "rejuvenecimiento" que desempeña ese fenómeno. Pero posteriormente otros autores han llevado a cabo similares experiencias con otras especies y resultados contradictorios, de los que son especialmente notorios los obtenidos por Woodruff, quien cultivó durante un periodo de veinticinco años (1907-1932) un lote de *Paramecium aurelia* sin observar en él fenómenos de conjugación y sin que degenerase ni muriese la estirpe. Sin embargo, el descubrimiento de Diller, que en 1936 observó que en este lote se daba de cuando en cuando un fenómeno de automixis, es decir, la fusión de pronúcleos procedentes de la previa división del micronúcleo de un individuo, quita valor a los cultivos de Woodruff, pues estamos ante un caso similar al de la conjugación, con la diferencia de que ambos pronúcleos tienen el mismo origen; la automixis tendría un valor en cuanto al "rejuvenecimiento" de la estirpe análogo al de la conjugación, quedando en pie el principio de la imposibilidad de persistencia indefinida de un lote en ausencia de fenómenos otros que los de multiplicación vegetativa.

Tratando de estas cuestiones dos años antes de su muerte (en 1945), Jennings negaba dicha persistencia en general, aunque admitía que podía haber alguna especie en la que se diese la pretendida inmortalidad en ausencia de fenómenos sexuales, como, por ejemplo en el flagelado *Eudorina*, cultivado por Hartmann durante ocho años sin que se apreciase decadencia en el cultivo y sin observar fenómenos de sexualidad.

En el terreno de la genética los protozoos, todavía insuficientemente estudiados, se han revelado como un material de excepcional interés, principalmente por la facilidad de su cultivo y por la rapidez de su reproducción. Gracias, sobre todo, a los trabajos de Moewus, que en 1935 expuso sus notable experiencias realizadas en *Polytoma*, y a los de Jennings, Sonneborn, Kimbal, etc., en los ciliados, se ha podido determinar la forma de transmisión hereditaria mendeliana de varios caracteres, tanto morfológicos como fisiológicos, así como se ha apreciado en parte el papel que en la herencia desempeña el citoplasma. A este papel del citoplasma se ha atribuido las modificaciones persistentes (*Dauermodifikationen* de Jollos) que, inducidas de muy diversa manera en el cuerpo del animal, permanecen en los descendientes, desapareciendo al cabo de algunas generaciones.

Las modernas ideas sobre este importante papel de los factores hereditarios citoplasmáticos han influido notablemente en algunos protozoólogos, como Lwoff, que recientemente (1950) identifica los plasmágenos con unos corpúsculos visibles y de antiguo conocidos: los cinetosomas o gránulos basales.

ENRIQUECIMIENTO DE LA SISTEMÁTICA

Paralelamente a los descubrimientos de orden morfológico y fisiológico, de los que no ha hecho más que señalar los que en mi opinión son más destacables, se ha desarrollado notablemente la sistemática de los protozoos, no sólo con el considerable enriquecimiento que en especies descubiertas ha experimentado el volumen de formas conocidas, sino que también, y mediante recursos nuevos y nuevas observaciones, se han puesto de manifiesto afinidades sistemáticas entre seres antaño alejados entre sí en la escala zoológica. Baste citar a este respecto, y a guisa de ejemplo, la labor de Chatton y Lwoff, que, basándose en el estudio de caracteres morfológicos y ontogenéticos, han llegado a crear agrupaciones sistemáticas de la importancia del suborden *Thigmotricha* (por no citar otras), en el que se han reunido una porción de especies que anteriormente estaban dispersas en varios subórdenes, sin que se reconociese entre ellas relación alguna de parentesco. Igualmente podemos citar los interesantes datos que sobre la identidad de algunas especies de *Trypanosoma* se han obtenido aplicando a su estudio la práctica de reacciones serológicas.

LAS APLICACIONES DE LA PROTOZOOLOGÍA

Si podemos calificar, como se ha visto, de importantes los progresos que durante la primera mitad del siglo XX ha obtenido la protozoología considerada como ciencia pura, hemos de reconocer que en el dominio de sus aplicaciones a la medicina y a la veterinaria su evolución ha seguido, durante el transcurso de dicho lapso de tiempo, un ritmo tan acelerado y tan abundantemente salpicado de descubrimientos trascendentales, que bien podemos emplear el adjetivo "asombroso" para su calificación. Baste considerar que en dicho medio siglo se ha llegado al conocimiento de la naturaleza del agente responsable, a la determinación de su ciclo biológico o al hallazgo del animal vector de azotes tan terribles de la humanidad como el paludismo, la enfermedad del sueño, además de otras muchas producidas también por protozoos, con las consecuencias formidables que del

conocimiento de estos hechos biológicos se derivan en los terrenos de la epidemiología y de la sanidad en general, e incluso, habida cuenta del valor social y económico de los hombres y animales domésticos sustraídos a la enfermedad y a la muerte, de la sociología y de la economía.

En puridad, algunos de los trascendentales descubrimientos que me acabo de referir se realizó en fecha algo más temprana, aunque, como todo hecho biológico, no se desveló de una vez y repentinamente, sino que la verdad fue apareciendo paulatinamente y como consecuencia de la suma de trabajos de muchos investigadores.

Es precisamente esto lo que ha acontecido con una de las más extendidas enfermedades del hombre, el paludismo.

EL PALUDISMO

Durante siglos se desconoció su verdadera etiología, haciéndose las más variadas conjeturas sobre la identidad de su agente causal; al fin, en 1880, Laveran identificó en la sangre de un hombre enfermo en el Hospital de Constantina (Argelia), al ente responsable, que resultó ser un esporozoo al que se denominó más tarde *Plasmodium malariae*. Su papel en la producción del paludismo fue aceptado rápidamente por los entendidos, especialmente después de que Laveran lo encontró en la sangre de los palúdicos italianos. Sin embargo, algo más se tardó en conocer las peculiaridades más salientes de su ciclo vital, ciclo del que muy recientemente se han descubierto algunos detalles y que quizá no esté por completo conocido; desde años atrás se habían aclarado las líneas generales de la evolución del parásito en el interior del cuerpo humano, pero hasta finales del siglo pasado (1889) no consiguieron Ross y Grassi, el primero en la India y el segundo en Italia, determinar con exactitud las transformaciones que el agente etiológico sufre en el interior del agente vector y determinar que éste es un mosquito del género *Anopheles*, descubrimiento que se llevó a cabo siguiendo la inspiración de un trabajo anterior del mismo Ross, que logró desentrañar el mecanismo de la transmisión de *Plasmodium praecox* de unas aves a otras por intermedio de los mosquitos del género *Culex*.

Finalmente se planteó y llevó a cabo un famoso experimento que había de servir para confirmar estos descubrimientos: la inoculación experimental de un hijo de Manson, en Inglaterra, por medio de la picadura de anofeles traídos de Italia, inoculación que alcanzó el éxito previsto, puesto que el paciente enfermó de típico paludismo.

Durante los últimos años del siglo anterior y la primera mitad del presente, concretamente, hasta la muerte de Laveran en 1922, se desarrolló una interesante discusión sobre si las diferentes manifestaciones del paludismo (terciana, cuartana, etc.) son consecuencia de la infección de una sola especie de *Plasmodium* o si existe una especie de parásito propia para cada una de las variedades de la enfermedad. Laveran nunca creyó en la pluralidad de las especies, pero al cabo triunfó el criterio sostenido por sus adversarios y hoy se admite universalmente la existencia de por lo menos tres especies distintas, a saber: *P. vivax*, que determina los accesos de fiebre terciana benigna; *P. malariae*, responsable de la fiebre cuartana, y *P. falciparum*, a cuya presencia se atribuyen los ataques de fiebre terciaria maligna o cotidiana.

LAS PIROPLASMOSIS Y TRIPANOSOMIASIS

Otros esporozoos causantes de enfermedades han sido descubiertos en la primera mitad del siglo en que vivimos, y entre ellos destacan por su importancia algunos piroplasmas parásitos de los glóbulos rojos y de otras células de los mamíferos. Así, el primer piroplasma visto en los caballos, *Nuttalia equi*, lo fue por Laveran en 1901, al paso de unos años más tarde, en 1910, Nuttall y Strickland descubrieron el llamado *Babesia caballi* y, algo antes, en 1903, fue hallado *Theileria parva*, por Stephens y Christophers, siguiendo el hallazgo de muchos otros. De la misma manera, el mecanismo de la transmisión de estos parásitos por medio de huéspedes intermediarios, las garrapatas, fue descubierto para la mayoría de estos seres en la referida época.

La historia de los tripanosomas, parásitos del hombre y de los animales domésticos es también reciente. Aunque el género *Trypanosoma* se conoce desde 1841 y su primera especie parásita fue descubierta en 1880, no se había hallado ningún tripanosoma en el cuerpo del hombre hasta 1902, cuando Forde encontró uno en la sangre de un europeo residente en Santa María de Bathurst, en la Gambia inglesa, razón por la cual Dutton, enviado con Todd a Gambia por la escuela de Medicina Tropical de Liverpool, lo designó con el nombre de *Trypanosoma gambiense*. Al año siguiente, examinando Castellani el líquido cefalorraquídeo de un individuo que padecía la enfermedad del sueño en Uganda, encontró el mismo tripanosoma, al igual que lo hicieron por su parte Bruce y

Nabarro, quedando establecido desde entonces con toda seguridad que el mencionado parásito es el agente etiológico de dicha enfermedad del sueño, tan frecuente en los países centroafricanos, lo que significó la aclaración de un enigma científico planteado mucho tiempo atrás y para cuya solución se habían emitido las hipótesis más variadas y disparas.

A partir de esta fecha se identificaron numerosos tripanosomas más en la sangre del hombre y de otros animales, como *T. congolense*, en 1903, por Dutton y Todd; *T. vivax*, en 1905, por Ziemann; *T. rhodesiense*, en 1910, por Stephens y Fantham, etc.

En años anteriores se habían descubierto ya varios tripanosomas que en los animales domésticos producen la surra, la durina y la nagana, tres extendidas y malignas enfermedades, e incluso se sabía que su transmisión se verificaba por medio de ectoparásitos, los cuales, en dos picaduras sucesivas, llevaban el parásito de un animal enfermo a uno sano; sin embargo, se creía que dicho transporte era puramente mecánico, sin que el tripanosoma sufriese cambio alguno en el tubo digestivo del vector.

En la actualidad han cambiado muchas de las ideas a este respecto, pues aunque en alguno de ellos no se ha podido hallar evolución alguna en el interior del insecto vector, creyéndose que su propagación por éste se hace de manera mecánica (*T. evansi*, transmitido por la picadura de moscas y tábanos), se sabe que la mayoría de dichos tripanosomas (aparte, claro está, de los que tienen su mecanismo normal de transmisión en el contacto directo de huésped a huésped, como *T. equiperdum*, agente de la durina) experimentan una importante evolución en el interior del insecto que les sirve de vehículo, evolución que mientras no se finaliza incapacita al parásito para reproducir la enfermedad en un nuevo huésped, lo que lleva consigo el hecho de que para que un insecto que ha picado a un enfermo y, por consiguiente se ha infectado, sea capaz de contagiar a otro animal por nueva picadura (o por sus deyecciones, como ocurre en *T. lewisi*) es preciso que transcurra un cierto tiempo, en el curso del cual el parásito está sufriendo la mencionada evolución.

En 1909, Kleine descubrió dicha evolución en *T. brucei* en el tubo digestivo de una mosca del género *Glossina* -la conocida mosca *tsé-tsé*-, que actuaba de vector de dicho parásito, y determinó que habían de transcurrir veinte días desde la anterior picadura a un animal enfermo para que una mosca fuese de nuevo infectante; sucesivamente se descubrieron los ciclos evolutivos en el ectoparásito para una serie de tripanosomas, y de esta manera, Bruce y sus colaboradores lo hicieron en 1910 para *T. vivax*; Swellengrebel y Strickland, en el mismo año, para *T. lewisi* (parásito de las ratas, cuya evolución se efectúa en las pulgas); Kleine y Tautz, en 1911, para *T. gambiense*, etc.

En cuanto a la evolución de los tripanosomas en la sangre del vertebrado infectado, hemos de recordar la discusión a que dieron lugar los trabajos de Schaudinn, que afirmó a principios de siglo (1904) la relación que a su parecer existía entre algunos hemoproteidos (*Haemoproteus* y *Leucocytozoon*) de la sangre del mochuelo con los tripanosomas que se encuentran en la misma, puesto que para él los hemoproteidos mencionados eran simples formas endoglobulares de *Trypanosoma*, ideas ya por completo desechadas por los protozoólogos.

LA "ENFERMEDAD DE CHAGAS" Y LAS PRODUCIDAS POR LEISHMANIAS

Una especie de un género muy afín a *Trypanosoma*, *Schizotrypanum cruzi*, tan afín que para algunos autores pertenece al primero, ha sido en 1909 denunciada como responsable de una enfermedad muy extendida en Brasil, Argentina y otras naciones de América. La hoy llamada "enfermedad de Chagas" era en el pasado confundida como una sola entidad nosológica con la anquilostomiasis, y sólo en la fecha citada ha sido precisada su existencia como enfermedad independiente por el investigador brasileño Carlos Chagas, el cual no sólo aisló en el laboratorio el parásito causante de la enfermedad, sino que también, por medio de una encuesta, logró establecer la identidad de la nueva enfermedad. El agente etiológico cursa su evolución, parecida a la de los tripanosomas, en una chinche de campo, y según recientes investigaciones se debe transmitir principalmente, y probablemente con exclusividad, por medio de las deyecciones del insecto, ricas en formas infectantes, que se introducirían en el medio interno del hombre por diminutas grietas de la piel y mucosas.

Otro grupo de enfermedades sobre las cuales se han desvelado muchas incógnitas durante los últimos años, son las que producen los flagelados, también ciertamente afines a los tripanosomas, llamados leishmanias. Alguno de sus representantes (*Leishmania tropica*) había sido, sin duda, ya observado en 1885, pero la ignorancia que existía sobre el grupo en general era casi absoluta.

Por fin, en 1903, examinando Marchand el bazo de un chino muerto en Alemania, encontró de nuevo estos flagelados, y en el mismo año e independientemente fueron descritos con el intervalo de unos días por otros dos

investigadores, Leishman y Donovan, que estudiaban casos de una enfermedad llamada kala-azar. En el mismo año, y en honor de Leishman, creó Ross el género *Leishmania*, y Laveran y Mesnil bautizaron al parásito del kala-azar dedicándole el nombre específico a Donovan, creando, pues, la especie *L. donovani*.

De otra enfermedad producida por leishmanias, el botón de oriente también fue estudiado el agente productor por Wright, el cual le dio el nombre de *L. tropica* en 1903.

Desde entonces se señalaron abundantes brotes de ambas enfermedades en Europa, dedicándoseles mayor atención que hasta la fecha, y de este modo descubrió Nicolle, en 1908, la especie *L. infantum* (especie cuya individualidad niegan actualmente algunos autores), y Vianna, a consecuencia de haber hallado una especie de botón de oriente en el Brasil, la llamada leishmaniosis cutánea americana, dio en 1911 el nombre de *L. brasiliensis* al parásito del Nuevo Continente. También comenzaron por estas fechas a señalarse las leishmaniosis animales: del perro, en 1908; la del caballo, en 1926, etc.

Igual que para los tripanosomas, se ha demostrado en fecha relativamente reciente el mecanismo de infección de las leishmaniosis, que se transmiten, como Pressat, en Egipto, y Ed. y Et. Sergent, en Argelia, supusieron en 1905, por medio de la picadura de los mosquitos del género *Phlebotomus*, en cuyo tubo digestivo sufre una evolución el flagelado; esta primera suposición fue confirmada plenamente por ambos Sergent, Parrot, etc. al reproducir experimentalmente, en individuos que se prestaron espontáneamente a tal fin en Argelia, un botón de oriente típico, por medio de escarificaciones de la piel que fueron impregnadas con una pasta de mosquitos de aquel género aplastados.

He prescindido, naturalmente, en las líneas precedentes, de mencionar el descubrimiento de un enorme número de especies patógenas, resaltando solamente, el citar algunos parásitos principales, los hitos más destacados y significativos entre las impresionantes alturas a que ha conducido a la ciencia de los protozoos la infatigable labor de colaboración de cientos de investigadores en el terreno de la protozoología aplicada. Igualmente he dejado de mencionar los progresos verdaderamente notables que se han alcanzado en el diagnóstico y tratamiento de las protozoosis humanas y animales, por estimar que rebasaría los límites que me he propuesto tenga este escrito.

Quede éste, pues, simplemente para dar testimonio de gratitud a tantos desconocidos e infatigables trabajadores de la ciencia, que en el silencio del laboratorio, en la absorbente labor de clínica o en plena Naturaleza han dedicado sus energías, su salud y su vida al estudio de estos minúsculos seres, haciendo verdadera profecía la frase que en los albores de este siglo XX pronunciara Patrick Manson: "El reinado de las bacterias ha alcanzado su apogeo; el de los protozoos está comenzando".