

# REVISTA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL

---

## PARASITISMO Y EVOLUCION

---

RODOLFO  
PÉREZ  
REYES y  
FERNANDO  
STREBER  
DURÁN.

Laboratorio de Parasitología,  
Escuela N. de Ciencias Biológicas, I.P.N.

La parasitología es una ciencia joven, que se estableció como tal hasta algunos años después de publicadas las observaciones de Darwin sobre la variabilidad de las especies, aunque en esa época ya se habían descrito numerosos organismos parásitos. Por tanto no es extraño que desde sus principios, la Parasitología haya estado influida por la teoría evolucionista y que los parasitólogos hayan especulado en diversas ocasiones sobre el origen de los parásitos, su evolución y sobre las relaciones filogenéticas que puedan tener huéspedes que albergan parásitos semejantes.

Es indudable que el parasitismo es un fenómeno viejo, quizá muy anterior a la aparición de muchos grupos animales y vegetales que conocemos en la actualidad, pero desgraciadamente no poseemos pruebas físicas del mismo ó de su evolución en las épocas geológicas precedentes, como las poseemos de la evolución de otros grupos orgánicos que han dejado huella de su paso.

Los parásitos, y en especial los endoparásitos, son animales blandos, que no han originado fósiles y en general sabemos muy poco de ellos. Así, por ejemplo, para no ir más lejos, tenemos pocos datos sobre las parasitosis humanas durante la llamada época prehistórica.

No teniendo fósiles que nos señalen la evolución de los parásitos, nos vemos constreñidos al estudio de los actuales, y a consideraciones sobre su distribución, especificidad, virulencia, etc., que a pesar de sus limitaciones han dado y seguirán dando resultados de gran importancia para la comprensión de las relaciones filogenéticas, no sólo de los parásitos, sino de sus huéspedes.

Antes de continuar, creemos oportuno indicar que en el presente resumen únicamente se señalarán algunos hechos concretos, relacionados principalmente con protozoarios parásitos, para evitar la extensión que alcanzaría un enfoque más general, y porque la experiencia personal de los autores se reduce al mencionado grupo.

La primera dificultad que encontramos en el desarrollo del tema, es la delimitación del término "parasitismo", pues podríamos afirmar sin peligro de caer en exageraciones, que existen casi tantas definiciones del mismo como autores que han escrito sobre el asunto. A manera de ilustración hemos tomado algunas de libros autorizados:

Craig (1926) siguiendo a Fantham, Stephens y Theobald (1916) indica: "Por parásito se entiende a un organismo viviente, el cual, con objeto de procurarse alimento se implanta temporal o permanentemente, sobre o dentro de otro organismo". Brumpt (1949) dice: "consideramos parásitos a todos los seres vivientes, animales o vegetales que durante una parte o la totalidad de su existencia, se nutren de una manera permanente o temporal, de diversas sustancias o del contenido intestinal de otro ser viviente, sin destruir a este último, a menos que su número sea muy grande.

Pessoa (1954) da la siguiente definición: "El parasitismo es una relación directa y estrecha entre dos organismos generalmente bien determinados: el huésped y el parásito, viviendo el segundo a costa del primero".

Kudo (1954) dice: "Parasitismo es una asociación en la cual un organismo (el parásito) vive a expensas de otro (el huésped).

El asunto se complica aún más cuando se trata de establecer diferencias entre comensales y parásitos. Como lo indica Cameron (1950) no hay una definición objetiva de parásito, y con frecuencia se da una importancia

primordial a la patogenicidad. Cuando se examina cuidadosamente a ésta, se encuentra que depende de diferentes factores, tanto intrínsecos como extrínsecos y por lo tanto es variable, no sólo cuando se refiere a diversas especies de huéspedes, sino aun cuando se determina en varios individuos de la misma especie.

Es posible que tomando en cuenta otras características fisiológicas más estables, principalmente los requerimientos nutritivos, se lograra un concepto más claro de parasitismo. De momento adoptaremos la definición dada por Cameron (1958) quien indica: "parásito es un organismo que en algunos estudios de su vida requiere determinados factores vitales que puede obtener únicamente de otros organismos vivos".

Es opinión muy generalizada entre los biólogos, la de que un parásito virulento, que cause la muerte de una alta proporción de los individuos afectados, tiende a eliminarse a sí mismo, y por tanto, desde el punto de vista evolutivo tendrían más éxito los parásitos poco virulentos, que permiten la supervivencia de los huéspedes. Según esta misma opinión, la adaptación a la vida parasitaria constituiría en una pérdida cada vez mayor de la virulencia, de tal manera que los parásitos más patógenos serían los más jóvenes, y el paso final en la evolución del parasitismo, sería el comensalismo.

Esta opinión, como lo ha demostrado Ball (1943) es muy discutible. Si tomamos como ejemplo a las amibas del género *Entamoeba*, según lo indicado arriba, tendríamos que admitir que *E. coli* invadió al hombre y a los monos antes que *E. histolytica*. De igual manera, *E. coli* sería más antigua que *Entamoeba invadens*, parásita de reptiles y con una patogenicidad por lo menos comparable a la de *E. histolytica*. En este caso nos parece más plausible la opinión de Hall (1953), quien indica que lo más probable es que desde un principio *E. histolytica* y *E. invadens* fueran más patógenas que otras especies cogenéricas y que han conservado sus características aun durante la evolución de los huéspedes.

Dentro del mismo grupo de las amibas tenemos otro caso sumamente interesante, el de *Hydramoeba hydroxena*, que vive como parásita en varias especies de hidras. Esta asociación debe ser sumamente vieja dada la antigüedad del huésped, y sin embargo, el parásito es sumamente virulento, como lo han comprobado Looper (1928) e Ito (1949), quienes indican que las hidras afectadas mueren aproximadamente en una semana.

Podríamos citar otros muchos casos en los que el parásito parece haberse asociado desde hace largo tiempo con su huésped y sigue conservando su virulencia, como sucede en muchos Cnidosporidios.

Los datos experimentales nos llevan a conclusiones similares, pues con frecuencia, organismos que nunca han estado en contacto con un parásito determinado, pueden reaccionar de una manera completamente diferente cuando son inoculados con él. Por ejemplo, Packchianian (1943) encontró que infectando diferentes especies de *Peromyscus* con *Trypanosoma brucei* se pueden obtener infecciones que varían desde agudas y mortales, hasta crónicas que terminan con la recuperación espontánea, dependiendo únicamente de la especie de roedor utilizada.

Otro ejemplo sumamente típico es el de *Plasmodium berghei*, que en la naturaleza se ha encontrado únicamente en el Congo Belga, como parásito de una rata selvática, *Tamnomys surdasted*. En el laboratorio podemos obtener infecciones de diversos tipos: en el ratón blanco y en el hamster, el hematozoario provoca infecciones agudas, siempre mortales, que tienen una duración de 6 a 14 días. En la rata blanca solamente una pequeña proporción de los individuos inoculados mueren, mientras que la mayoría desarrollan una infección media que termina con la recuperación espontánea, aunque los parásitos pueden persistir hasta por 50 días en la sangre periférica. En el metorito (*Microtus mexicanus*) la infección es leve, con escaso número de parásitos sanguíneos, que pueden detectarse al examen microscópico hasta por 30 días después de la inoculación.

En resumen, la patogenicidad depende de factores muy complejos y no sólo del tiempo que tenga un parásito asociado a un determinado huésped.

El que un parásito virulento no elimine con frecuencia a su huésped, puede deberse a causas muy diversas, entre las que podríamos citar: a) la presencia de cierto grado de resistencia en algunos individuos; b) la adquisición de inmunidad específica provocada por la presencia misma del parásito, que incluso puede ser transmitida parcialmente a la descendencia, c) que la diseminación del parásito esté limitada por la distribución de huéspedes intermediarios ó vectores, como sucede en el caso de la tripanosomiasis africana; d) en organismos que no tienen huéspedes intermediarios ó transmisores, la diseminación depende en muchos casos del medio ambiente; e) por la dificultad que encuentre el parásito para llegar a un huésped apropiado, por ejemplo cuando las poblaciones de éste tienen una densidad baja.

Por tanto, nos inclinamos a considerar que el parasitismo y el comensalismo no son dos etapas sucesivas en la evolución, sino que por el contrario, pueden considerarse como dos grados distintos de un mismo fenómeno.

Es frecuente también, que la especificidad se tome como un signo de antigüedad de los parásitos. Aunque admitimos la posibilidad de que ocurra así en algunos casos, no debe generalizarse, pues existen numerosos ejemplos de lo contrario. Los parásitos viven en un medio dinámico (el huésped) de tal manera que sus requerimientos conservan cierto grado de plasticidad.

Como ejemplo de parásitos antiguos que siguen conservando poca especificidad, podríamos citar a una ameba que hemos mencionado antes: *Entamoeba invadens*, que se ha encontrado en reptiles muy diversos, tanto ofidios como saurios.

Aún dentro de géneros que en general han desarrollado una especificidad muy grande, encontramos algunas especies que pueden parasitar gran variedad de huéspedes. Huff y Coulston (1946, 1948) y Huff (1951) han estudiado el fenómeno en varios plasmodios de aves, y encontraron que algunos como *P. relictum* y *P. lophurae* pueden invadir gran variedad de aves, mientras que *P. cathemerium* progresó únicamente en dos de las aves probadas. Así pues, esta última especie se semeja más a los plasmodios humanos, los cuales, al parecer en la naturaleza únicamente se encuentran en el hombre, aunque en el laboratorio se ha demostrado que las formas exoeritrocíticas progresan en algunos monos y aun se ha logrado la aparición de formas hemáticas después de la esplenectomía.

Entre los tripanosomas de mamíferos también encontramos varios tipos de especificidad, según las especies. Los tripanosomas africanos y especialmente *T. brucei* parecen tener en general poca especificidad. La especie mencionada se encuentra en caballos, asnos, camellos, vacas, cerdos, perros, etc., y en una gran variedad de animales silvestres. Por el contrario, *T. lewisi* y otras especies de roedores, aún en condiciones experimentales invaden huéspedes diferentes de los naturales.

Es posible que la especificidad pueda ser determinada por varios factores, entre los cuales podemos contar como uno de los más importantes, el mecanismo de dispersión.

Todos los parásitos, en determinadas fases de su vida, abandonan el cuerpo del huésped para invadir a otros individuos. La diseminación puede requerir la presencia de uno o más huéspedes intermediarios, que generalmente inoculan al definitivo o son ingeridos por él. Estos parásitos se encuentran con frecuencia en organismos con hábitos semejantes, aún sin parentesco zoológico.

En otros casos los parásitos penetran de una manera activa, a través de la piel y entonces afectan a especies que viven en el mismo ambiente.

Si la dispersión se efectúa por contaminación de los alimentos, habrá una mayor variedad de huéspedes; y éstos serán más restringidos, si la infección se realiza por contacto directo.

Otros factores de los que puede depender la especificidad, son: condiciones del medio (pH, potencial de oxidorreducción, etc.) y desde luego, la presencia de fuentes de energía y factores de crecimiento utilizables.

## EVOLUCION EN LOS TRIPANOSOMIDOS

Una de las teorías más extendidas sobre el origen de los tripanosómidos, sobre todo de los parásitos de vertebrados, es la que sugiere que originalmente fueron parásitos de insectos. Cameron (1958) amplía la idea indicando que los insectos a su vez pudieron haber adquirido los flagelados a partir de las plantas. Lavier (1943) hablando exclusivamente del género tripanosoma, indica: "En contra del origen de los tripanosomas como parásitos de los insectos, encontramos: homogeneidad de las especies de tripanosomas en los vertebrados zoológicamente vecinos, en los cuales los vectores pueden ser, sin embargo, sumamente diferentes, por ejemplo en los tripanosomas de reptiles, que con las variaciones naturales presentan un aspecto bastante semejante. En los que conocemos, la evolución puede realizarse en una sanguijuela (triplanosomas de quelonios y de algunos ofidios) en una glosina (triplanosomas de cocodrilos) y un flebotomo (*T. hemidactyli* de un lacertido). Las variaciones de aspecto, no corresponden a las variaciones de huésped. Todo indica que los vertebrados son los huéspedes primitivos de los tripanosomas y que éstos han encontrado en los parásitos hematófagos, un medio biológico al cual se adaptaron secundariamente".

A estas consideraciones de Lavier podríamos añadir que la distribución de los tripanosomas entre los vertebrados es muy amplia, y casi podríamos asegurar que no hay grupo que se libre de su presencia, desde

elasmobranquios a primates. Nos parece sumamente complicada una explicación posible para el paso de los tripanosomas de animales terrestres a vertebrados acuáticos y por el contrario parece más lógico considerar que se trata de parásitos originales de cordados primitivos, que han acompañado a los diferentes grupos en su evolución.

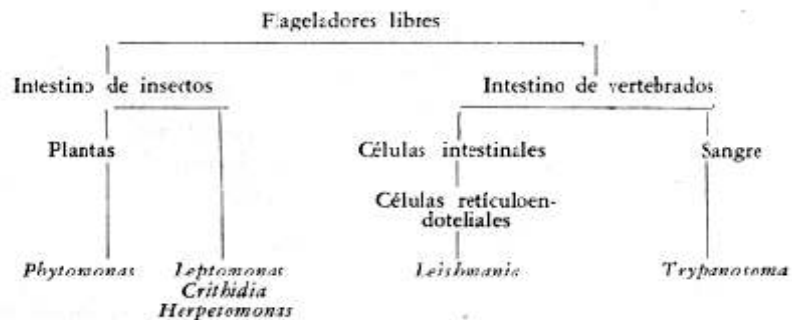
Es sumamente sugestivo el hecho de que se hayan encontrado tripanosómidos en el intestino de peces y reptiles. Fantham y Porter (1920) observaron flagelados con aspecto de leptomonas típicos en el intestino de un pez marino (*Dentex argyrozona*), en tanto que había formas leishmania en hígado, riñón y bazo. Franchini (1921) encontró formas flageladas en el recto de un camaleón, acompañadas de leishmanias en intestino y en estómago. Otros autores han descrito leishmanias y leptomonas en reptiles diversos, cuyas formas de cultivo son indistinguibles de las obtenidas en las leishmanias humanas, de tal manera que se clasifican en el mismo género.

Según Cameron (1958) los tripanosómidos serían un grupo polifilético. Aun suponiendo que se tratara de una evolución convergente, que llegara a producir organismos de un aspecto semejante, es difícil concebir que la semejanza llegara a la estructura nuclear, la estructura del aparato flagelar, y hasta algunos aspectos fisiológicos como los requerimientos nutritivos, pigmentos respiratorios, consumo de oxígeno, etc.

En los tripanosomas parásitos de vertebrados inferiores (peces, batracios y reptiles) así como en algunos de mamíferos, la multiplicación se realiza en el huésped vertebrado bajo el aspecto de leptomonas, y con menos frecuencia critidias o formas leishmanioides. En ellos la forma tripanosoma parece representar únicamente la fase infectante para el vector, posiblemente de formación posterior a la entrada de los flagelados a la sangre. Hasta donde sabemos, la única excepción a esta regla la presentan los tripanosomas patógenos de mamíferos, en los cuales la multiplicación se realiza en la fase tripanosoma.

Basándonos en lo anteriormente expuesto hemos hecho las siguientes consideraciones: 1) los tripanosómidos forman un grupo monofilético ó por lo menos son de origen semejante. Debieron ser en un principio formas libres que invadieron el intestino de diversos animales, tanto invertebrados como cordados; 2) los tripanosómidos de vertebrados desde su origen parasitaron a esos animales y del intestino pasaron a invadir unos la sangre (triptanosomas) y otros los tejidos (leishmanias); 3) la adaptación a invertebrados fue posterior y en ellos se desarrollaron simplemente como lo harían en un medio de cultivo, lo cual explica la variabilidad de los vectores.

En el esquema siguiente presentamos nuestra opinión sobre la evolución del grupo. Este esquema únicamente podrá ser confirmado cuando se conozca la fisiología de los tripanosómidos de insectos y de plantas.



Hipoboscidae". Más adelante señala que no existe el mismo paralelismo entre los huéspedes vertebrados y los parásitos, ya que las especies de plasmodios se encuentran en vertebrados poco relacionados entre sí.

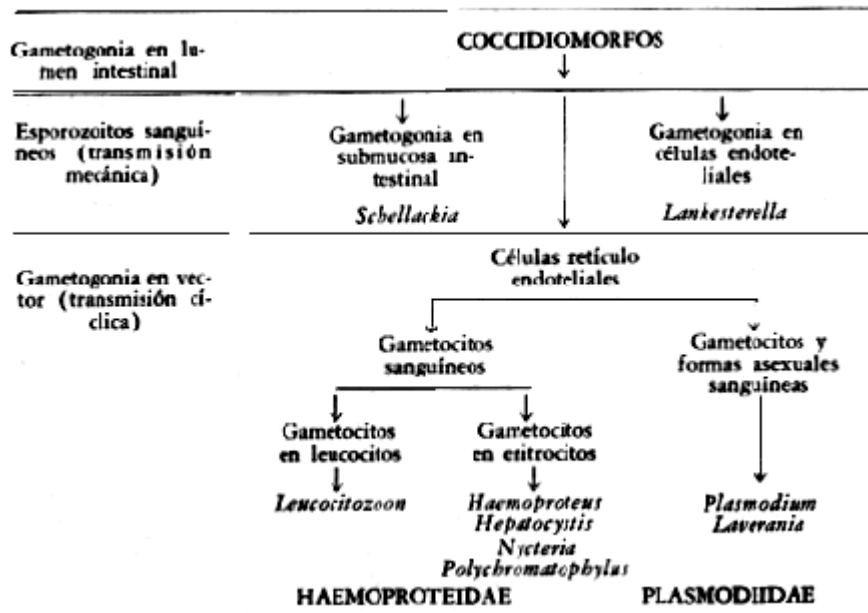
Indica Huff que en varios esporozoarios se encuentran ciclos semejantes a los de *Plasmodium*, pero que se efectúan exclusivamente en invertebrados. "Hay aún esporozoarios parásitos de mosquitos (*Lankesteria culicis*) que son transferidos de un individuo a otro mediante la ingestión, por las larvas del mosquito, de formas resistentes diseminadas por los adultos que se desintegran en el agua. No sería difícil concebir la transformación de un coccidio celómico que madurase rápidamente de manera que los esporozoitos invadieron las glándulas salivales. Si suponemos que esto ocurrió cuando los mosquitos adquirieron su hábito de chupar sangre, se obtiene una explicación posible de la adquisición de heteroxenismo".

Los razonamientos de Huff son sumamente ingeniosos y convincentes en principio, pero un análisis detenido nos lleva a encontrar algunas contradicciones: 1) No conocemos los transmisores de los hemoproteidos y plasmodios; de todas formas no parecen ser mosquitos y por el contrario hay indicios de que *P. mexicanum* puede ser transmitido por ácaros. 2) Si los invertebrados fueran los huéspedes originales, el grupo sería polifilético. 3) Según este mecanismo, los parásitos caerían fundamentalmente al torrente circulatorio y por tanto el ciclo sanguíneo sería predominante.

El último punto mencionado parece ser fundamental. Tanto los hemoproteidos como los plasmodios inician su ciclo en el vertebrado invadiendo células retículo endoteliales y lo más probable es que como dice Garnham (1953) la fase sanguínea sea de desarrollo relativamente reciente. Cameron (1958) hablando de *P. vivax* dice: "Parece que el ciclo asexual en las células rojas es un accidente sin valor para el parásito y probablemente de origen reciente". Y al discutir la filogenia de los plasmodios indica que es muy difícil determinar cuál es el huésped definitivo, pues aunque generalmente se acepta como tal aquel en el que se lleva a cabo la reproducción sexual, en los plasmodios los gametocitos se forman en el vertebrado; la maduración de los gametos y la fecundación, que normalmente se realizan en el mosquito, pueden efectuarse entre lámina y laminilla y por tanto no son específicas. Si los hemosporidios descendieran de organismos que habitaron el intestino de vertebrados (ancestros semejantes a coccidios con un solo huésped) el ciclo en el invertebrado representaría la fase libre durante la cual los ooquistes dan origen a los esporozoitos.

Esta modalidad es muy sugestiva, ya que nos permite comprender por qué la fase inicial en el desarrollo de los plasmodios y hemoproteidos se realiza en tejidos fijos y no en sangre. Además, entre los esporozoarios existen varios géneros que podrían representar fases semejantes a las seguidas por los hemosporidios durante su evolución a partir de ancestros localizados en células intestinales. Posteriormente los parásitos penetrarían más profundamente, de tal manera, que aún la maduración de gametos, la fecundación y la formación del ooquiste llegarían a producirse con cierta frecuencia en el seno de los tejidos cayendo los esporozoitos al torrente sanguíneo de donde serían transmitidos a otros huéspedes por vectores mecánicos. El género *Schellackia* presenta un ciclo semejante al que acabamos de describir *Lankesterella*, organismo transmitido también de una manera mecánica, efectúa su ciclo en células endoteliales, donde maduran las esporas y los esporozoitos caen a la sangre de donde son tomados por el vector.

El paso siguiente sería la producción de gametocitos que invadieran el torrente circulatorio y que serían capaces de evolucionar en el invertebrado.



Las familias Haemoproteidae y Plasmodiidae se separarían en el punto en que la segunda comienza a producir formas sexuales eritrocíticas.

En el esquema filogenético que presentamos, se evita incluir, como lo hacen algunos autores, a los adeleideos y especialmente a los géneros *Karyolysis* y *Haemogregarina*, pues consideramos constituyen un grupo muy diferente de los Hemosporidios, e incluso por su mecanismo de gametogénesis parecen muy primitivos y más cercanos que los Eimeridios a los Gregarinidos.

#### REFERENCIAS

- BALL, G. H. 1943. *Amer. Nat.*, LXXVII: 345, citado por Hall. 1953.
- BRUMPT, E., 1949. Précis de Parasitology and evolution. *Trans. Roy., Soc.*
- CAMERON, T. W. M., 1950. Parasitology and evolution. *Trans. Roy. Soc. Canada*, XLIV (Ser. III, Sec. 5): 1-20.
- \_\_\_\_\_, 1958. Parasites and Parasitism Methuen & Co. Ltd., London. John Wiley & Son, N. York.
- CRAIG, C. F., Parasitic protozoa of man. J. B. Lippincott Co. Philadelphia & London.
- FANTHAM, H. B. J. W. W. STEPHENS y F. V. TEOBALD, 1916, Animal parasites of man. London and N. York, citados por Craig, 1926.
- FANTHAM, H. B. y A. PORTER, 1920. On the natural occurrence of Herpetomonads (Leptomonads) in the blood of a fish, *Dentex argyrozona* and its significance. *J. Parasitol.*, VII (1): 68-92.
- FRANCHINI, G., 1921. Divers notes sur les Leptomonas (Intestine, plantes). *Bull Soc. Path. Exot.* Citado por Grasse en *Traité de Zoologie*, vol. I. 1er. fasciculo, 1952, Masson et Cie., Paris.
- GARNHAM, P. C. C., 1953. Terminology of Haemosporiidea. 5° Congr. Intern. Med. Trop. et du Paludisme, 2° tomo: 228-231.
- HALL, R. P., 1953. Protozoology. Prentice Hall, Inc. N. York.

- HUFF, C. G., 1945. A consideration of the problem of evolution of malaria parasites. *Rev. Inst. Salubr. y Enf. Trop.*, VI (4) 253-258.
- , 1951. Observations on the pre-erythrocytic stages of *P. relictum*, *P. cathemerium* and *P. gallinaceum*. *J. Inf. Dis.*, LXXXVIII (1): 17-26.
- , y F. COULSTON, 1946. The relation of natural and acquired immunity of various avian host to cryptozoites and metacryptozoites of *Plasmodium gallinaceum* and *Plasmodium relictum*. *J. Inf. Dis.*, LXXVIII (2) 99-117.
- , y F. COULSTON, 1948. Symposium on exoerythrocytic forms of malaria parasites. IV. The chemotherapy and immunology of pre-erythrocytic stages in avian malaria. *J. Parasitol.*, XXXIV (4) 290-299.
- KUDO, R. P., 1954. Protozoology Charles C. Thomas, Springfield. III.
- LAVIER, G., 1942-1943. L'evolution de la morphologie dans le genre Trypanosoma. *Ann. Parasit. Hum. et Comp.*, XIX (4/6) 168-200.
- PACKCHANIAN, A. 1934. *Amer. J. Hyg.*, XX:135 (citado por Hall, 1953),
- PESSOA, S. B., 1954. Parasitología Médica, Koogan S. A. Río de Janeiro.