

## **2.2 Enfermedades causadas por protozoos**

Los protozoos han sido considerados durante mucho tiempo como un phylum del Reino Animal. Sin embargo, y a pesar de ser unos organismos unicelulares, presentan una gran variabilidad y complejidad de sus estructuras en los diferentes grupos que comprenden. Por este motivo, y por su indudable origen polifilético<sup>1</sup>, la mayoría de protozoólogos decidieron clasificarlos con el rango de Subreino, dentro del Reino de los Protistas.

Algunos protozoos de vida libre pueden ser distinguidos a ojo, pero los que tienen interés como parásitos humanos sólo son observables a través del microscopio, pues en su mayoría el tamaño oscila entre los 5-25  $\mu\text{m}$ . Su forma es muy variable y en gran parte depende del tipo de envoltura o cubierta celular que protege y limita su cuerpo.

La membrana plasmática es idéntica a la de todas las células de organismos eucariotas, trilaminar, con un espesor de 70 Å y con función protectora, pues conserva la integridad del citoplasma, y además permite el paso o intercambio de nutrientes, a los cuales toma mediante fagocitosis o pinocitosis (obtención de líquidos orgánicos del exterior).

Igual que en otros grupos de seres vivos que comprenden especies parásitas, los protozoos que se han adaptado a este tipo de vida han sido capaces de colonizar los más diversos hábitats en el cuerpo de sus hospedadores. Uno de los más frecuentes es el sistema digestivo, en todos sus tramos, si bien el intestinal es el que alberga el mayor número y diversidad de formas parásitas (amebas, flagelados o ciliados), algunas de ellas con el carácter de parásitos intracelulares (Clases Apicomplexa y Microsporida).

El sistema circulatorio es otro hábitat muy importante para estos protozoos parásitos, y algunos viven en el plasma sanguíneo, como es el caso de los tripanosómidos, o en las células circulantes, como los plasmódidos. El sistema reticuloendotelial, formado por un grupo de células cuya función es capturar partículas inertes que circulan por el organismo, es el hábitat característico de otros protozoos como las leishmanias.

Existen numerosos protozoos parásitos que pueden vivir extracelularmente durante algunas fases de su ciclo vital, en tanto que la vida intracelular es obligada en otros momentos del ciclo vital, dentro del mismo hospedador definitivo. Por otra parte, y dentro de su hospedador, un mismo parásito puede desarrollar sus distintos estadios evolutivos dentro de células diferentes, como ocurre con los plasmódidos.

La nutrición de los protozoos es heterotrófica u holozoica<sup>2</sup>, pues carecen de la clorofila necesaria para transformar en materia orgánica el oxígeno, el agua y otras moléculas inorgánicas, dependiendo exclusivamente de las orgánicas para sintetizar las que integran su organismo. El ingreso de estos componentes orgánicos, moléculas simples o complejas, se realiza mediante el paso a través de su membrana, o mediante la introducción de elementos tróficos más complejos, como moléculas mayores o microorganismos, cuya entrada puede suceder en cualquier zona de su superficie.

La respiración sería el proceso que libera la energía necesaria para que se desarrollen diversos procesos, como la incorporación a su citoplasma de las moléculas básicas, la síntesis de los materiales constitutivos de su citoplasma, la reparación de las organelas que pudieran resultar dañadas, o para su duplicación o multiplicación durante sus procesos reproductivos.

---

<sup>1</sup> En filogenia, un grupo polifilético es aquel que no incluye al antepasado común más reciente de todos sus miembros, que está constituido por la unión artificial de ramas dispersas del árbol evolutivo.

<sup>2</sup> La nutrición holozoica es típica de los animales, pues consiste en alimentarse continuamente de materia orgánica sólida sintetizada por otros organismos, la cual ingieren, digieren y absorben.

En una gran parte de los protozoos parásitos que parasitan la sangre o los tejidos, la respiración es aerobia, debe realizarse en presencia de oxígeno; en cambio, los parásitos que viven en la luz del tubo digestivos, donde la tensión de oxígeno es baja o muy baja, tienen una respiración anaerobia.

Los procesos reproductores pueden ser diferentes según las especies, y ellos determinan los diferentes filos de estos microorganismos: se dividen en reproducción asexual, en cuatro tipos; y sexual, en tres, pudiendo alternarse unas y otros según los grupos.

### Reproducción asexual

- División binaria o escisiparidad, el proceso de multiplicación más simple, durante el cual el núcleo se divide en dos por un proceso de mitosis; esta división puede tener lugar según un plano longitudinal o meridional de la célula madre (simetrogénica), que se inicia en el polo anterior de la misma; o tener lugar según un plano transversal (homotetogénica), formándose de nuevo las estructuras u organelas en una de las mitades.

- Gemación, un proceso de división, binaria o múltiple, durante el cual se forma uno o varios individuos hijos de tamaño inferior al de la célula madre de la que proceden y que aparecen como una o varias yemas en la superficie de esta célula materna, a las que emigran los núcleos hijos.

- Merogonia o esquizogonia es un proceso de división múltiple, típico en algunos estadios intracelulares de los Apicomplexa, en el que la fase inicial es un trofozoito o forma vegetativa activada del parásito. En este tipo de división, el núcleo y las otras organelas citoplasmáticas esenciales se dividen casi simultáneamente antes de que tenga lugar la citodiéresis (separación física del citoplasma), dando origen a un número a veces considerable de células hijas, denominadas merozoitos o esquizoitos, en tanto que la célula que sufre esta división múltiple recibe el nombre de meronte o esquizonte.

La Esporogonia es también un proceso de división múltiple, pero se diferencia del anterior en que la célula que lo presenta no es un trofozoito ni merozoito, sino un cigoto resultante de la amfimixia o fusión de dos gametos; la esporogonia o división del cigoto da origen a unas formas metacíclicas denominadas esporozoitos.

- Endodiodia y endopoligenia, dos procesos de división asexual, binaria en el primer caso y múltiple en el segundo, muy característicos de los protozoos del phylum Apicomplexa. Estos procesos difieren de la merogonia típica en que las células hijas resultantes no están recubiertas por la membrana plasmática de la célula madre, sino que esta membrana se forma de nuevo, rodeando cada núcleo hijo y los complejos apicales derivados del de la célula madre, hasta que las células hijas se individualizan y, ya perfectamente estructuradas, emergen por efracción de la membrana de la célula materna sin que quede ningún cuerpo residual como testigo del proceso divisorio.

### Reproducción Sexual

Entre los protozoos parásitos de interés sanitario, los procesos de reproducción sexual sólo se presentan dentro de los Apicomplexa, Microspora y Ciliata. Esta reproducción sexual, que da origen a un cigoto tras la fusión de los gametos, está asociada a una mitosis reduccional, o meiosis, que da origen a estadios haploides (producen gametos por mitosis, con un solo juego de cromosomas) que deben restaurar la diploidia (dos series de cromosomas) en alguna fase del ciclo vital del parásito.

- Singamia, en que los gametos que intervienen en los procesos sexuales pueden ser células completas que fusionan sus citoplasmas y núcleos durante el proceso.
- Conjugación, donde únicamente intervienen los núcleos de estas células, en tanto que los individuos portadores de ellos sólo se adosan temporalmente durante el proceso, para separarse una vez completado.
- Alternante o Metagénesis, reproducción sexual que también se produce en los Apicomplexa de interés sanitario, caracterizada por presentar durante su ciclo biológico una alternancia de generaciones que se multiplican asexualmente, con otras que lo hacen mediante un proceso sexual.

Durante su ciclo biológico, muchos parásitos pasan por dos fases, una trofozoítica y otra quística: los trofozoitos son las formas asexuales y activas de un parásito, adaptadas a la vida parasitaria en los tejidos y cavidades orgánicas de sus hospedadores, y reciben a veces diferentes denominaciones, merontes o esquizontes cuando inician un proceso de división múltiple; merozoitos o esquizoitos cuando son los resultantes del mismo. Bajo esta forma activa en que se desarrolla y multiplica en el organismo del huésped, los trofozoitos son incapaces de resistir indemnes las condiciones del medio externo, salvo que su paso de un hospedador a otro sea favorecido por un contacto directo.

Estos parásitos adquieren la resistencia frente a los factores lesivos del medio externo cuando los trofozoitos se enquistan; es decir, se revisten con cubiertas que ellos mismos segregan, y dentro de las cuales llevan una vida latente. Durante este estadio reciben el nombre de quistes<sup>3</sup>. En su interior, y gracias a la existencia de sustancias de reserva almacenadas en su citoplasma, la forma enquistada del protozoo es capaz de continuar su desarrollo y llevar a cabo la multiplicación de sus núcleos y de algunas organelas citoplasmáticas, de manera que el protozoo enquistado puede presentar varios núcleos o incluso formas que ya están a punto de completar su división.

Los protozoos parásitos se agrupan actualmente en varios filos, clasificados en función de diversos criterios, como morfología, tipo de reproducción y ciclo biológico<sup>4</sup>:

- Phylum Zoomastigophora, con división binaria del tipo simetrogénico. A este phylum pertenecen dos subphylum, Sarcodina y Mastigophora.

En el Subphylum Sarcodina, los trofozoitos tienen una forma inconstante y están limitados por una simple membrana plasmática, desplazándose mediante pseudópodos, aunque algunos pueden presentar flagelos temporales. La división es típicamente binaria y no existe proceso sexual en las formas parásitas, en su mayoría enteroparásitas. Los órdenes de mayor interés son el Schizopirenida y Amoebida<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> No deben confundirse los quistes con los ooquistes, a pesar que las finalidades de sus cubiertas sean las mismas, pues en los segundos corresponde a la forma enquistada de un cigoto, capaz igualmente de sobrevivir a las condiciones adversas del medio, continuar en él su ciclo esporogónico y dar paso a las formas esporozoíticas, capaces de llegar a los diversos órganos del hospedador e iniciar en ellos su infección.

<sup>4</sup> En negrita se marcarán aquellos grupos de protozoos que son transmitidos por insectos.

<sup>5</sup> En el orden Amoebida y familia Entamoebidae está incluida la especie *Entamoeba histolyca*, responsable de la enfermedad conocida como disentería amebiana, en que las amebas pueden penetrar en los vasos sanguíneos y ser conducidos por el torrente circulatorio a diversos órganos, como hígado, pulmones, cerebro, piel, etc., en los que inician y desarrollan colonizaciones paraentéricas (por medio de la sangre) y complican y agravan la patología de la parasitosis.

Se trata de un parasitismo de amplia dispersión mundial y elevada prevalencia, muy extendida sobre todo en los países tropicales y cálidos, estimándose que alrededor de 500 millones de personas albergan el

En el Subphylum Mastigophora, los trofozoitos tienen forma constante, provistos de uno o varios flagelos. Su división es típicamente binaria y simetrogénica, raramente con formas sexuales. Se trata de parásitos con ciclo evolutivo monoxeno o heteroxeno que atacan diversos sistemas orgánicos como el digestivo, circulatorio, retículo-endotelial y vías genitales. Los órdenes de interés sanitario son **Kinetoplastida**, Retortamonadida, Diplomonanida y Trichomonadida.

- En el Phylum Apicomplexa, los trofozoitos y otras formas activas están provistas de una película bien desarrollada y con un complejo apical característico; se mueven por deslizamiento y sufren una reproducción alternante. Se trata de parásitos con ciclo monoxeno o heteroxeno, intracelulares, al menos en alguno de sus estadios evolutivos, que atacan preferentemente las células hemáticas y del sistema retículo-endotelial. Los órdenes de mayor interés son **Haemosporida** y Piroplasmida<sup>6</sup>.

- El Phylum Microspora se caracteriza por tener un trofozoito incluido en una espora provista de un tubo polar no encapsulado, encargado de pasar el parásito a las células hospedadoras, pues todas sus especies se desarrollan como parásitos intracelulares, en invertebrados o vertebrados, pudiendo parasitar también al hombre.

- El Phylum Ciliophora, de estructura compleja, se caracteriza por sus órganos quinéticos de tipo ciliar y la presencia de dos o varios núcleos heteromorfos. Su división asexual es típicamente transversal, y la sexual se realiza mediante un proceso de conjugación. En su mayoría son especies de vida libre que viven en aguas dulces o salobres. Sólo incluye un orden, Trichostomatida, con especies enteroparásitas de animales, entre ellas el hombre.

#### 1. Phylum Zoomastigophora. Subphylum Mastigophora. Orden Kinetoplastida.

Dentro del complejo grupo de los Mastigophora, los kinetoplástidos se distinguen por su organografía, que incluye la presencia de un kinetoplasto<sup>7</sup> asociado al blefaroplasto<sup>8</sup>, flagelar, y también por sus hábitats hemolinfáticos y tisulares en los hospedadores vertebrados, y entéricos en los invertebrados.

En los parásitos de interés sanitario, su ciclo evolutivo heteroxeno se realiza con el concurso de un vertebrado (el hombre y mamíferos reservorios) y un invertebrado (un insecto). Todos los kinetoplástidos de interés sanitario pertenecen a la familia de los Trypanosomatidae<sup>9</sup>.

---

parásito. En estas regiones es donde la infección se traduce con mayor frecuencia en graves parasitosis, causando acusados trastornos diarreicos, con frecuencia acompañados de invasiones paraentéricas y produciendo al año entre 50.000-100.000 muertes.

<sup>6</sup> En el orden Piroplasmida está incluida la familia Babesiidae, unos protozoos transmitidos por garrapatas del género *Ixodes*, que causan la Babesiasis, una enfermedad que afecta básicamente al ganado.

<sup>7</sup> El kinetoplasto, o cinetoplasto, es una masa de ADN circular, que sólo se encuentra en este Orden, el cual se dispone dentro de una gran mitocondria que contiene numerosas copias del genoma mitocondrial.

<sup>8</sup> Pequeño corpúsculo intracelular situado generalmente cerca de la membrana que da origen a un flagelo y rige su movimiento.

<sup>9</sup> El nombre de tripanosoma proviene del griego τρύπανον (trýpanon, taladro), y σῶμα (soma, cuerpo).

## Familia Trypanosomatidae

Esta familia comprende parásitos laticíferos (que secretan látex) de algunos vegetales, transmitidos por chinches heterópteros; formas de ciclo monoxeno que parasitan el tubo digestivo de insectos diversos; y un tercer grupo, el de mayor importancia, que incluye formas parásitas alternativas de vertebrados, el hombre entre ellos, y de invertebrados, fundamentalmente insectos.

Además de la existencia del kinetoplasto, los tripanosomátidos se caracterizan por la posesión de un único flagelo, que puede estar formando el borde de una membrana ondulante o ser libre en toda su longitud, y que desaparece externamente cuando viven como parásitos intracelulares. Dentro del gran polimorfismo que pueden presentar en sus distintos hospedadores, siempre existen unos rasgos estructurales que son comunes a todos, sea el hospedador del tipo que sea.

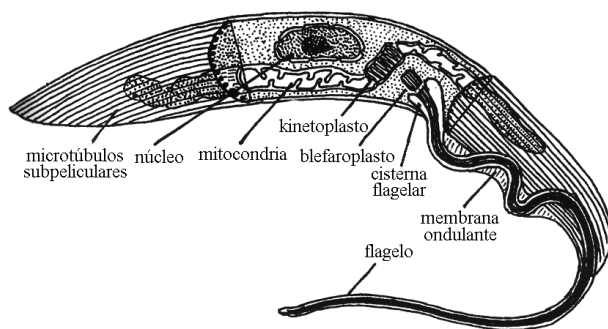


Imagen nº 1. Morfología de un tripanosomátido al microscopio electrónico.

Ilustración recogida en Jaime Gállego Berenguer. Manual de Parasitología (2007).

La situación de la cisterna flagelar y la presencia de membrana ondulante o de flagelo libre, o la reducción del mismo, permiten distinguir hasta nueve tipos morfológicos entre los tripanosomátidos, de los que tan sólo dos géneros, *Leishmania* y *Trypanosoma*<sup>10</sup>, presentan un gran interés sanitario.

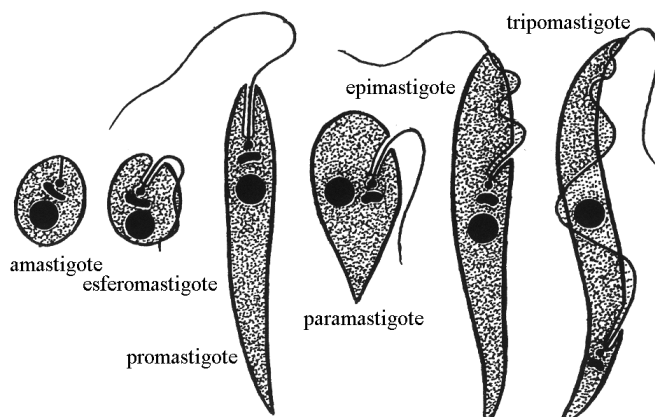


Imagen nº 2. Tipos morfológicos de los tripanosomátidos.

Las formas epimastigote y tripomastigote se dan en el caso del *Trypanosoma cruzi*, responsable de la enfermedad de Chagas.

Ilustración recogida en Jaime Gállego Berenguer. Manual de Parasitología (2007)

<sup>10</sup> Dos especies del género *Trypanosoma* son responsables de causar la tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, transmitida por moscas tsé-tsé; y la tripanosomiasis americana o mal de Chagas, transmitida por chinches reducidos de la subfamilia Triatominae (ver capítulo dedicado a las moscas y a los chinches).