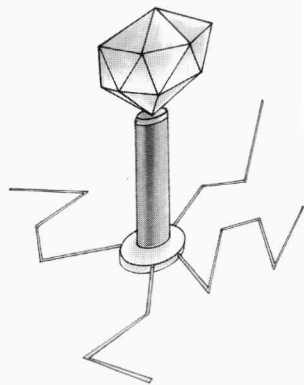


Microbiología

He tenido en casa varias señoras muy interesadas en ver las pequeñas anguílulas del vinagre, pero a algunas de ellas les gustó tan poco el espectáculo que prometieron no volver a utilizar vinagre. Sin embargo, ¿que pasaría si le dijera a esta gente en el futuro, que en la capa que recubre los dientes de la boca de un hombre hay mas animales vivos que personas en todo un reino?

*Antony van Leeuwenhoek, comerciante holandés
inventor del microscopio óptico.*



IDEAS BÁSICAS

La Microbiología es la rama de la Biología que se encarga de estudiar a los microorganismos, que son todos aquellos organismos que no pueden ser vistos sin un microscopio. De forma general, **cualquier organismo inferior a 1 mm** se considera microorganismo y es estudiado por la Microbiología.

Los microorganismos son un **grupo de seres vivos muy variado**, encontrándose entre ellos animales, protistas (protozoos, algas microscópicas y algunos hongos), bacterias y virus. La existencia de estos seres vivos era desconocida hasta mediados del siglo XVII, cuando Anthony van Leeuwenhoek inventó el primer microscopio y abrió la exploración científica al mundo de lo *muy pequeño*.

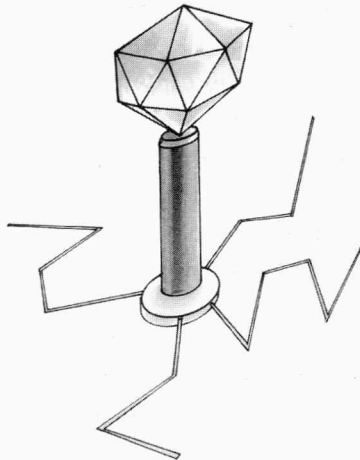
Para una mejor comprensión del capítulo nos referiremos por separado a los dos grupos de microorganismos más importantes: virus y bacterias por un lado, y protistas por otro.

Los virus son un grupo de *agentes infecciosos* que no se incluyen en ninguno de los reinos en los que se dividen el resto de “organismos”. Son parásitos obligados, ya que utilizan la maquinaria de las células que infectan para poder desarrollarse; de alguna manera los virus “viven” sólo cuando infectan una célula. Esto deja a los virus en una posición muy discutida dentro de la Biología, ya que no encajan completamente con las características que precisa tener un ser vivo para ser considerado como tal (*véase* Capítulo 0). **El origen de los virus** ha sido y sigue siendo foco de múltiples especulaciones, la explicación más aceptada es que son fragmentos de ácidos nucleicos que “escaparon” de organismos celulares. Dada la especificidad existente entre los virus y la célula que infectan, se considera que algunos de ellos provienen de células animales, otros de células vegetales y otros de bacterias. Esta hipótesis está respaldada por el hecho de que se ha comprobado que hay mayor similitud entre el material genético del virus con su célula hospedadora que entre un virus y otro.

Los virus sólo han podido ser visualizados cuando se ha dispuesto de microscopios electrónicos (basados en el flujo de electrones), ya que son tan pequeños que no es posible verlos con un microscopio óptico (construidos con lentes). Los virus son capaces de infectar cualquier tipo de células (plantas, animales, bacterias) causando enfermedades en todas ellas. **Los virus que infectan** y producen enfermedades en **plantas y animales** se denominan propiamente **virus**, mientras que aquellos que infectan y producen la muerte de **bacterias** reciben el nombre de **bacteriófagos** (“comedores de bacterias”) o fagos.

La **estructura** de los virus es sencilla: contienen únicamente una **molécula de ácido nucleico** (material genético) que puede ser **ADN o ARN** (nunca los dos juntos como en las células) dependiendo del virus, y **una cubierta** que protege al material genético formada fundamentalmente por proteínas y que se denomina **cápside**. Los virus varían de **tamaño** entre **20 nanómetros** (0,000000020 cm) de ancho, que mide el virus que provoca la **poliomielitis**, hasta **400 nanómetros** (0,000000400 cm) de largo, que mide el virus que causa la **viruela**.

Las **formas** de los virus son muy variadas, y se deben a las diferentes organizaciones que adoptan las proteínas que forman la cápside. Fundamentalmente hay virus **helicoidales, poliédricos y una combinación de ambos**. En los helicoidales, como el virus del mosaico del tabaco (enferme-



dad que afecta a las plantas de tabaco), las proteínas de la cápside se disponen helicoidalmente para formar un cilindro hueco donde se encuentra encerrado el material genético. En los poliédricos, las proteínas de la cápside forman figuras poliédricas que pueden ir ornamentadas con fibras parecidas a antenas (por ejemplo, el virus de la gripe o el del sida). Los virus más complejos tienen una estructura poliédrica donde va encerrado el material genético, de la que cuelga una cola con estructura helicoidal de la que pueden salir fibras. Estos virus tienen *aspecto de nave espacial* y son típicos entre los bacteriófagos.

Casi todos los **fagos** (virus que atacan a bacterias) están provistos de **ADN** como molécula portadora de la información genética, y tienen dos formas de actuar, una virulenta denominada **ciclo lítico**, en la que en poco más de 30 minutos matan a su huésped liberando miles de partículas virales capaces de seguir infectando nuevas células. Otra estrategia es la de algunos fagos, que integran su ADN en el de la bacteria convirtiéndose en profagos. Una vez allí, el ADN del virus puede quedar en silencio durante mucho tiempo hasta que alguna señal externa (radiación ultravioleta, por ejemplo) hace que los genes del virus se transcriban para dar lugar a un ciclo lítico normal.

Los virus que infectan al ser humano y a otros animales no son capaces de sobrevivir mucho tiempo fuera de su célula hospedadora, por lo que su supervivencia depende de que sean transmitidos de un individuo a otro. Los virus no son capaces de infectar todos los tipos de células de un animal, el tipo de proteínas de fijación que se encuentran en su superficie determinará este aspecto, ya que antes de infectar tiene que producirse un reconocimiento entre las proteínas antes indicadas y las que se encuentran en la superficie de la célula hospedadora; es como la llave y su cerradura. Esto determina, por ejemplo, que muchos virus afecten a un tipo de animal y no a otro, o incluso a un tipo de célula y no a otra dentro del mismo individuo infectado. Los virus animales son más diversos en cuanto a su material genético que los fagos.

Hay **virus con ADN**, con una o con dos cadenas (**monocatenarios o bicatenarios**), y los hay con **ARN también monocatenarios y bicatenarios**. Una vez que ha entrado en la célula hospedadora, el virus empieza a

utilizar las herramientas fisiológicas de la misma para producir las proteínas víricas necesarias para construir nuevas partículas que saldrán de la célula hospedadora después de matarla. Hay un tipo de virus mucho más sofisticados, denominados **retrovirus**, que están provistos de **ARN monocatenario** y que poseen una enzima especial llamada transcriptasa inversa, que lo que hace es, una vez dentro de la célula hospedadora, convertir el ARN en ADN monocatenario. Éste, sirve de molde para formar una molécula de ADN bicatenario que se integra en el genoma hasta que la maquinaria celular transcribe y traduce los genes que porta. Algunas veces, el virus puede estar durante mucho tiempo en la célula sin causar problemas, hasta que alguna señal hace que se transcriba. Uno de los ejemplos más importantes de este tipo de virus es el que causa el **síndrome de inmunodeficiencia adquirida** en seres humanos, o virus VIH, que causa el sida.

Por pequeño que sea, cualquier virus necesita de una molécula de ácido nucleico y alguna proteína para poder infectar, por lo que el descubrimiento de los **viroides** y de los **priones** causó una enorme perplejidad entre los biólogos. Los **viroides** son pequeñas moléculas de ARN (250-400 nucleótidos) sin ninguna cubierta protectora. Ese ARN sirve de molde para las polimerasas de las células infectadas, que lo copian una y otra vez. Parece que no codifican para ninguna proteína, de forma que por ellas mismas son capaces de causar enfermedades en plantas y animales. Se presume que actúan a nivel del núcleo interfiriendo en la regulación génica del hospedador. Los **priones** resultan aún más desafiantes, ya que son proteínas, por tanto sin capacidad de replicarse, que son capaces de causar gravísimas enfermedades encefálicas degenerativas, como las llamadas encefalopatías espongiformes transmisibles, denominadas así porque los encéfalos de los animales afectados están llenos de orificios. Este grupo de enfermedades saltaron a la fama cuando en la década de 1990 se documentaron en el Reino Unido más de 160.000 casos en vacas, de aquí su nombre popular de **enfermedad de las vacas locas**.

Las **bacterias** son los microorganismos más abundantes de nuestro planeta, y si pudiésemos pesarlos, representarían la mitad de la biomasa (masa de la materia viva) de la Tierra. Llevan colonizando el planeta entre 3.800 y 3.500 millones de años, y fueron sus únicos habitantes durante 1.500 millones

de años, ya que se calcula que los primeros eucariontes aparecieron hace unos 2.000 millones de años.

Las bacterias son conocidas fundamentalmente por su capacidad para provocar enfermedades en el hombre, y de hecho gran parte de los conocimientos que tenemos de ellas han sido como consecuencia de nuestro interés por saber cómo hacerles frente. A pesar de ello, una pequeña minoría de las bacterias son patógenas, mientras que la mayoría intervienen en procesos tan importantes que son las responsables del equilibrio de nuestra biosfera.

Las **bacterias son organismos celulares**, y además de ADN y proteínas, que eran los componentes de los virus, poseen toda la maquinaria necesaria que confiere a toda célula su independencia. La diferencia con otros organismos es que su ADN se encuentra disperso en el citoplasma y no encerrado en el núcleo y no poseen ningún orgánulo rodeado de membrana. Esta diferencia sustancial distingue a los procariotas (las bacterias) de los eucariotas (el resto de organismos), tal y como se describe en el Capítulo 2.

Las bacterias tienen diámetros que van desde 0,5 hasta 1 micrómetro (entre 0,0000005 y 0,000001 cm). La mayoría son organismos unicelulares, aunque a veces forman colonias o filamentos en los que se puede incluso diferenciar *células especializadas*. Recientemente se han descubierto mecanismos a través de los cuales las bacterias se comunican para llevar a cabo actividades en cooperación, lo que les da la capacidad de actuar análogamente a un organismo pluricelular; esta forma de actuar se denomina *quorum sensing*.

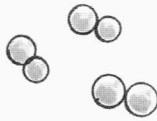
Las bacterias pueden ser **clasificadas por su morfología**, de tal forma que podemos encontrar bacterias esféricas denominadas **cocos**, bacterias en forma cilíndrica o de barra llamadas **bacilos**, bacterias en forma de bastón denominadas **vibrios** y en forma de hélice denominadas **espirilos** si son rígidas y **espiroquetas** si son flexibles. Los cocos pueden aparecer aislados, formando grupos de dos individuos (**diplococos**), conformando cadenas largas (**estreptococos**) o formando racimos (**estafilococos**). De igual forma, los bacilos pueden encontrarse aislados o formando largas cadenas.



Bacilo



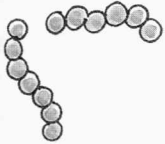
Coco



Diplococo



Estafilococo



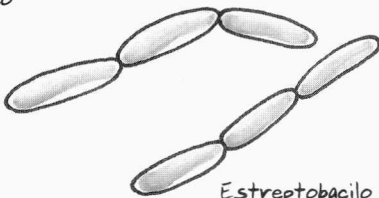
Estreptococo



Vibrio



Espirilo



Estreptobacilo

Como toda célula, las bacterias están delimitadas por la membrana plasmática, y en muchas de ellas esta membrana sirve de punto de anclaje de muchas enzimas necesarias para la respiración celular o la fotosíntesis, ya que como se indicó en el Capítulo 2, las bacterias carecen de mitocondrias, cloroplastos, aparato de Golgi o retículo endoplasmático, y en el citoplasma sólo se encuentran ribosomas. Casi todas las bacterias tienen una pared celular que rodea a la membrana plasmática. Es una estructura rígida que protege a las bacterias en ambientes hipotónicos (pobres en sales) en los que estallarían por la entrada de agua debido a la presión osmótica. La **pared celular** está formada por azúcares poco comunes unidos a polipéptidos cortos. Los azúcares y los polipéptidos forman un entramado complejo que rodea la membrana y forma la pared celular. Esta estructura básica sufre modificaciones según la especie estudiada, y estas modificaciones son las responsables de que el médico danés **Christian Gram** desarrollase una tinción capaz de detectar esas modificaciones, que se conoce como tinción de Gram. Las bacterias capaces de

retener el pigmento (denominado cristal violeta) durante el procedimiento de la tinción se conocen como gram positivas, y aquellas que no son capaces de retenerlo después de un lavado con alcohol se denominan bacterias gram negativas. La diferencia se debe a que las primeras poseen una pared celular muy gruesa, mientras que las segundas tienen una pared celular muy fina sobre la que se encuentra una membrana muy parecida a la plasmática, pero que posee lipopolisacáridos (lípidos unidos a polisacáridos). El espacio que ocupa la pared celular entre las dos membranas se conoce como espacio periplásmico.

El **material genético básico** (el genoma) de las bacterias es una molécula de ADN que contiene muy pocas proteínas y que forma una estructura circular. Algunas bacterias pueden llevar ADN adicional en pequeños fragmentos circulares denominados plásmidos, que se duplican de forma independiente del ADN genómico; en estos plásmidos suelen estar presentes genes que confieren a las bacterias capacidades adaptativas muy importantes, como es la resistencia a los antibióticos.

Las bacterias se **reproducen asexualmente** mediante una simple partición binaria (bipartición). Aunque no tienen reproducción sexual, las bacterias **utilizan unos mecanismos para intercambiarse material genético**. Dichos mecanismos pueden implicar el contacto entre las células (conjugación), puede no ser necesario el contacto porque recogen el ADN de su ambiente (transformación) o pueden ayudarse de fagos que llevan ADN de una bacteria a otra (transducción).

En muchas ocasiones, las bacterias tienen que enfrentarse a **condiciones ambientales** muy desfavorables, por lo que poseen mecanismos para poder sobrevivir. Muchas de ellas entran en estado de latencia, que es un mecanismo que básicamente consiste en perder agua y encogerse hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables y se hidraten de nuevo. Existe un grupo de bacterias que son capaces de desarrollar una forma de resistencia denominada **endospora**, y que puede hacer que la bacteria permanezca latente durante siglos. Son tan resistentes, que muchas de ellas pueden aguantar hasta una hora en ebullición. Se denominan endosporas porque se forman en el interior de las células, y no deben confundirse con las esporas que producen los hongos y las plantas, ya que **las esporas de las bacterias no son esporas repro-**

ductivas, cada célula sólo forma una, lo cual quiere decir que la población no aumenta de tamaño.

La **diversidad metabólica** de las bacterias es casi insultante, poseen más capacidades bioquímicas que cualquier otro organismo, lo que no hace más que evidenciar que son los organismos vivos que más tiempo llevan poblando nuestro planeta. Su fácil manejo y el hecho de que los procesos bioquímicos básicos son comunes a todos los seres vivos han hecho de las bacterias un **grupo de organismos muy investigados**, y gracias a ello se han podido aplicar muchos conocimientos procedentes de las bacterias a células más sofisticadas, como las del ser humano. Las bacterias **pueden ser heterótrofas** (tienen que obtener los compuestos orgánicos de otros organismos) o **autótrofas** (son capaces de fabricar sus propios compuestos orgánicos a partir de materiales simples). La mayoría son heterótrofas, y dentro de este grupo podemos encontrarnos con tres estrategias vitales diferentes: **a) saprófitas**: bacterias de vida libre que obtienen los compuestos orgánicos de materia orgánica muerta; **b) parásitas**: bacterias que obtienen sus compuestos orgánicos de organismos vivos, en algunas ocasiones estas bacterias causan graves perjuicios al organismo que parasitan, pudiéndoles provocar la muerte, y **c) simbiotes**: es una estrategia de vida en la que la bacteria se asocia de forma amistosa con otros organismos con lo que obtienen un beneficio mutuo. Las bacterias **autótrofas** pueden ser **fotoautótrofas** o **quimioautótrofas**. La diferencia es que las primeras utilizan la energía del sol para fabricar los compuestos orgánicos, mientras que las segundas obtienen la energía necesaria para ese proceso oxidando compuestos inorgánicos, como por ejemplo el nitrato. Sean heterótrofas o autótrofas, la mayoría requieren **oxígeno** para poder llevar a cabo los procesos de respiración celular, son lo que se denominan bacterias **aerobias**. Algunas bacterias son capaces de utilizar el oxígeno cuando está disponible y tener un metabolismo fermentativo cuando no lo hay, son las denominadas bacterias **anaerobias facultativas**. Por último, hay algunas bacterias para las cuales el oxígeno puede llegar a ser un veneno mortal, son las bacterias **anaerobias estrictas** o anaerobias obligadas.

Aunque visualmente (con técnicas microscópicas) todas las bacterias parecen similares, gracias a las **técnicas de la Biología molecular** se ha comprobado que existen algunas diferencias entre ellas, especialmente en el ARN ribosómico.

Estas diferencias son las que hoy en día establecen dentro de las bacterias **dos grandes grupos o dominios**: el dominio de las **Archae** (arqueobacterias) y el dominio de las **Eubacterias** (denominadas genéricamente bacterias). Una de las características que más distingue a un grupo del otro es la **estructura de la pared celular y los ácidos grasos de la membrana plasmática**.

Las arqueobacterias son un grupo muy amplio de bacterias (más de 4.000 especies) que habita lugares con unas condiciones muy particulares, que se suponen parecidas a las existentes en la Tierra primitiva. Habitan lugares con falta de oxígeno, donde estas bacterias producen metano (fondos de pantanos, alcantarillado, intestino humano y de otros animales) y forman el grupo de las bacterias metanógenas. Algunas, colonizan lugares con altísimas concentraciones de sales, como las salinas, y forman el grupo de las bacterias halófilas, y las hay que viven en lugares en los que las temperaturas pueden alcanzar los 110 °C, como las aguas termales o las fumarolas submarinas, y forman el grupo de las bacterias termófilas. Las arqueobacterias son las bacterias menos conocidas, aunque actualmente su estudio está siendo potenciado, ya que es posible que contengan capacidades metabólicas desconocidas hasta el momento y que pueden ayudarnos a comprender procesos aún poco conocidos.

El otro grupo de bacterias, las **Eubacterias**, son las bacterias mejor conocidas, habitan todos los lugares de la Tierra y desempeñan un papel vital en el funcionamiento de la misma. Muchas bacterias producen enfermedades tanto en plantas como en animales y sus mecanismos de acción básicos son la producción de exotoxinas (toxinas que emiten al medio), como es el caso de *Clostridium botulinum* que produce el **botulismo**, o la producción de endotoxinas, que son sustancias de la pared de las bacterias Gram negativas que al entrar en contacto con los macrófagos los estimulan para secretar sustancias que causan fiebre y otros síntomas de infección.

Las bacterias han sido **utilizadas por el hombre** en su provecho desde siempre, y hay muchos procesos industriales en los que las bacterias tienen un papel fundamental. La producción de yogur, de quesos, etc., son algunos ejemplos de esto. Se están utilizando también como fuente de **producción de**

antibióticos, y gracias a las técnicas del **ADN recombinante** se utilizan algunas bacterias como **“fábricas” de moléculas** de enorme importancia como son la **insulina humana o la hormona del crecimiento**. Desde un punto de vista ambiental, se están utilizando bacterias para ayudarnos a solucionar problemas como la **contaminación de suelos** por hidrocarburos. Uno de los casos más impactantes es el uso de bacterias para descontaminar zonas del litoral gallego contaminados con los vertidos producidos por el buque Prestige.

Como comentamos al principio del capítulo, además de los virus y las bacterias, los seres vivos incluidos dentro del **Reino Protista** también son objeto de estudio de la Microbiología. En la actualidad, el Reino Protista está integrado por **organismos eucariotas** principalmente acuáticos con multitud de formas, tipos de reproducción, y modos de nutrición que hacen muy difícil su caracterización. Los protistas son unicelulares, coloniales y pluricelulares simples, y se consideran los primeros eucariotas que aparecieron en la Tierra. Casi todos los biólogos están de acuerdo en que los organismos que integran el Reino Protista son: **protozoarios** (heterótrofos animaloides), **algas** (autótrofos vegetaloides) y **mohos deslizantes** (heterótrofos fungoides) (véase Tabla 1).

La mayoría de los integrantes del Reino Protista son móviles, bien a través de pseudópodos (prolongaciones citoplásmicas) como las amebas, o mediante cilios o flagelos. En cuanto a la obtención de alimento, también existen todas las posibilidades, es decir, autótrofos como las algas y heterótrofos como los protozoarios (que adquieren el alimento por ingestión, como los animales) y los mohos deslizantes (que adquieren el alimento por absorción). Pueden ser de vida libre o recurrir al mutualismo (relación con otro organismo en la que los dos se benefician) o al parasitismo. Muchos protistas forman parte del plancton, lo que les confiere una enorme importancia en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, ya que forman parte de la base de la cadena alimentaria en estos ecosistemas.

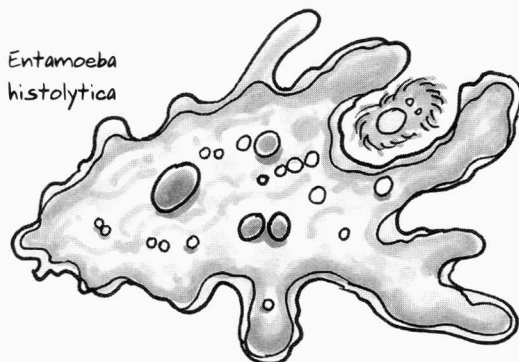
Tabla 1. Esquema taxonómico de los tres grupos principales de organismos que integran el Reino Protista

Reino Protista	Grupos estudiados en este capítulo
Protozoarios (protistas animaloides)	<i>Phyllum Rhizopoda</i> (amebas) <i>Phyllum Foraminifera</i> (foraminíferos) <i>Phyllum Actinopoda</i> (actinópodos) <i>Phyllum Zoomastigina</i> (zooflagelados) <i>Phyllum Ciliophora</i> (ciliados) <i>Phyllum Sporozoa</i> (esporozoarios)
Algas (protistas vegetaloides)	<i>Phyllum Euglenophyta</i> <i>Phyllum Dinoflagellata</i> <i>Phyllum Bacillariophyta</i> (diatomeas) <i>Phyllum Chrysophyta</i> (algas doradas)
Mohos deslizantes (protistas fungoides)	<i>Phyllum Myxomycota</i> (mohos plasmodiales) <i>Phyllum Acrasiomycota</i> (mohos celulares) <i>Phyllum Oomycota</i> (mohos acuáticos)

Los **protozoarios**, o protistas animaloides, se caracterizan por ingerir el alimento; es un grupo muy complejo desde el punto de vista taxonómico, y en este capítulo consideraremos brevemente los seis grupos más importantes: amebas, foraminíferos, actinópodos, zooflagelados, ciliados y esporozoarios.

Las **amebas** (*Phyllum Rhizopoda*) se encuentran en el **suelo, agua dulce y océano**. Poseen una membrana plasmática muy flexible que las capacita para cambiar de forma continuamente y utilizar esa característica para moverse mediante la producción de prolongaciones citoplásmicas denominadas **pseudopodos** (falsos pies). Además de para moverse, utilizan los pseudopodos para rodear y capturar alimento. Muchas de ellas son parásitas, y causan graves trastornos en su hospedador. Una de las más conocidas es *Entamoeba histolytica*, la cual causa en humanos la disentería amebiana.

Los **foraminíferos** (*Phyllum Foraminifera*) son protozoarios **acuáticos** que desarrollan **exoesqueletos calcáreos** agujereados (la palabra foraminífero

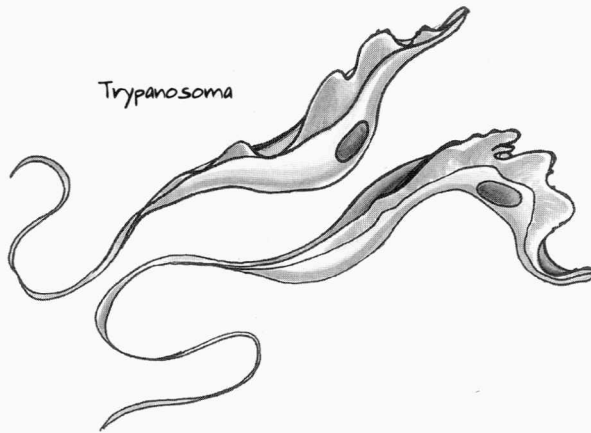


significa *con agujeros*). cuando mueren se depositan en el fondo del mar formando un lodo grisáceo. Estos lodos son muy buscados por los geólogos porque se ha comprobado que en muchas ocasiones cubren depósitos de petróleo.

Los **actinópodos** (*Phyllum Actinopoda*) también poseen **exoesqueletos agujereados** (en este caso son **de sílice**) de los que salen prolongaciones citoplásmicas filamentosas denominadas **axópodos**. Muchos forman asociaciones simbióticas con algas que viven dentro de ellos y que les proporcionan compuestos carbonados derivados de la fotosíntesis.

Los **zooflagelados** (*Phyllum Zoomastigina*) son un grupo muy **heterogéneo** de protozoarios que se caracterizan por moverse **a través de flagelos**. Pueden ser de vida libre, simbiote o parásita. Entre los parásitos de este grupo cabe destacar al género *Trypanosoma*, que causa la enfermedad del sueño. El parásito llega hasta el ser humano cuando éste es picado por la mosca *tse-tse* infectada con *Trypanosoma*.

Los **ciliados** (*Phyllum Ciliophora*) se mueven gracias a los **cilios**, si bien no todos los ciliados son móviles, hay algunos cuya vida es sésil y utilizan los cilios para crear corrientes de agua que atraen alimento. El género más conocido es *Paramecium*. Una peculiaridad de los ciliados es que poseen dos tipos de núcleos, uno o varios diploides denominados micronúcleos y otro poliploide denominado macronúcleo. Los primeros intervienen en la reproducción y el segundo controla el metabolismo y crecimiento del individuo.



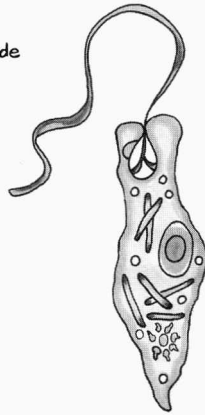
Por su parte, todos los **esporozoarios** (*Phylum Sporozoa*) son parásitos; la enfermedad infecciosa más grave del mundo, el **paludismo**, está causada por un esporozoario del género *Plasmodium*.

Las **algas** son el segundo gran grupo de **protistas**; la mayor parte de ellas son fotosintéticas y varían en tamaño desde las formas unicelulares microscópicas hasta algas pluricelulares de gran tamaño. En este capítulo nos referiremos sólo a las primeras, ya que las macroalgas (algas verdes, algas pardas y algas rojas), se considerarán más extensamente en el Capítulo 9. Las algas se caracterizan por poseer una gran diversidad de pigmentos fotosintéticos y de sustancias de reserva, basándose en esta característica (en gran medida) la clasificación de estos organismos. En este capítulo nos referiremos a cuatro grupos: **euglenoides, dinoflagelados, diatomeas y algas doradas**.

Los **euglenoides** (*Phylum Euglenophyta*) son **flagelados unicelulares**, y la mayoría de ellos son fotosintéticos. Son un grupo de algas muy interesantes desde un punto de vista ambiental, ya que al vivir asociadas a lugares con gran cantidad de materia orgánica, sirven como indicadoras de contaminación orgánica (eutrofización).

Los **dinoflagelados** (*Phylum Dinoflagellata*) son casi todos ellos **unicelulares** y se caracterizan por estar cubiertos de **placas de celulosa impregnadas en silicatos**. El típico dinoflagelado posee **dos flagelos**, uno enrollado en un surco transversal y otro en un surco longitudinal perpendicu-

Euglenoide



lar al anterior. La mayoría realizan la fotosíntesis y poseen un pigmento especial denominado **fucoxantina** que les da un color **amarillo parduzco**. Algunos dinoflagelados son endosimbiontes de invertebrados, como los corales, y se caracterizan por haber perdido las placas de celulosa y los flagelos. Proporcionan a los corales carbohidratos derivados de la fotosíntesis, y hoy en día, se conoce su enorme contribución a la productividad de los arrecifes de coral. En términos ecológicos son un grupo muy importante, ya que son los principales productores primarios de los ecosistemas marinos.

Las **diatomeas** (*Phyllum Bacillariophyta*) son un grupo de **algas unicelulares** caracterizadas por poseer un **exoesqueleto de sílice** formado por dos mitades que encajan como las de una caja. Existen **dos grupos**, unas con simetría radial (**forma de rueda**) y otras con simetría bilateral (**forma de aguja**). Pueden formar parte del plancton o estar asociadas a rocas. Abundan especialmente en aguas marinas frías, aunque también se encuentran en agua dulce, y es uno de los grupos que más contribuye a la productividad de los ecosistemas acuáticos. Al morir, sus esqueletos quedan depositados en el fondo marino. En algunos casos, y tras pasar millones de años, estos sedimentos quedan expuestos en tierra debido a movimientos geológicos. Estos depósitos, denominados tierras de diatomeas, se utilizan habitualmente como agentes filtradores o como abrasivos.

Las **algas doradas** (*Phyllum Chrysophyta*) son un grupo de **algas unicelulares biflageladas** cubiertas de **pequeñas escamas de sílice o carbo-**

nato cálcico. Su nombre deriva del color que tienen, que se debe a la característica composición de pigmentos que poseen. Desde un punto de vista ecológico tienen bastante importancia porque forman parte del nanoplancton (algas muy pequeñas del plancton), que contribuye enormemente en la productividad de los ecosistemas marinos.

El **tercer gran grupo de protistas** son los **mohos deslizantes**. Se les denomina protistas fungoides porque guardan cierta relación con los hongos, ya que como ellos, no fotosintetizan y su forma corporal es a menudo semejante a la de los hongos, formando hilos parecidos a las hifas de los verdaderos hongos (véase Capítulo 8). Sin embargo, no son hongos por varios motivos, muchos de ellos tienen centriolos y producen celulosa como componente principal de su pared celular. Los hongos verdaderos no poseen centriolos y sus paredes tienen quitina en vez de celulosa. Consideraremos tres grupos: **mohos deslizantes plasmodiales, mohos deslizantes celulares y mohos acuáticos.**

Los mohos **deslizantes plasmodiales** (*Phyllum Myxomycota*) son **plasmodios (masa multinucleada)** que pueden llegar a alcanzar los 30 cm de diámetro. Tienen aspecto viscoso y se deslizan por humus o troncos en descomposición. Uno de estos mohos, el *Physarum polycephalum*, ha tenido una gran importancia en experimentación biológica, ya que se ha utilizado como modelo para estudiar procesos como el funcionamiento del citoesqueleto.

Los **mohos deslizantes celulares** (*Phyllum Acrasiomycota*) se deslizan sobre troncos podridos ingiriendo bacterias y partículas de alimento. Son un grupo muy estudiado, ya que cuando el alimento escasea o las condiciones de humedad no son adecuadas, emiten una molécula señal, el AMP cíclico, que provoca la reunión de cientos o miles de individuos que forman una estructura multicelular con forma de babosa, con una mayor capacidad de movimiento para buscar lugares más propicios para su desarrollo.

Los **mohos acuáticos** (*Phyllum Oomycota*) forman un cuerpo vegetativo compuesto por filamentos que se denomina, al igual que en los hongos verdaderos, micelio. El micelio es en realidad una célula multinucleada gigante, ya que las células han perdido la pared que separa unas de otras.