

La diversidad de los protistas



El protista fotosintético *Caulerpa taxifolia* es un invasor indeseable en los mares de aguas templadas.

DE UN VISTAZO

ESTUDIO DE CASO: El monstruo verde

20.1 ¿Qué son los protistas?

- La mayoría de los protistas son unicelulares
- Los protistas presentan diversas formas de nutrición
- Los protistas emplean diversas formas de reproducción
- Los protistas provocan efectos importantes en los humanos

20.2 ¿Cuáles son los principales grupos de protistas?

- Los excavados carecen de mitocondrias
- Los euglenozoos tienen mitocondrias características
- Los stramenopiles incluyen organismos fotosintéticos y no fotosintéticos

- Los alveolados incluyen parásitos, depredadores y fitoplancton
- Los cercozoos tienen pseudópodos delgados y conchas complejas
- Los amebozoos habitan en ambientes acuáticos y terrestres
- Las algas rojas habitan principalmente en los océanos tropicales de aguas transparentes
- La mayoría de las algas verdes habitan en estanques y lagos

Conexiones evolutivas: Nuestros ancestros unicelulares

OTRO VISTAZO AL ESTUDIO DE CASO El monstruo verde



ESTUDIO DE CASO EL MONSTRUO VERDE

EN CALIFORNIA, ES UN DELITO poseer, transportar o vender *Caulerpa*. ¿Se trata de alguna droga ilegal o de un tipo de arma? No, simplemente es una pequeña alga marina. Entonces, ¿por qué los legisladores querían prohibirla en su estado?

La historia de *Caulerpa* como enemigo público número uno surge a inicios de la década de 1980 en el zoológico de Wilhelmina en Stuttgart, Alemania. En esa ciudad, los cuidadores de un acuario de agua salada encontraron que el alga tropical *Caulerpa taxifolia* era atractiva, por lo que serviría como adorno de fondo para los peces tropicales del acuario del zoológico. Además, años de cruzamientos en ese zoológico habían producido una generación de algas marinas bien adaptadas a la vida del acuario. La nueva especie era muy resistente y podía sobrevivir en aguas mucho más frías que las aguas tropicales en las cuales la *Caulerpa* habitaba originalmente. Esta nueva generación que

vivía en el acuario no sólo era resistente, sino también atractiva, y los administradores del acuario amablemente enviaban ejemplares a otras instituciones que los solicitaban para exhibirlos en sus propios acuarios.

Una institución que recibió algunos ejemplares fue el Museo Oceanográfico de Mónaco, el cual ocupa un edificio estatal que se encuentra casi a orillas del mar Mediterráneo. En 1984, un biólogo marino que visitaba el museo descubrió una pequeña mancha de *Caulerpa* que se estaba extendiendo en las aguas situadas precisamente debajo del museo. Es probable que alguien que limpió el acuario haya arrojado de forma descuidada agua al Mediterráneo contaminándolo con la *Caulerpa*.

Para 1989, la mancha de *Caulerpa* había crecido tanto que cubría varios acres y se había extendido hasta formar una alfombra continua que parecía excluir a todos los demás organismos que habitaban normalmen-

te en el fondo del mar Mediterráneo. Los herbívoros locales, como el erizo de mar y los peces, no se alimentan del alga *Caulerpa*.

Pronto se hizo evidente que esta alga se expandía rápidamente desplazando a las especies nativas, ya que no hay depredadores que controlen su población. Para mediados de la década de 1990 cundió la alarma entre los biólogos cuando encontraron *Caulerpa* en toda la costa mediterránea desde España hasta Italia. En la actualidad crece en lechos extensos por todo el mar Mediterráneo y cubre vastas áreas del fondo marino.






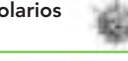

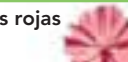

A pesar de esta amenaza para los ecosistemas, la *Caulerpa* es una criatura fascinante. Volveremos a hablar de esta alga y su biología después de estudiar los protistas, un grupo que incluye a las algas verdes marinas como la *Caulerpa*, junto con un gran número de organismos.

20.1 ¿QUÉ SON LOS PROTISTAS?

Dos de los dominios de los seres vivos, Bacteria y Archaea, contienen solamente procariontes. El tercer dominio, Eukarya, incluye a todos los organismos eucarióticos. Los miembros más sobresalientes del tercer dominio son los reinos Plantae, Fungi y Animalia, de los cuales nos ocuparemos en los capítu-

los 21 al 24. Los eucariotas restantes constituyen una colección diversa de linajes evolutivos conocidos en conjunto como **protistas** (tabla 20-1). El término “protista” no describe una verdadera unidad evolutiva que comparte características, sino que es un término acomodaticio que significa “cualquier eucariota que no es una planta, un animal o un hongo”. Aproximadamente se han descrito 60,000 especies de protistas.

Tabla 20-1 Los principales grupos de protistas

Grupo	Subgrupo	Locomoción	Nutrición	Características representativas	Género representativo
	Diplomónadas	Nadan con flagelos	Heterótrofa	Sin mitocondria; habitan en el suelo o en el agua o son parásitos	<i>Giardia</i> (parásito intestinal de mamíferos)
	Parabasálidos	Nadan con flagelos	Heterótrofa	Sin mitocondria; parásito o comensal	<i>Tricomonas</i> (causan tricomoniasis, una enfermedad de transmisión sexual)
	Euglenidos	Nadan con un flagelo	Autótrofa; fotosintética	Tienen mancha ocular; viven en agua dulce	<i>Euglena</i> (habita comúnmente en estanques)
	Kinetoplástidos	Nadan con flagelos	Heterótrofa	Habitan en el suelo o el agua o son parásitos	<i>Tripanosoma</i> (causa la enfermedad africana del mal del sueño)
	Mohos acuáticos	Nadan con flagelos (gametos)	Heterótrofa	Filamentosos	<i>Plasmopara</i> (causa mildiú vellosa)
	Diatomeas	Se deslizan sobre superficies	Autótrofa; fotosintética	Concha de sílice; la mayoría son marinas	<i>Navicula</i> (se desliza hacia la luz)
	Algas pardas	Sin motilidad	Autótrofa; fotosintética	Algas marinas de océanos templados	<i>Macrocystis</i> (forma bosques de quelpos)
	Dinoflagelados	Nadan con dos flagelos	Autótrofa; fotosintética	Muchos son bioluminiscentes; a menudo tienen celulosa	<i>Gonyaulax</i> (causa la marea roja)
	Apicomplexa	Sin motilidad	Heterótrofa	Todos son parásitos; forman esporas infecciosas	<i>Plasmodium</i> (causa la malaria)
	Ciliados	Nadan con cilios	Heterótrofa	La mayoría son células únicas complejas	<i>Paramecium</i> (habita en estanques; de movimiento rápido)
	Foraminíferos	Extienden delgados pseudópodos	Heterótrofa	Tienen concha de carbonato de calcio	<i>Globigerina</i>
		Extienden delgados pseudópodos	Heterótrofa	Tienen conchas de sílice	<i>Actinomma</i>
	Amibas lobosas	Extienden gruesos pseudópodos	Heterótrofa	Sin concha	<i>Amoeba</i> (habita comúnmente en los estanques)
	Mohos deslizantes acelulares	Una masa parecida a una babosa se escurre sobre las superficies	Heterótrofa	Forman un plasmodio multinucleado	<i>Physarum</i> (forma una gran masa de color naranja brillante)
	Mohos deslizantes celulares	Las células amiboideas extienden pseudópodos; una masa semejante a una babosa se arrastra sobre las superficies	Heterótrofa	Forman unseudoplasmodio con células ameboideas individuales	<i>Dictyostelium</i> (a menudo se emplea en estudios de laboratorio)
		Sin motilidad	Autótrofa; fotosintética	Algunas depositan carbonato de calcio; marinas en su mayoría	<i>Porphyra</i> (se usa como alimento en Japón)
		Nadan con flagelos (algunas especies)	Autótrofa; fotosintética	Parientes más cercanos de las plantas terrestres	<i>Ulva</i> (lechuga de mar)

La mayoría de los protistas son unicelulares

Casi todos los protistas son unicelulares y son invisibles para nosotros en nuestra vida cotidiana. Si de alguna manera pudiéramos volvernos diminutos hasta alcanzar su escala microscópica, nos quedaríamos impresionados por sus hermosas y espectaculares formas, sus diversos estilos de su vida activa, los asombrosos medios en que se reproducen y las innovaciones estructurales y fisiológicas que resultan posibles dentro de los límites de una célula única. Sin embargo, en realidad, por su diminuto tamaño es todo un reto tratar de observarlos. Para apreciar la majestuosidad de los protistas se necesita un microscopio y una buena dosis de paciencia.

Aunque casi todos los protistas son unicelulares, algunos se pueden observar a simple vista y pocos son verdaderamente grandes. Algunos de estos últimos forman colonias de individuos unicelulares, mientras que otros son organismos multicelulares.

Los protistas presentan diversas formas de nutrición

En los protistas se presentan tres formas principales de nutrición. Algunos son capaces de ingerir su alimento, otros absorben nutrimentos del entorno, y otros más captan la energía solar directamente para realizar la fotosíntesis.

Los protistas que ingieren su alimento, por lo general son depredadores. Los protistas unicelulares depredadores tienen membranas celulares flexibles que pueden cambiar de forma para rodear y atrapar bacterias y alimentarse de ellas. Los protistas que se alimentan de esa manera comúnmente utilizan prolongaciones en forma de dedos llamadas **seudópodos** (FIGURA 20-1) para atrapar a su presa. Otros protistas depredadores emplean cilios para generar pequeñas corrientes que dirigen las partículas de alimento hacia las aberturas en forma de boca que poseen. Cualquiera que sea el medio que utilicen para alimentarse, una vez que el alimento está en el interior de la célula del protista se almacena comúnmente en una *vacuola alimentaria* rodeada por una membrana, para digerirlo después.

Los protistas que absorben los nutrimentos directamente del ambiente pueden vivir en libertad o dentro del cuerpo de otros organismos; aquellos que viven libremente lo hacen en el suelo o en ambientes que contengan materia orgánica muerta, donde realizan una función de descomposición. Sin embargo, muchos de los que se alimentan por absorción viven dentro

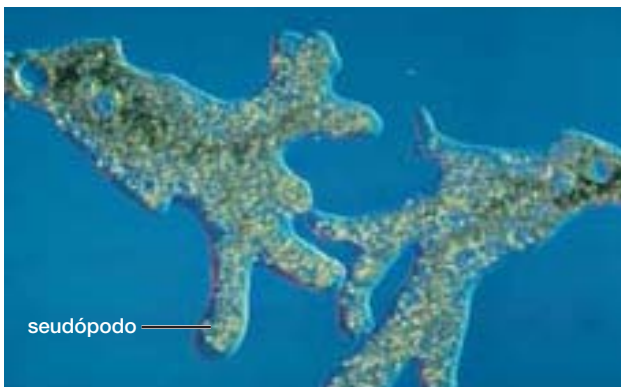


FIGURA 20-1 Seudópodos

Algunos protistas unicelulares pueden extender sus protuberancias para atrapar su alimento o desplazarse.

de otros organismos. En la mayoría de los casos, estos protistas son parásitos cuya actividad para alimentarse causa daños a las especies huéspedes.

Los protistas fotosintéticos abundan en los océanos, lagos y estanques. La mayor parte de ellos flotan libres en el agua, pero algunos viven en estrecha asociación con otros organismos, como corales o almejas. Parece que estas asociaciones son benéficas para ambos: el organismo huésped utiliza cierta cantidad de la energía solar captada por los protistas fotosintéticos, al tiempo que brinda refugio y protección a los protistas.

La fotosíntesis de los protistas tiene lugar en los organelos llamados *cloroplastos*. De acuerdo con lo que se explicó en el capítulo 17, los cloroplastos son los descendientes de las bacterias fotosintéticas primitivas que se instalaron dentro de una célula más grande en un proceso conocido como *endosimbiosis*. Además del caso original de endosimbiosis, que dio por resultado el primer cloroplasto, hubo diferentes acontecimientos posteriores de *endosimbiosis secundarias* en las cuales un protista no fotosintético fagocitaba un protista fotosintético que contenía un cloroplasto. Finalmente, desapareció la mayor parte de los componentes de las especies fagocitadas, dejando sólo un cloroplasto rodeado por cuatro membranas: dos del cloroplasto derivado de la bacteria original, una del protista fagocitado y otra de la vacuola alimentaria que originalmente contenía el protista fagocitado. Múltiples acontecimientos de endosimbiosis secundarias son responsables de la presencia de especies fotosintéticas en diversos grupos de protistas no emparentados.

Anteriormente las clasificaciones de protistas agrupaban a las especies de acuerdo con su modo de nutrición, pero ahora que se comprende mejor la historia evolutiva de los protistas, se reconoce que las antiguas categorías no reflejaban con exactitud la filogenia. No obstante, los biólogos todavía emplean la terminología que se refiere a los grupos de protistas que comparten características particulares, pero que no necesariamente están emparentados. Por ejemplo, los protistas fotosintéticos se conocen en conjunto como **algas**, y los protistas unicelulares no fotosintéticos se conocen colectivamente como **protozoarios**.

Los protistas emplean diversas formas de reproducción

En los procariotas, la reproducción es estrictamente asexual; es decir, un individuo se divide para producir dos individuos que son genéticamente idénticos a la célula progenitora. En la mayor parte de los protistas la reproducción es asexual, creando nuevos individuos por división celular mitótica (FIGURA 20-2a). Sin embargo, muchos protistas también son capaces de reproducirse sexualmente; en esta modalidad dos individuos aportan material genético a su descendiente que es genéticamente diferente de cualquiera de los progenitores. La presencia de la reproducción sexual en los protistas, pero no en los procariotas, sugiere que el sexo surgió primero en los eucariotas cierto tiempo después de la separación evolutiva entre los dominios de Eukarya y los de Bacteria y Archaea.

Pese a que muchas especies de protistas son capaces de reproducirse sexualmente, la mayor parte de la reproducción es asexual. La reproducción sexual tiene lugar sólo rara vez, en un momento particular del año o en ciertas circunstancias, como en un ambiente abarrotado o cuando el alimento escasea. Los detalles de la reproducción sexual y los ciclos vitales



a)



b)

FIGURA 20-2 Reproducción de los protistas e intercambio de material genético

El ciliado *Paramecium* se reproduce asexualmente por división celular. **b)** El ciliado *Euplotes* intercambia material genético a través de un puente citoplásmico. **PREGUNTA:** ¿Qué quieren decir los biólogos cuando mencionan que el sexo y la reproducción no van juntos en la mayoría de los protistas?

resultantes varían considerablemente entre los diferentes tipos de protistas. Sin embargo, la reproducción de los protistas nunca incluye la formación y el desarrollo de un embrión, como sucede durante la reproducción de plantas y animales. Los procesos no reproductivos que combinan el material genético de individuos diferentes también son comunes entre los protistas (**FIGURA 20-2b**).

Los protistas provocan efectos importantes en los humanos

Aunque la mayoría de nosotros no vemos a los protistas durante nuestra vida cotidiana, estos seres vivos provocan efectos importantes en la vida de los seres humanos, tanto negativos como positivos. El principal efecto positivo en realidad beneficia a todos los organismos vivos y se deriva del papel ecológico de los protistas marinos fotosintéticos. Al igual que las plantas terrestres, las algas que viven en los océa-

nos captan la energía solar y la ponen a disposición de otros organismos del ecosistema. Así, el ser humano depende de los ecosistemas marinos para su alimentación y, a la vez, estos ecosistemas dependen de las algas. Además, en el proceso de utilizar la fotosíntesis para captar energía, las algas liberan gas oxígeno que ayuda a reabastecer la atmósfera.

En el lado negativo, muchas enfermedades humanas son causadas por los protistas parásitos. Las enfermedades ocasionadas por los protistas incluyen los padecimientos que prevalecen más en la humanidad y algunas de ellas son mortales. Los protistas también causan enfermedades en las plantas, algunas de las cuales atacan a los sembradíos que son importantes para los seres humanos. Además de provocar enfermedades, algunos protistas marinos liberan toxinas que pueden acumularse hasta alcanzar niveles dañinos en las regiones costeras.

Los siguientes apartados incluyen información acerca de los protistas en particular que son los responsables de estos efectos benéficos y perjudiciales.

20.2 ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES GRUPOS DE PROTISTAS?

Las comparaciones genéticas ayudan a los sistemáticos a comprender mejor la historia evolutiva de los grupos de protistas. Puesto que los sistemáticos se esfuerzan por desarrollar sistemas de clasificación que reflejen la historia evolutiva, la nueva información ha impulsado la revisión de la clasificación de los protistas. Algunas especies de protistas que se habían agrupado con anterioridad con base en el parecido físico, realmente pertenecen a linajes evolutivos independientes que divergieron muy temprano en la historia de los eucariotas. De manera inversa, se vio que algunos grupos de protistas con poco parecido físico entre sí en realidad comparten un ancestro común, y por consiguiente, se clasificaron juntos en los nuevos reinos. Sin embargo, el proceso de revisar la clasificación de los protistas dista mucho de estar completo. Así, nuestra comprensión del árbol familiar eucariótico todavía se encuentra “en construcción”; muchas de las ramas están en su sitio, pero otras están en espera de la nueva información que permita a los sistemáticos colocarlas junto con sus parientes evolutivos más cercanos.

En los siguientes apartados estudiaremos algunos ejemplos de la diversidad de los protistas.

Los excavados carecen de mitocondrias

Los **excavados** recibieron ese nombre porque tienen una ranura de alimentación que les da una apariencia de haber sido “excavados” de la superficie celular. Estos organismos carecen de mitocondrias. Es probable que sus ancestros sí hayan tenido mitocondrias, pero tal vez perdieron tales organelos en forma temprana en la historia evolutiva del grupo. Los dos grupos más grandes de excavados son las diplomónadas y los parabasalidos.

Las diplomónadas poseen dos núcleos

Las células individuales de las **diplomónadas** tienen dos núcleos y se desplazan por medio de múltiples flagelos. Un parásito diplomónada, la *Giardia*, se ha convertido en un verdadero problema en Estados Unidos, en particular para

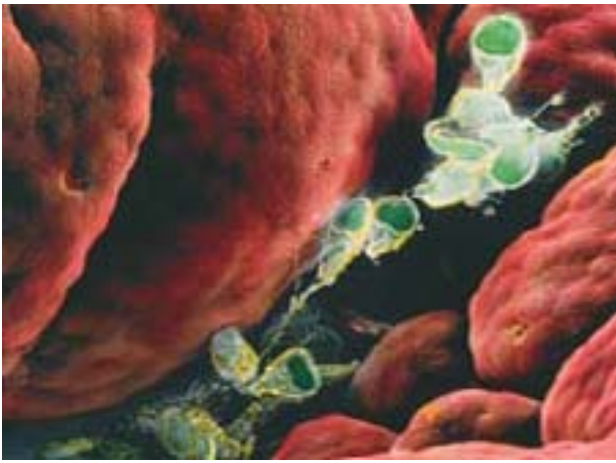


FIGURA 20-3 La *Giardia*: un peligro para los excursionistas
Una diplomónada (género *Giardia*) capaz de infectar al agua potable y de provocar trastornos gastrointestinales se muestra aquí en el intestino delgado de un humano.

los excursionistas que beben agua que baja de las montañas y que aparentemente no está contaminada. Los quistes (estructuras resistentes que encierran al organismo durante una fase de su ciclo vital) de estos parásitos se liberan en las heces fecales de los humanos, perros u otros animales infectados; un solo gramo de heces puede contener 300 millones de quistes. Una vez que salen del organismo animal, los quistes entran a las corrientes de agua dulce y a los depósitos de agua comunitarios. Si un mamífero bebe agua contaminada, en su intestino delgado se desarrollan los quistes hasta llegar a su forma adulta (FIGURA 20-3). En los humanos, las infecciones provocan diarrea severa, deshidratación, náusea, vómito y dolores punzantes. Por fortuna, estas infecciones se curan con fármacos, y las defunciones causadas por la *Giardia* no son comunes.

Los parabasálidos incluyen mutualistas y parásitos

Todos los parabasálidos conocidos viven dentro de animales. Por ejemplo, este grupo incluye varias especies que habitan en el aparato digestivo de algunas termitas que se alimentan de madera; aunque las termitas son incapaces de digerir la madera, los parabasálidos sí pueden. Así, los insectos y los protistas se benefician mutuamente con esta relación. Las termitas proveen alimento a los parabasálidos en sus intestinos y a medida que los parabasálidos digieren el alimento, cierta cantidad de energía y de nutrientes liberados quedan disponibles para las termitas.

En otros casos, el animal huésped no se beneficia con la presencia de los parabasálidos, sino que resulta dañado. Por ejemplo, en los seres humanos el parabasálido *Trichomona vaginalis* causa la enfermedad llamada tricomoniasis (FIGURA 20-4), que se transmite sexualmente. Las tricomonas habitan en las capas mucosas de los tractos urinario y reproductor y emplean sus flagelos para desplazarse por ellos. Cuando las condiciones son favorables, la población de tricomonas se reproduce rápidamente. Las mujeres infectadas experimentan síntomas desagradables, como flujo y comezón vaginal. Los hombres infectados, por lo general, no presentan síntomas, pero pueden transmitir la infección a su pareja sexual.



FIGURA 20-4 Las tricomonas causan una enfermedad que se transmite sexualmente

El parabasálido *Trichomona vaginalis* infecta los tractos urinario y reproductor del hombre y de la mujer. Sin embargo, la mujer es más propensa a experimentar síntomas desagradables.

Los euglenozoos tienen mitocondrias características

En la mayor parte de los euglenozoos, los dobleces de la membrana interior de las mitocondrias celulares tienen una forma característica que bajo el microscopio se asemeja a una pila de discos. Dos grupos principales de euglenozoos son los euglénidos y los kinetoplastidos.

Los euglénidos carecen de cubierta rígida y nadan por medio de flagelos

Los euglénidos son protistas unicelulares que viven principalmente en agua dulce y su nombre se debe al ejemplar más representativo del grupo, la *Euglena* (FIGURA 20-5), un organismo unicelular complejo que se desplaza por el agua moviendo sus flagelos. Muchos euglénidos son fotosintéticos, pero otras especies absorben el alimento. Los euglénidos

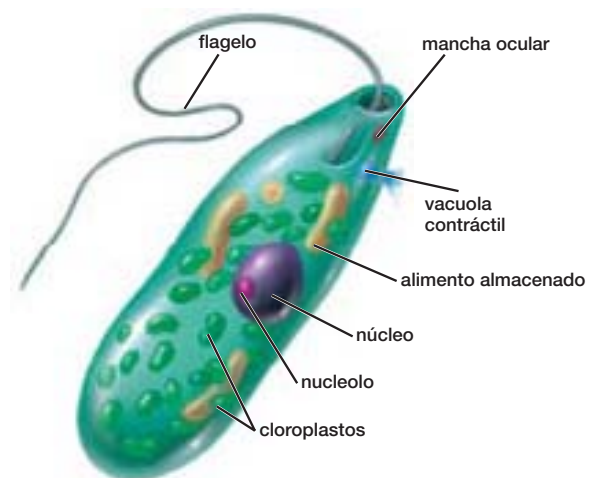


FIGURA 20-5 *Euglena*, un euglénido representativo

La compleja célula única de la *Euglena* está repleta de cloroplastos verdes, los cuales desaparecen si se mantiene al protista en la oscuridad.



FIGURA 20-6 Un kinetoplástido que causa enfermedad

Esta fotomicrografía muestra la sangre humana infestada en alto grado con el kinetoplástido parásito con forma de sacacorchos, el *Trypanosoma*, el cual causa la enfermedad africana del sueño. Observa que el *Trypanosoma* es más grande que los glóbulos rojos.

carecen de una cubierta rígida, así que algunos se desplazan retorciéndose y batiendo sus flagelos. Algunos también poseen organelos sensibles a la luz que consisten en un fotorreceptor, llamado *mancha ocular*, y una mancha adyacente de pigmento. El pigmento brinda sombra al fotorreceptor sólo cuando la luz incide en ciertas direcciones, lo que permite al organismo determinar la dirección de la fuente lumínica. Al usar esta información del fotorreceptor, el flagelo impulsa al protista hacia los niveles adecuados de luz para llevar a cabo la fotosíntesis.

Algunos kinetoplástidos causan enfermedades en los humanos

El DNA de las mitocondrias de los kinetoplástidos se encuentra en estructuras características llamadas kinetoplastos. Casi todos los kinetoplástidos poseen, al menos, un flagelo que sirve para impulsar al organismo, detectar el ambiente o atrapar el alimento. Algunos viven en libertad y habitan en el suelo o en el agua; otros viven dentro de otros organismos estableciendo una relación parasitaria, o bien, mutuamente benéfica. Un kinetoplástido parásito peligroso es del género *Trypanosoma* que causa la enfermedad africana del sueño, una enfermedad potencialmente mortal (FIGURA 20-6). Al igual que muchos parásitos, este organismo tiene un ciclo vital complejo, parte del cual transcurre dentro de la mosca tsetsé. Al alimentarse con la sangre de un mamífero, la mosca le transmite el tripanosoma. Entonces, el parásito se desarrolla en el nuevo huésped (el cual puede ser un humano) al entrar en el torrente sanguíneo. Después, si otra mosca tsetsé pica al huésped ingerirá al parásito y así se inicia un nuevo ciclo de infección.

Los stramenopiles incluyen organismos fotosintéticos y no fotosintéticos

Los stramenopiles (conocidos también como cromistas

se presentan sólo en ciertas etapas del ciclo vital). Sin embargo, a pesar de su historia evolutiva compartida, los stramenopiles muestran una amplia variedad de formas. Algunos son fotosintéticos y otros no; la mayoría de ellos son unicelulares, pero algunos son multicelulares. Los tres grupos principales de estos organismos son los mohos acuáticos, las diatomeas y las algas pardas.

Los mohos acuáticos han tenido una influencia importante en los seres humanos

Los mohos acuáticos u *oomicetos*, forman un pequeño grupo de protistas, muchos de los cuales tienen la forma de filamentos largos que, en conjunto, parecen mechones de algodón. La superficie de estos mechones es parecida a las estructuras producidas por algunos hongos, pero este parecido se debe a la evolución convergente (véase el capítulo 14) y no a que tengan antepasados en común. Muchos mohos acuáticos efectúan una labor de descomposición y viven en el agua y en los suelos húmedos. Algunas especies ejercen un profundo efecto económico en los seres humanos. Por ejemplo, un moho acuático causa la enfermedad de las uvas, conocida como *mildiú veloso* (FIGURA 20-7). Su introducción involuntaria en Francia desde Estados Unidos a finales de la década de 1870, casi extinguió la industria vinícola francesa. Otro oomiceto ha destruido millones de árboles de aguacate en California; otro más es el causante del *tizón tardío*, una enfermedad devastadora de la papa. Cuando se introdujo accidentalmente en Irlanda alrededor de 1845, este protista destruyó casi la totalidad de las cosechas de papa, causando una devastadora hambruna durante la cual un millón de irlandeses murieron de hambre y muchos más emigraron a Estados Unidos.

Las diatomeas se encierran dentro de paredes vítreas

Las diatomeas son organismos fotosintéticos que se encuentran tanto en aguas dulces como saladas y que elaboran sus conchas protectoras a base de *silice* (vidrio), algunas de excepcional belleza (FIGURA 20-8). Estas conchas constan de dos mitades, una superior y otra inferior que se acoplan como una caja de pastillas o una caja de Petri. La acumulación de paredes vítreas de las diatomeas durante millones de años ha producido depósitos fósiles de “tierra de diatomeas”, que llegan a tener cientos de metros de espesor. Esta sustancia suavemente abrasiva se utiliza en la elaboración de diversos productos, como dentífricos y pulidores de metales.



FIGURA 20-7 Un moho acuático parásito

El mildiú veloso, una enfermedad de las plantas causada por el moho acuático *Plasmopara*, casi extinguió la industria vinícola de Francia en la década de 1870. PREGUNTA: Aunque los mohos acuáticos son stramenopiles, se parecen a los hongos y funcionan de forma similar a éstos. ¿A qué se debe esta semejanza?

Las diatomeas forman parte del **fitoplancton**, el conjunto de organismos fotosintéticos unicelulares que flotan pasivamente en las capas superiores de los lagos y océanos de la Tierra. El fitoplancton desempeña un papel ecológico sumamente importante. Por ejemplo, el fitoplancton marino es el responsable casi del 70 por ciento de toda la actividad fotosintética sobre la Tierra; absorbe el dióxido de carbono, recarga la atmósfera con oxígeno y sostiene la compleja red de vida acuática. Las diatomeas, como componentes clave del fitoplancton, son tan importantes para las provisiones del alimento marino que a menudo se les llama la “pastura del mar”.

Las algas pardas predominan en las aguas costeras templadas

Aunque la mayor parte de los protistas fotosintéticos —como las diatomeas— son unicelulares, algunos forman conglomerados multicelulares conocidos comúnmente como *algas marinas*. Aunque las algas marinas se parecen a las plantas, no están estrechamente emparentadas con ellas y carecen de las características distintivas del reino vegetal. Por ejemplo, ninguna de las algas marinas presenta raíces o retoños, y ninguna forma embriones durante la reproducción.

Los cromistas incluyen un grupo de algas marinas, las algas pardas o feofitas, que recibieron ese nombre por sus pigmentos de color amarillo-pardo (en combinación con la clorofila verde), los cuales generan tonos que van del café al verde olivo y aumentan la capacidad del alga para captar la luz.

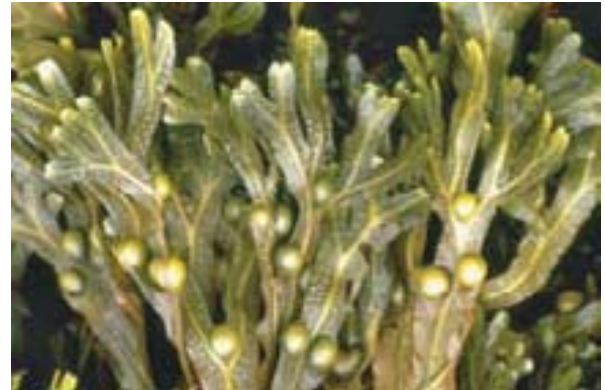
Casi todas las algas pardas son marinas. El grupo incluye las especies dominantes de algas marinas que habitan a lo largo de las costas rocosas de los océanos de agua templada del mundo, incluidas las costas orientales y occidentales de Estados Unidos. Las algas pardas viven en hábitat que van de las regiones cercanas a las costas, donde se afianzan a las rocas que quedan visibles cuando baja la marea, a regiones mar adentro. Varias especies usan vejigas llenas de gas para sostener su cuerpo (**FIGURA 20-9a**). Algunos de los quelpos gigantes que se encuentran a lo largo del litoral del Pacífico alcanzan alturas hasta de 100 metros, y pueden crecer más de 15 centímetros en un solo día. Con su denso crecimiento y gran altura (**FIGURA 20-9b**), los quelpos forman bosques submarinos que brindan alimento, refugio y zonas de apareamiento para los animales marinos.



FIGURA 20-8 Algunas diatomeas representativas. Esta fotomicrografía ilustra la intrincada belleza microscópica y la variedad de las paredes vítreas de las diatomeas.

Los alveolados incluyen parásitos, depredadores y fitoplancton

Los **alveolados** son organismos unicelulares que poseen pequeñas cavidades características debajo de la superficie de sus células. Al igual que los stramenopiles, los alveolados constituyen un linaje que tal vez más adelante adquiriera la categoría de reino. Asimismo, a semejanza de los stramenopiles, el vínculo evolutivo entre los alveolados quedó oculto tras la variedad



a)



b)

FIGURA 20-9 Las algas pardas o feofitas son protistas multicelulares

a) El género *Fucus*, que habita cerca de las costas, se muestra aquí expuesto en momentos de marea baja. Observa las vejigas llenas de gas que les permiten flotar en el agua. b) El quepo gigante *Macrocystis* forma bosques submarinos cerca de la costa sur de California.



FIGURA 20-10 Dinoflagelados

Dos dinoflagelados cubiertos con su armadura protectora de celulosa. En cada uno se observa un flagelo dentro de un surco que circunda el cuerpo.

de estructuras y modos de vida de los miembros del grupo, pero salió a la luz por medio de las comparaciones moleculares. Algunos alveolados son fotosintéticos, otros son parásitos y algunos más son depredadores. Los grupos de alveolados principales son los dinoflagelados, los aplicomplexa y los ciliados.

Los dinoflagelados nadan por medio de dos flagelos semejantes a látigos

Aunque la mayoría de los **dinoflagelados** son fotosintéticos, hay algunas especies que no lo son. Los dinoflagelados deben su nombre al movimiento que crean sus dos flagelos semejantes a látigos (*dino* significa “remolino” en griego). Un flagelo circunda a la célula y el otro se proyecta detrás de ella. Algunos dinoflagelados están cubiertos sólo por una membrana celular; otros tienen paredes de celulosa que semejan un blindaje (**FIGURA 20-10**). Aunque algunas especies habitan en agua dulce, los dinoflagelados abundan especialmente en el océano, donde son un importante componente del fitoplancton y una fuente de alimento para organismos más grandes. Muchos dinoflagelados son bioluminiscentes, es decir, producen una brillante luz verde-azulada cuando se les molesta. Los dinoflagelados especializados viven dentro de los tejidos de corales, en el interior de algunas almejas y en otros protistas; se encargan de proveer nutrimentos derivados de la fotosíntesis al huésped y de eliminar el dióxido de carbono. Los corales que forman arrecifes habitan solamente en aguas poco profundas y bien iluminadas, en donde pueden sobrevivir los dinoflagelados que se incrustan en ellos.

Cuando el agua es tibia y rica en nutrimentos se genera un crecimiento vertiginoso de las poblaciones de dinoflagelados, los cuales llegan a ser tan numerosos que el agua se tiñe de rojo a causa del color de sus cuerpos, causando la llamada “marea roja” (**FIGURA 20-11**). Durante la marea roja, los peces mueren por miles, asfixiados por la obstrucción de sus branquias o por el agotamiento del oxígeno que resulta de la descomposición de miles de millones de dinoflagelados. Un tipo de dinoflagelado, el *Pfiesteria*,



FIGURA 20-11 La marea roja

La elevada tasa de reproducción de ciertos dinoflagelados, en las condiciones ambientales idóneas, genera concentraciones tan altas que sus cuerpos microscópicos tiñen de color rojo o café el agua del mar.

te al filtrar millones de protistas del agua y engullirlos. Sin embargo, durante ese proceso sus cuerpos acumulan concentraciones de un veneno que ataca al sistema nervioso y que es producido por los dinoflagelados. Los seres humanos que comen estos moluscos pueden sufrir una intoxicación por envenenamiento, que resulta paralizante y mortal.

Los aplicomplexa son parásitos y carecen de medios de locomoción

Todos los **apicomplexa** (algunas veces conocidos como *esporozoarios*) son parásitos que habitan dentro de los cuerpos de sus huéspedes y algunas veces en el interior de las células de éstos. Forman esporas infecciosas, que son estructuras resistentes transmitidas de un huésped a otro a través del alimento, del agua o por el piquete de un insecto infectado. Al llegar a adultos, los aplicomplexa carecen de medios de locomoción. Muchos tienen ciclos vitales complejos, una característica común de los parásitos. Un ejemplo muy conocido es el parásito *Plasmodium*, que transmite la malaria (**FIGURA 20-12**). Parte de su ciclo vital se desarrolla en el estómago y después en las glándulas salivales de la hembra del mosquito *Anopheles*. Cuando este mosquito pica a un ser humano, inyecta el *Plasmodium* a la infortunada víctima. El aplicomplexa se desarrolla en el hígado del huésped y luego pasa a la sangre, donde se reproduce rápidamente en los eritrocitos. La liberación de grandes cantidades de esporas, al romperse los glóbulos rojos, causa la fiebre recurrente de la malaria. Los mosquitos no infectados pueden adquirir el parásito al alimentarse con la sangre de quien padece la malaria, y diseminarlo al picar a otras personas.

Aunque el fármaco cloroquina mata al parásito de la malaria, por desgracia, las poblaciones de *Plasmodium* resistentes a este medicamento se diseminan de manera acelerada por toda África, donde prevalece esta enfermedad. Los pro-

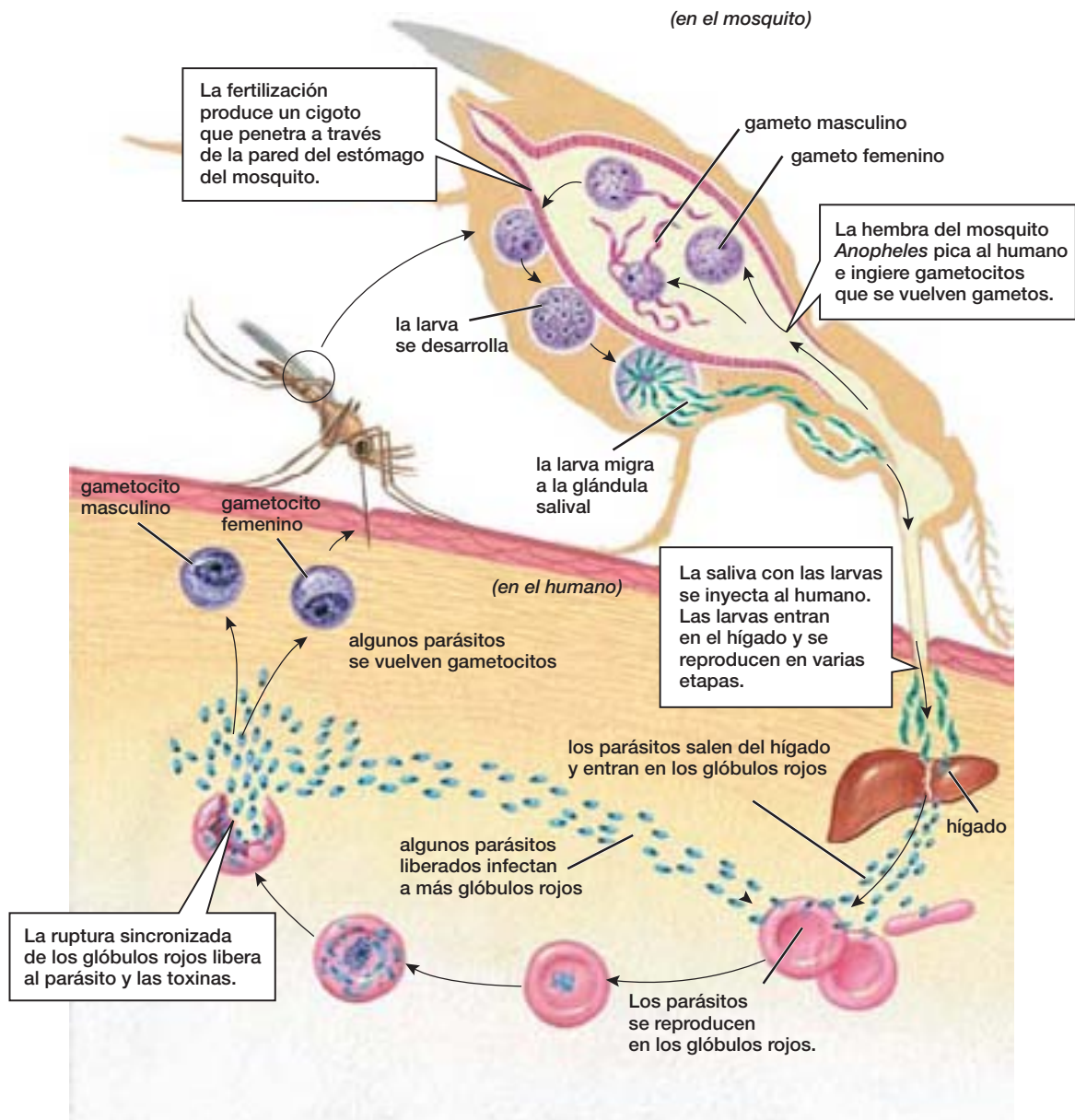


FIGURA 20-12 El ciclo vital del parásito de la malaria

gramas implantados para erradicar a los mosquitos han fracasado porque éstos se vuelven rápidamente resistentes a los insecticidas.

Los ciliados son los alveolados más complejos

Los ciliados, que habitan en aguas dulces y saladas, representan el punto culminante de la complejidad de los organismos unicelulares. Poseen muchos organelos especializados, incluidos los **cilios**, las extensiones cortas parecidas al cabello. Los cilios pueden cubrir la célula o estar en un sitio determinado. En el *Paramecium*, el género tan conocido que vive en agua dulce, hileras de cilios cubren toda la superficie de su cuerpo (FIGURA 20-13

ambiente como si tuviera un sistema nervioso muy desarrollado. Cuando se topa con una barrera nociva, ya sea química o física, la célula inmediatamente se mueve en reversa batiendo sus cilios y luego toma una nueva dirección. Algunos ciliados, como el *Didinium*, son verdaderos depredadores (FIGURA 20-14).

Los cercozoos tienen pseudópodos delgados y conchas complejas

Existen protistas de diferentes grupos que poseen membranas plasmáticas flexibles, las cuales pueden extenderse en cualquier dirección para formar pseudópodos que les permiten desplazarse y atrapar el alimento. Los pseudópodos de los **cercozoos**

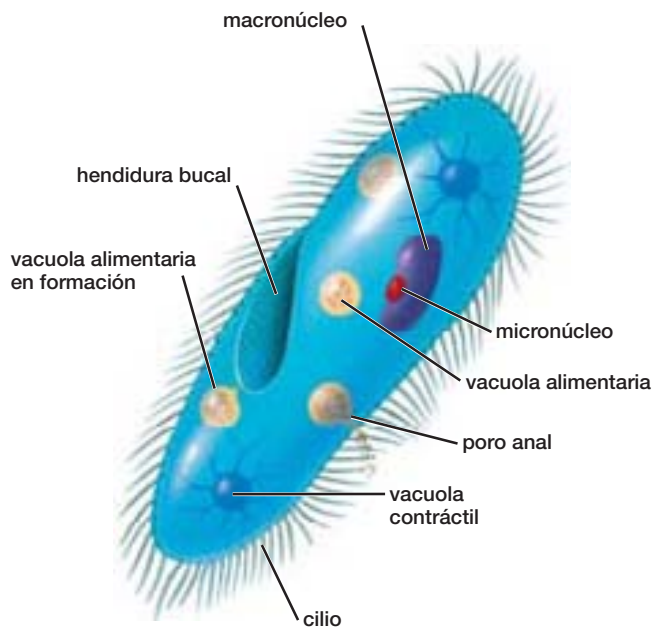


FIGURA 20-13 La complejidad de los ciliados

El ciliado *Paramecium* ilustra algunos de los organelos importantes de los ciliados. La hendidura bucal hace las veces de boca, las vacuolas alimentarias —sistemas digestivos en miniatura— se forman en uno de sus extremos, y los desperdicios se expelen por exocitosis a través del poro anal. Las vacuolas contráctiles regulan la cantidad de agua en el interior.

Las conchas fósiles de los foraminíferos forman concentraciones calcáreas

Los **foraminíferos** son principalmente protistas marinos que forman hermosas conchas, las cuales están constituidas en su mayor parte por carbonato de calcio (**FIGURA 20-15a**). Estas conchas están perforadas por cientos de orificios a través de los cuales se extienden los pseudópodos. Las conchas calcáreas de los foraminíferos muertos que se hundieron hasta el fondo

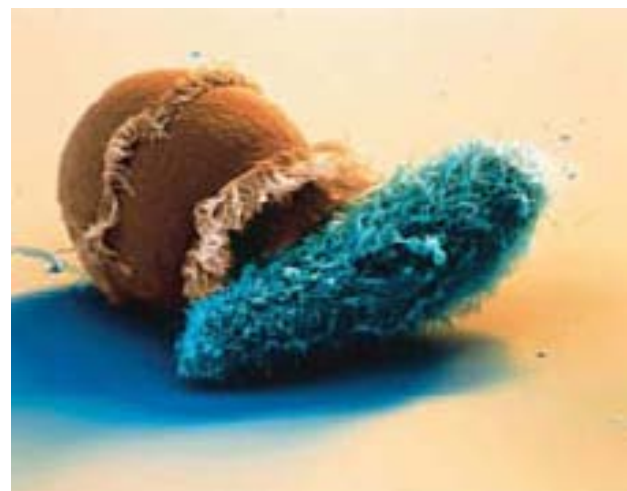


FIGURA 20-14 Un depredador microscópico

En esta micrografía por barrido electrónico, el depredador ciliado *Didinium* ataca a un *Paramecium*. Observa que los cilios del *Didinium* forman dos bandas, mientras que el *Paramecium* tiene cilios en todo su cuerpo. Finalmente, el depredador engullirá y consumirá a su presa. Este drama microscópico bien se podría representar en la punta de un alfiler y todavía sobraría espacio.

de los océanos, acumulándose durante millones de años, formaron inmensos depósitos de caliza, como los famosos acantilados blancos de Dover, en Inglaterra.

Los radiolarios tienen conchas vítreas

Los **radiolarios** no son miembros del grupo de los cercozoos, pero forman un linaje separado que se cree estrechamente emparentado con ese grupo. Al igual que los foraminíferos, los radiolarios poseen pseudópodos delgados que se prolongan a través de conchas duras. Sin embargo, las conchas de los radiolarios están formadas de sílice vítrea (**FIGURA 20-15b**). En

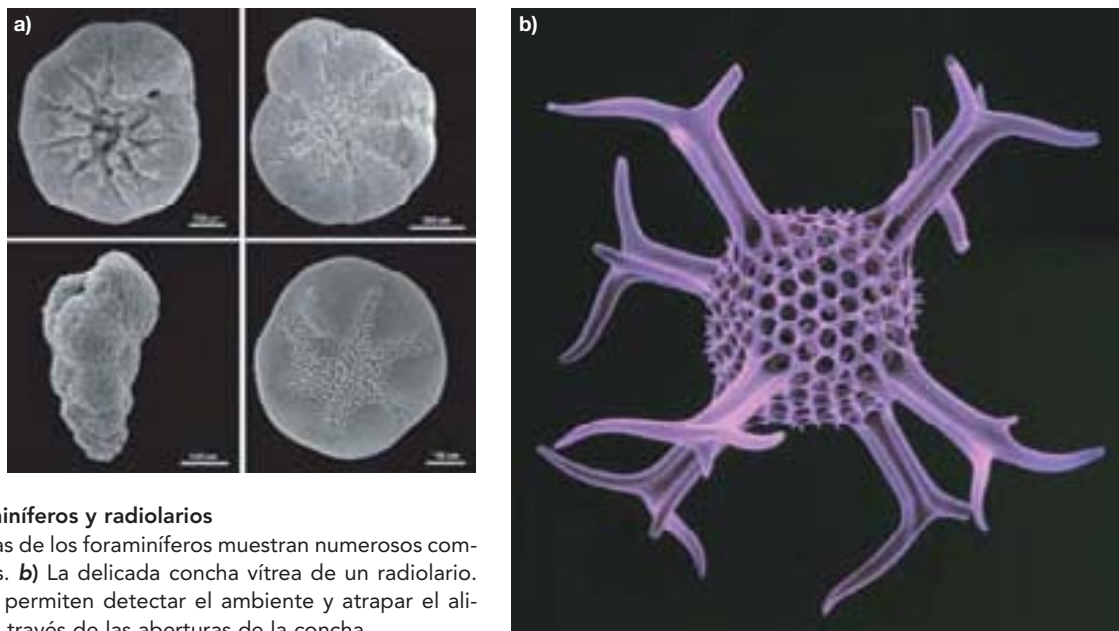


FIGURA 20-15 Foraminíferos y radiolarios

Las conchas calcáreas de los foraminíferos muestran numerosos compartimentos interiores. **b)** La delicada concha vítrea de un radiolario. Los pseudópodos, que permiten detectar el ambiente y atrapar el alimento, se extienden a través de las aberturas de la concha.

algunas zonas del océano, las conchas de los radiolarios se han acumulado a lo largo del tiempo hasta formar gruesas capas de “cieno de radiolarios”.

Los amebozoos habitan en ambientes acuáticos y terrestres

Los **amebozoos** se desplazan extendiendo sus **seudópodos** en forma de dedos, los cuales también les sirven para alimentarse. Por lo general carecen de conchas. Los grupos principales de los amebozoos son las amibas y los mohos deslizantes.

Las amibas tienen pseudópodos gruesos y carecen de concha

Las **amibas**, algunas veces conocidas como *amibas lobosas* para diferenciarlas de otros protistas que tienen pseudópodos, habitan comúnmente en los lagos y estanques de agua dulce (FIGURA 20-16). Muchas amibas son depredadoras que acechan a sus presas y las atrapan, pero algunas otras son parásitas. Una amiba parásita causa la disentería, una enfermedad endémica de los climas cálidos. La amiba que causa este padecimiento se multiplica en la pared intestinal, por lo que ocasiona una diarrea severa.

Los mohos deslizantes que habitan en el suelo de los bosques realizan una labor de descomposición

La forma física de los *mohos deslizantes* parece difuminar la frontera entre una colonia de diferentes individuos y un solo individuo multicelular. El ciclo vital de este moho deslizante consta de dos fases: una etapa móvil de alimentación y una etapa reproductiva estacionaria conocida como *cuerpo esporulado*. Hay dos tipos principales de mohos deslizantes: acelulares y celulares.

Los mohos deslizantes acelulares forman una masa multinucleada de citoplasma llamada plasmodio

Los **mohos deslizantes acelulares**, conocidos también como mohos deslizantes *plasmoidiales*, consisten en una masa delgada de citoplasma que puede extenderse sobre varios metros cuadrados. Aunque la masa contiene miles de núcleos diplo-

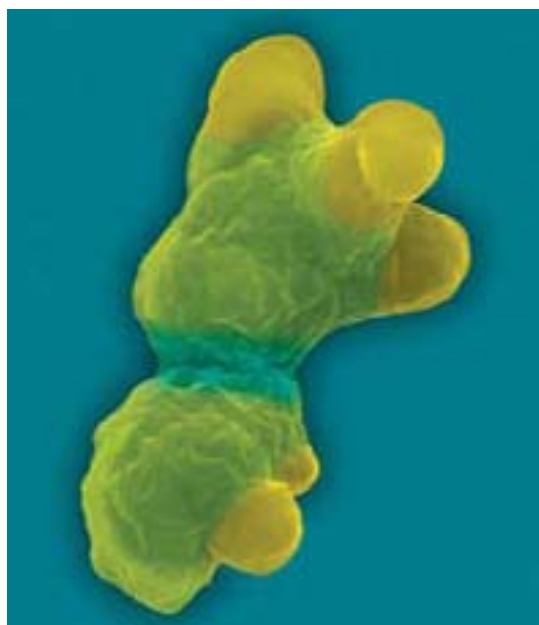


FIGURA 20-16 La amiba

Las *amibas lobosas* son depredadores activos que se desplazan por el agua para atrapar su alimento por medio de pseudópodos gruesos y romos.

des, no están confinados en células separadas rodeadas por membranas plasmáticas, como sucede en casi todos los organismos multicelulares. Esta estructura, llamada **plasmodio**, explica por qué tales protistas se llaman “acelulares” (sin células). El plasmodio se desliza por las hojas y troncos en descomposición envolviendo alimento, como bacterias y partículas de materia orgánica. La masa puede tener un color amarillo brillante o naranja. Un plasmodio de gran tamaño resulta bastante asombroso (FIGURA 20-17a). Las condiciones de sequía o inanición estimulan al plasmodio para que forme un cuerpo esporulado dentro del cual se producen esporas haploides (FIGURA 20-17b), las cuales se dispersan y germinan en condiciones favorables para dar origen a un nuevo plasmodio.



a)



b)

FIGURA 20-17 El hongo deslizante acelular *Physarum*

a) El *Physarum* se desarrolla sobre una piedra en el suelo de un bosque húmedo. b) Cuando el alimento escasea, la masa se transforma en cuerpos esporulados negros en los que se forman las esporas.

Los mohos deslizantes celulares viven como células independientes, pero se congregan en unseudoplasmodio cuando escasea el alimento

Los **mohos deslizantes celulares** viven en el suelo como células haploides independientes que se mueven y se alimentan extendiendo sus pseudópodos. En el género que mejor se ha estudiado, el *Dictyostelium*, las células individuales liberan una señal química cuando escasea el alimento. Esta señal atrae a las células cercanas para formar un conglomerado denso —una masa semejante a una babosa—, llamado **seudoplasmodio** (“plasmodio falso”) porque, a diferencia de un plasmodio verdadero, consta en realidad de células individuales (**FIGURA 20-18**). Elseudoplasmodio se comporta como un organismo multicelular. Después de arrastrarse hacia una fuente de luz, las células del conglomerado asumen papeles específicos formando un cuerpo esporulado. Las esporas haploides que se forman dentro de este cuerpo se dispersan gracias al viento y germinan directamente en individuos unicelulares.

Las algas rojas habitan principalmente en los océanos tropicales de aguas transparentes

Las algas rojas o rodófitas son multicelulares y fotosintéticas (**FIGURA 20-19**). El color de estos protistas va del rojo brillante hasta un tono casi negro, y deben su color a los pigmentos rojos que enmascaran su clorofila verde. Las algas rojas se encuentran casi exclusivamente en los ambientes marinos. Predominan en las aguas tropicales profundas y transparentes, donde sus pigmentos rojos absorben la penetrante luz verde-azulada y transfieren esta energía lumínica a la clorofila, donde se emplea para llevar a cabo la fotosíntesis.

Algunas especies de algas rojas depositan en sus tejidos el carbonato de calcio, el cual forma la piedra caliza, y contribuyen a la formación de arrecifes. En Asia, ciertas especies se recolectan como alimento. Las algas rojas contienen también ciertas sustancias gelatinosas de uso comercial, incluida la carragenina (que se emplea como agente estabilizador de productos como pinturas, cosméticos y helados) y el agar (un

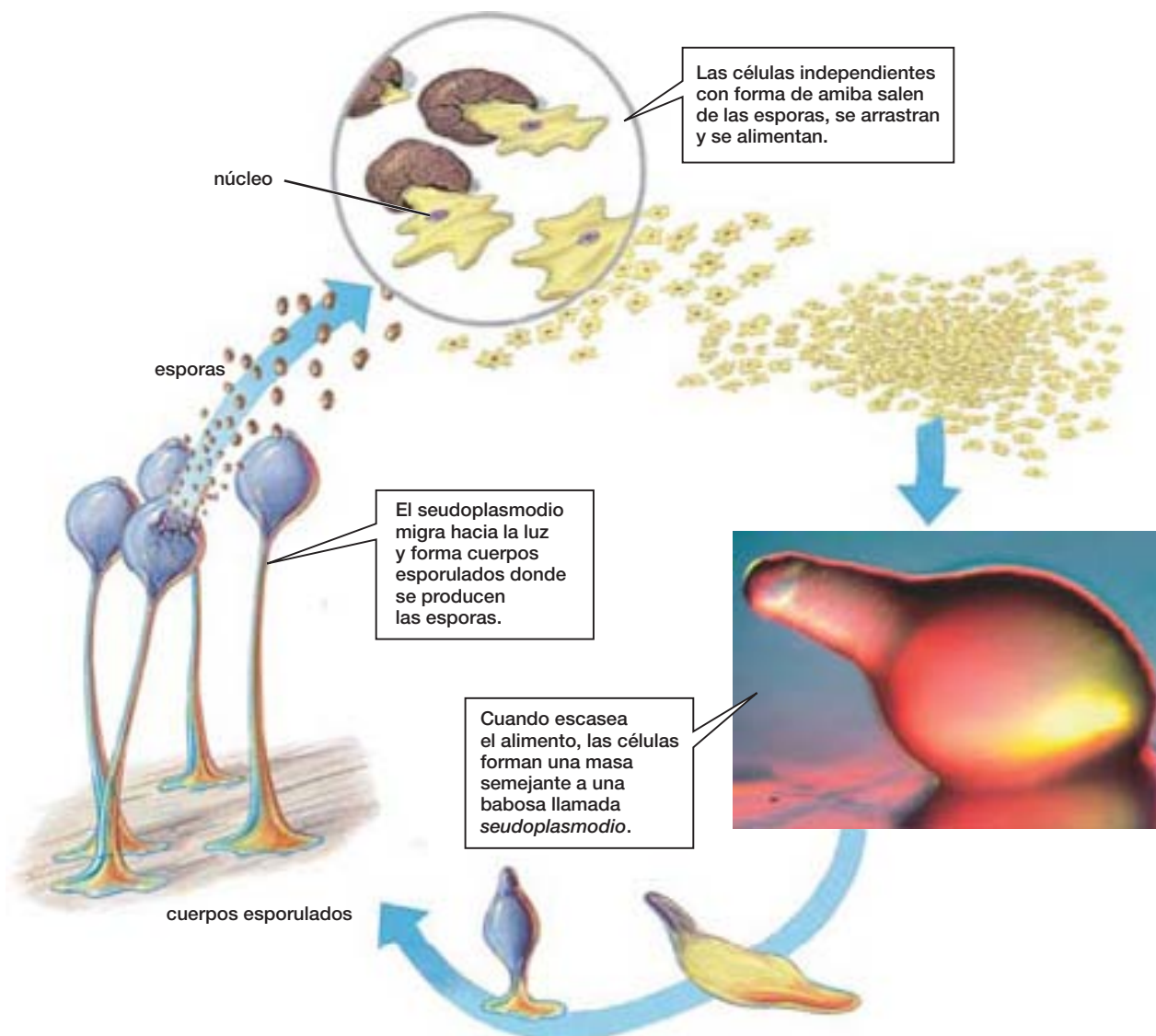




FIGURA 20-19 Algas rojas

Algas coralinas rojas del Océano Pacífico, cerca de las costas de California. Estas algas depositan carbonato de calcio en el interior de su cuerpo y contribuyen a la formación de arrecifes de coral en las aguas tropicales.

sustrato para cultivar colonias de bacterias en el laboratorio). Sin embargo, la importancia primordial de estas algas y algunas otras reside en su capacidad fotosintética; la energía que captan contribuye a la supervivencia de los organismos que no realizan fotosíntesis y que forman parte de los ecosistemas marinos.

La mayoría de las algas verdes habitan en estanques y lagos

Las algas verdes, un grupo grande y variado de protistas fotosintéticos, incluyen tanto especies multicelulares como unicelulares. La mayor parte de las especies habitan en los estanques y lagos de agua dulce, pero algunas viven en los mares. Algunas algas verdes, como la *Spirogyra*, forman filamentos delgados a partir de cadenas largas de células (**FIGURA 20-20a**). Otras especies de algas verdes forman colonias que contienen grupos de células, los cuales son interdependientes y que constituyen una estructura intermedia entre las formas unicelulares y multicelulares. Estas colonias pueden estar constituidas por unas cuantas células o por varios miles de ellas, como sucede en la especie *Volvox*. Casi todas las algas verdes son pequeñas, pero algunas especies marinas son de mayor tamaño. Por ejemplo, el alga verde *Ulva*, o lechuga de mar, tiene un tamaño similar al de las hojas de lechuga de tierra (**FIGURA 20-20b**).

Las algas verdes son de especial interés porque, a diferencia de otros grupos que contienen protistas multicelulares y fotosintéticos, están estrechamente emparentadas con las plantas. De hecho, las plantas y algunos tipos de algas verdes comparten un ancestro común; muchos investigadores creen que las plantas más primitivas eran parecidas a las algas verdes multicelulares de la actualidad.

a)

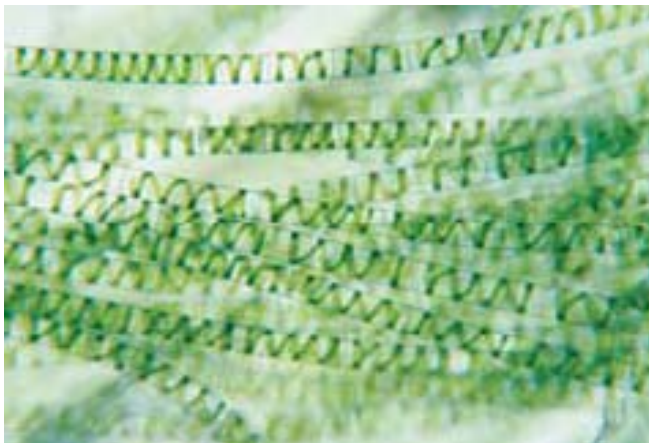


FIGURA 20-20 Algas verdes

a) La *Spirogyra* es un alga verde filamentososa compuesta por hebras que tienen el espesor de una sola célula. b) *Ulva* es un alga verde multicelular que tiene la forma de una hoja.

b)



CONEXIONES EVOLUTIVAS

Nuestros ancestros unicelulares

Algunos de los microbios actuales probablemente son bastante parecidos a las especies primitivas que dieron origen a los organismos multicelulares complejos que ahora son los habitantes más sobresalientes de la Tierra. Por ejemplo, el aspecto exterior de muchos procariontes modernos básicamente no se distingue de las células fosilizadas de hace más de 3,500 millones de años. De manera similar, el metabolismo de las actuales arqueas anaeróbicas y amantes del calor probablemente es semejante a los métodos para captar energía empleados por los primitivos habitantes de la Tierra, mucho antes de que hubiera oxígeno en la atmósfera. Asimismo, las modernas bacterias púrpura sulfurosas y las cianobacterias probablemente no son tan diferentes de los primeros organismos fotosintéticos que aparecieron hace más de 2 mil millones de años.

La vida quizá aún consistiría sólo de organismos unicelulares procariontes si los protistas con su radical diseño eucariótico

no hubieran surgido hace casi 2 mil millones de años. Como aprendiste por medio de la explicación acerca de la teoría endosimbiótica en el capítulo 17, las células eucarióticas se originaron cuando un procarionte, tal vez una bacteria capaz de efectuar respiración aeróbica, se instaló en el interior de un socio, formando así la primera “mitocondria”. Una fusión separada pero igualmente crucial pudo haber tenido lugar cuando una bacteria fotosintética (quizá parecida a una cianobacteria) tomó como residencia el interior de un socio que no era fotosintético, para convertirse en el primer “cloroplasto”. Los cimientos de la multicelularidad se basaron en la célula eucariótica, cuya complejidad permitió la especialización de células enteras para desempeñar funciones específicas dentro de un conglomerado multicelular. Así, casi con certeza se puede afirmar que los protistas primitivos —algunos de los cuales absorbían nutrimentos del ambiente, otros los fotosintetizaban y otros más consumían el alimento en trozos— siguieron trayectorias evolutivas divergentes que condujeron a la formación de los tres reinos multicelulares (hongos, plantas y animales), que son materia de los siguientes cuatro capítulos.

OTRO VISTAZO AL ESTUDIO DE CASO EL MONSTRUO VERDE



Caulerpa taxifolia, el alga marina que amenaza con invadir el mar Mediterráneo, es un alga verde. Esta especie y otros miembros del mismo género tienen cuerpos muy inusuales. Exteriormente parecen plantas con estructuras con forma de raíces que se adhieren al suelo marino; además, poseen otras estructuras parecidas a tallos y hojas que crecen hasta varias pulgadas de alto. A pesar de su gran parecido con las plantas, el cuerpo de la *Caulerpa* consiste en una única célula extremadamente grande. Todo el cuerpo está rodeado por una sola membrana celular continua. En su interior hay citoplasma que contiene numerosos núcleos celulares, pero no está subdividido. Es un hecho extraordinario el que una sola célula tome una forma tan compleja.

Un problema potencial con la organización unicelular de la *Caulerpa* surge cuando se daña su cuerpo, quizá por la acción de las olas o cuando un depredador le da un mordisco. Cuando la membrana celular se rom-

pe, no hay nada que evite que todo el contenido del citoplasma se derrame, un suceso que resulta fatal. Pero la *Caulerpa* ha desarrollado un mecanismo de defensa contra esta calamidad potencial. Casi inmediatamente después de que se rompe la membrana celular, se llena de inmediato con un “tapón” que cierra la herida. Una vez que el tapón queda en el sitio correspondiente, la célula comienza a crecer y a regenerar cualquier porción perdida del cuerpo.

Esta capacidad para regenerarse es un componente clave de la habilidad de las cepas de acuario de la *Caulerpa taxifolia* para propagarse rápidamente en nuevos ambientes. Si una parte de su cuerpo se rompe y se mueve hacia una nueva ubicación, se regenera por completo. El individuo regenerado es el fundador de una nueva colonia de rápido crecimiento.

Y estas colonias que proliferan rápidamente pueden aparecer en cualquier lado del mundo. Las autoridades de muchos países se muestran preocupadas porque las cepas de acuario de la *Caulerpa* puedan invadir

sus aguas costeras, transportadas inadvertidamente por los barcos que navegan por el mar Mediterráneo o liberadas por un descuido de los encargados de los acuarios. De hecho, la *Caulerpa* invasora ya no está confinada solamente al mar Mediterráneo, porque se ha encontrado en dos sitios costeros de California y cuando menos en ocho cuerpos de agua de Australia. Las autoridades locales de ambos países han intentado controlar a esta alga invasora, pero es imposible decir si sus esfuerzos tendrán éxito. La *Caulerpa taxifolia* es un adversario con muchos recursos.

Piensa en esto ¿Es importante detener la diseminación de la *Caulerpa*? Los gobiernos invierten recursos sustanciales para combatir las especies introducidas y evitar que sus poblaciones aumenten y se dispersen. ¿Cómo aconsejarías que se invirtieran esos fondos? ¿Puedes pensar en algunos argumentos en contra de no desperdiciar el tiempo y el dinero empleados para este propósito?

REPASO DEL CAPÍTULO

RESUMEN DE CONCEPTOS CLAVE

20.1 ¿Qué son los protistas?

“Protista” es un término acomodaticio que se refiere a cualquier eucariota que no es planta, animal u hongo. La mayoría de los protistas son células únicas eucarióticas altamente complejas, pero algunas forman colonias y otras, como las algas marinas, son multicelulares. Los protistas muestran diversos modos de nutrición, reproducción y locomoción. Los protistas fotosintéticos forman gran parte del fitoplancton, el cual desempeña un papel ecológico clave. Algunos protistas causan enfermedades en el hombre, y otros son parásitos de los cultivos.

20.2 ¿Cuáles son los principales grupos de protistas?

Los grupos de protistas incluyen los excavados (diplomónadas y parabasalidos), euglenozoos (eugénidos y kinetoplastidos), stramenopiles (mohos acuáticos, diatomeas y algas pardas), alveolados (dinoflagelados, aplicomplexa y ciliados), cercozoos (que incluyen los foraminíferos), amebozoos (amebas y mohos deslizantes), algas rojas y algas verdes (los parientes más cercanos de las plantas).

Web tutorial 20.1 El ciclo vital del parásito que provoca la malaria

TÉRMINOS CLAVE

algas *pág. 389*
 alveolados *pág. 393*
 amebozoos *pág. 397*
 amibas *pág. 397*
 apicomplexa *pág. 394*
 cercozoos *pág. 395*
 ciliados *pág. 395*
 cilios *pág. 395*

diatomeas *pág. 392*
 dinoflagelados *pág. 394*
 diplomónadas *pág. 390*
 euglénidos *pág. 391*
 euglenozoos *pág. 391*
 excavados *pág. 390*
 fitoplancton *pág. 393*
 foraminíferos *pág. 396*

kinetoplástidos *pág. 392*
 moho acuático *pág. 392*
 moho deslizante acelular *pág. 397*
 moho deslizante celular *pág. 398*
 parabasálidos *pág. 391*
 plasmodio *pág. 397*

protistas *pág. 388*
 protozoos *pág. 389*
 radiolarios *pág. 396*
 seudoplasmodio *pág. 398*
 seudópodos *pág. 389*
 stramenopiles *pág. 392*

RAZONAMIENTO DE CONCEPTOS

1. Menciona las principales diferencias entre procariotas y protistas.
2. ¿Qué es la endosimbiosis secundaria?
3. ¿Cuál es la importancia de los dinoflagelados en los ecosistemas marinos? ¿Qué puede suceder cuando se reproducen con rapidez?
4. ¿Cuál es el principal papel ecológico que desempeñan las algas unicelulares?
5. ¿Cuál grupo de protistas consta en su totalidad de formas parásitas?
6. ¿Cuáles grupos de protistas incluyen las algas marinas?
7. ¿Cuáles grupos de protistas incluyen las especies que emplean seudópodos?

APLICACIÓN DE CONCEPTOS

1. Las investigaciones recientes han demostrado que las aguas oceánicas alejadas de las costas del sur de California se han calentado de 1 a 1.5°C durante las últimas cuatro décadas, posiblemente como resultado del efecto invernadero. Este calentamiento ha ocasionado de forma indirecta una escasez de nutrimentos en el agua y, por consiguiente, una declinación en los protistas fotosintéticos como las diatomeas. ¿Qué efectos tendrá ese calentamiento sobre la vida en los océanos?
2. La estructura interna de muchos protistas es bastante más compleja que la de las células de los organismos multicelulares. ¿Esto significa que los protistas realizan actividades más complejas que los organismos multicelulares? Si no es así, ¿por qué las células de los protistas son más complejas?
3. ¿Por qué la vida de los animales multicelulares sería imposible si no existieran los organismos procarióticos y protistas?

PARA MAYOR INFORMACIÓN

Amato, I. "Plankton Planet". *Discover*, agosto de 2004. Una revisión breve de los organismos que componen el fitoplancton. Incluye hermosas fotografías.

Jacobs, W. "Caulerpa". *Scientific American*, diciembre de 1994. Una descripción de la estructura y fisiología características de la *Caulerpa*, por parte de un científico que ha estudiado estos protistas durante décadas.

Raloff, J. "Taming Toxins". *Science News*, noviembre de 2002. Describe una posible nueva estrategia para combatir la marea roja y otros dinoflagelados tóxicos.