

Protistas:

El reino de los protistas reúne una gran cantidad de organismos eucariotas con una importante diversidad fisiológica y estructural. Dentro de este reino encontramos organismos unicelulares y multicelulares simples. Todos los Protistas poseen núcleo; sin embargo, la gran mayoría de ellos se dividen mediante mecanismos que no incluyen todos los pasos de una mitosis clásica (como disrupción de la membrana nuclear y condensación de los cromosomas). Existen en este reino tanto organismos autótrofos (fotosintéticos) como heterótrofos y, excepto un número limitado de casos, todos poseen mitocondrias.

Si bien la taxonomía de estos organismos se encuentra en continua revisión, clasificaremos a los Protistas en tres grandes grupos: Algas, Protozoos y Hongos Mucilaginosos (Slime Molds). El último punto del presente apunte resume algunas de las discusiones acerca de la clasificación taxonómica de los Protistas. <https://www.youtube.com/watch?v=3yDZNpXqikQ> (7,1 min).

Algas:

Las algas son organismos fotosintéticos unicelulares y multicelulares que crecen en agua dulce o salada. Las algas pluricelulares se diferencian de las plantas acuáticas (plantas vasculares), porque no poseen la organización morfológica típica de éstas últimas. En los últimos tiempos el interés por el estudio de las algas se ha incrementado debido a que se trata de fuentes naturales de una gran variedad de productos de interés comercial. Según sus características fisiológicas se dividen en seis grupos:

<https://www.youtube.com/watch?v=yUE5OukAHdI> (7 min)

1. Algas verdes (*Chlorophyta*): Estas algas se consideran relacionadas con los antecesores de las plantas vasculares. Poseen cloroplastos similares a las de las plantas vasculares, con clorofilas a y b, pared de celulosa y gránulos de almidón. En su mayoría son unicelulares y pueden ser flageladas (*Chlamydomonas*) o filamentosas (*Spirogyra*). Poseen un ciclo aploide, con formación de cigosporas en las cuales se lleva a cabo la meiosis. En algunos casos pueden formar colonias multicelulares (*Volvox*), en las cuales existe una diferenciación primitiva ya que los movimientos de los flagelos están coordinados y solo existe división celular en una región de la colonia.

<https://www.youtube.com/watch?v=d8xs8F9gln0&list=PLVi6lYgC9QiGe-XyE-WTTESazyRSNMTve&index=5>

<https://www.youtube.com/watch?v=n7RggKhWD8g>

Existen algunas especies multicelulares, como la lechuga de mar (*Ulva*), con forma de cinta ancha compuesta por dos capas de células recubiertas por una membrana serosa. Estas especies poseen un ciclo aplo-diplode en el cual el gametofito y el esporofito son indistinguibles. Las algas verdes se dividen en tres grupos según su organización celular:

a. Algas coloniales móviles: Son organismos unicelulares que poseen la capacidad de movilizarse. Pueden habitar en aguas dulces y suelos húmedos. Presentan dos flagelos. Están protegidas por una gruesa pared celulósica. Cada célula

solamente un cloroplasto que le da a las mismas su característico color. Se reproducen asexualmente a través de zoosporas o sexualmente por gametos.

a. Algas no móviles y filamentosas: Dentro de este grupo del reino de los protistas se encuentran las algas unicelulares inmóviles, también es posible observar ciertas formas coloniales filamentosas y tipos multicelulares complejos. Suelen estar adaptadas para vivir en aguas dulces y en el suelo húmedo y pueden reproducirse asexualmente a través de zoosporas flageladas, capaces de movilizarse, pero que luego pierden su flagelo para quedar inmóviles. Cuando la reproducción es sexual es del tipo isogámico, es decir, a través de la unión de dos células idénticas.

c. Algas sifonales: Se caracterizan por presentar células con varios núcleos. En este grupo es posible encontrar organismos unicelulares que pueden ser vistos a simple vista, inclusive, su longitud puede llegar a alcanzar más de un metro. Suelen habitar en aguas marinas poco profundas y en aguas dulces y se puede presentar tanto la reproducción sexual como la asexual, dependiendo de la especie.

2. Euglenoides (*Euglenophyta*): Son organismos unicelulares flagelados, de forma variada y sin pared celular. Poseen cloroplastos con clorofila a y b, y en ciertas condiciones pueden crecer heteróticamente.

<https://www.youtube.com/watch?v=4-FbcNfJKaE>

<https://www.youtube.com/watch?v=fl7nEWUjk3A>

3. Diatomeas (*Crysoophyta*): Son algas unicelulares con cloroplastos, con clorofila a, c, e y carotenoides, similares a los de las algas marrones y dinoflagelados. No poseen pared celular pero están recubiertos por una estructura de sílica formada por dos piezas que encastran una dentro de la otra. Existen yacimientos fósiles de estas estructuras (tierra diatomina) que suelen ser explotados como abrasivos debido a la uniformidad de su tamaño.

<https://www.youtube.com/watch?v=Yqty9HxhFK4>

4. Dinoflagelados (*Pyrrophyta*): Se trata de organismos unicelulares con dos flagelos ubicados en forma perpendicular uno de otro. Poseen cloroplastos con clorofila a y c, y una pared de celulosa con incrustaciones de sílica. Algunas especies producen toxinas que son letales para peces, aves y mamíferos pero inocuas para los crustáceos. La aparición de grandes colonias de estos dinoflagelados es la causa de “marea roja”, con alta mortandad de peces y aves por ingesta de crustáceos contaminados por las toxinas de los dinoflagelados. Muchas especies de dinoflagelados viven en forma simbiótica con otros organismos marinos (ej: corales).

<https://www.youtube.com/watch?v=goR-latJxQ0>

5. Algas marrones o pardas (*Phaeophyta*): Son organismos multicelulares filamentosos y con forma de cinta que crecen adheridos al fondo marino. Poseen clorofila a y c, pared de celulosa y gránulos de almidón. Se desarrollan en ciclo aplo-diploide donde el esporofito es de gran tamaño (puede llegar a medir más de 100 metros) y en gametofito muy pequeño. El esporofito presenta una estructura con algunas características similares a las plantas vasculares. Suelen ser explotadas comercialmente por su alto contenido en sales de potasio, yoduros y arginatos. Las algas pardas son también fuente de vitaminas y minerales y se utilizan como fertilizantes. Algunas especies (como el kobu) constituyen un aporte alimenticio importante, especialmente en la comida japonesa. Debido a su alta tasa de crecimiento también son consideradas una potencial fuente de materia orgánica combustible. Especies de un género habitual de aguas templadas son famosas

por flotar en masa en el mar de los Sargazos, al norte del océano Atlántico.
<https://www.youtube.com/watch?v=Y9eyK6C9nDA>

6. Algas rojas (*Rhodophyta*): Pueden ser unicelulares o multicelulares con forma filamentosa o de cinta. Las formas pluricelulares se caracterizan por la presencia de puntos de conexión entre sus células que resultan de una división celular incompleta. Poseen clorofilas a, d y ficobilinas por lo que pueden absorber con gran eficiencia las zonas mas lejanas del espectro de luz visible (verde, violeta, azul) y crecer a grandes profundidades.

Debido a que estas algas utilizan polisacáridos sulfatados como material de reserva de energía son explotadas comercialmente para la producción de agares y especies cosméticas. Ciertas algas rojas son la única fuente de donde se extraen dos carbohidratos polisacáridos de gran importancia económica: el agar y el carraguenano. Ambas sustancias están químicamente relacionadas y tienen propiedades suspensivas, emulsionantes, estabilizantes y gelificantes. El agar es conocido por su uso en la preparación de los medios de cultivo para los microorganismos; el carraguín por su empleo en la fabricación de productos lácteos, aunque también se usa en la industria textil, en cosmética, en farmacia y en tipografía. Varias algas rojas, de las cuales la más conocida es el *nori*, son importantes en la dieta de algunos pueblos, especialmente en Japón.

https://www.youtube.com/watch?v=1viKacw_0h8

Grupo	Nombre	Morfología	Pigmentos	Representante típico	Material de reserva	Pared celular	Hábitat
Chlorophyta	Algas Verdes	Unicelular con ram.	Clorofilas a y b	Chlamydomonas	Almidón	Celulosa	Agua dulce, suelos
Euglenophyta	Euglenoides	Unicelular flagelados	Clorofilas a y b	Euglena	Paramilón	No	Agua dulce
Dinoflagellata	Dinoflagelados	Unicelular flagelados	Clorofilas a y c	Gonyaulax Pfiesteria	Almidón	Celulosa	Marinas
Chrysophyta	Diatomeas	Unicelular	Clorofilas a y c	Nitzschia	Lípidos	Comp. superpuestos de sílice	Agua dulce, marinas, suelo
Phaeophyta	Algas marrones	Filamentosas con ram.	Clorofilas a y c, xantofilas	Laminaria	Laminaria	Celulosa	Marinas
Rhodophyta	Algas Rojas	Unicelular Filamentosas con ram.	Clorofilas a y d, ficocianinaficocitrina	Polysiphonia	Floridean	Celulosa	Marinas

En la actualidad, los grupos indicados en rojo ya no se clasifican como algas verdaderas, sino como protozoos fotosintéticos, los cuales han adquirido el cloroplasto como resultado de una endosimbiosis secundaria entre un organismo heterotrófico y un alga verdadera, o sea, una relación simbiótica entre dos eucariotas.

Utilización tecnológica de las algas:

Algas bioenergía 2,33 min

<https://www.youtube.com/watch?v=lxvVkeW7Nk&list=RDCMUC7EGgnYFEIOaAa47ZBpninw&index=1>

How the Technology Works - algae to biofuels 3,11 min

https://www.youtube.com/watch?v=QP_HbQ5cWSk

Microalgae culture in aquaculture hatchery: Overview of live feed for aquaculture species 4,24 min

<https://www.youtube.com/watch?v=pxCh2vJYiLg>

Algae Biofuels and Biotech - Stephen Mayfield UC San Diego 37 minutos

<https://www.youtube.com/watch?v=jPfyjOMNGX0>

Protozoos:

Características generales:

Morfología: Los protozoos suelen presentar distintas características morfológicas y fisiológicas a lo largo de su ciclo de vida.

Polimorfismo: Este término se utiliza para protozoos que presentan dos formas distintas:

Trofozoito: (forma vegetativa) Forma que crece y se reproducen en condiciones ambientales favorables.

Quiste: (forma de resistencia) Forma metabólicamente inactiva. Posee una pared proteica que lo protege de los cambios medioambientales. Se generan a partir de los trofozoitos ante la aparición de condiciones desfavorables.

Pleomorfismo: Este término es usado para indicar la existencia de variantes morfológicas en el trofozoito.

Reproducción: Pueden presentar tanto reproducción sexual como asexual.

Reproducción asexual:

Fisión binaria, división del núcleo y luego del citoplasma, en general no hay ruptura de la membrana nuclear ni condensación de cromosomas. Se observa en amebas, flagelados y ciliados.

<https://www.youtube.com/watch?v=yiA-rHx0xGI>

Fisión múltiple o esquizogonia, división múltiple del núcleo, migración de los núcleos hacia la periferia del citoplasma constituyendo el esquizonte y finalmente división citoplasmática. Se forma un número variable de individuos llamados merozoitos, los cuales pueden repetir este proceso esquizogónico o producir gametos en la gametogonia. Ejemplo: *Plasmodium*.

<https://www.youtube.com/watch?v=sMqzlg1gFZc>

Endodiogonia, proceso de brote interno. Se forman dos células hijas completas que al crecer ocupan todo el citoplasma de la célula madre, la cual termina por desaparecer. Ejemplo: *Toxoplasma*.

<https://www.youtube.com/watch?v=6pchkKtzHOs> ver entre minuto 4 y 7

Reproducción sexual. En protozoos existen dos formas:

Singamia, que es la conjugación completa de las dos células progenitoras.

Conjugación, consiste en el intercambio del material genético por intercambio de micronúcleos y solo se observa en ciliados. <https://www.youtube.com/watch?v=0AFVKGE6jz8>, <https://www.youtube.com/watch?v=Pfrjb3ILgyM>

Clasificación: la clasificación de los protozoos es compleja y fuente constante de controversias. La que se presenta a continuación es una clasificación simple basada en la forma de motilidad de los organismos.

1. FLAGELADOS (*Mastigophora*): Tienen flagelos que se originan en un pequeño elemento del ectoplasma, el kinetosoma. Algunos de estos protozoos (Tripanosomas y Trichomonas) poseen prolongaciones citoplasmáticas que envuelven y recorren el cuerpo llamadas membranas ondulantes. Se dividen por fisión binaria longitudinal. Existen dos grupos de flagelados que se diferencian por la existencia o no de kinetoplasto (organela derivada de la mitocondria asociada a la base del flagelo).

- Flagelados con kinetoplasto: pertenecen al orden kinetoplastidia, e incluye la familia Tripanozomatidae (Tripanosomas y Leishmanias). Los miembros de esta familia suelen presentar ciclos biológicos que alternan entre huéspedes vertebrados e invertebrados (insectos hematófagos). Presentan sólo un flagelo y se reproducen por fisión binaria longitudinal. Presentan grandes variaciones morfológicas durante su ciclo vital:

1) Tripomastigote: fusiforme, kinetoplasto posterior al núcleo, del cual nace una membrana ondulante que termina como flagelo libre. <https://www.youtube.com/watch?v=RtngYzraXyl>

2) Epimastigote: kinetoplasto delante del núcleo, corta membrana ondulante y flagelo libre. <https://www.youtube.com/watch?v=RtngYzraXyl>

3) Promastigote: fusiforme, kinetoplasto delante del núcleo, no tiene membrana ondulante. <https://www.youtube.com/watch?v=71-yLNowh4s>

4) Amastigote: esférico, redondeado, aflagelado. Se observa kinetoplasto y núcleo. <https://www.youtube.com/watch?v=WOptXtkvPw>

- Flagelados sin kinetoplasto: son protozoos con hábitat en el tubo digestivo y el tracto urogenital. En el intestino se localizan *Giardia lamblia*, *Chilomastix mesnili*, *Dientamoeba fragilis* y *Trichomonas hominis*. En el urogenital se encuentra *Trichomonas vaginalis*. Se multiplican por fisión binaria. Se propagan por medio de quistes, excepto *Trichomonas* y *Dientamoeba fragilis*, los cuales se transmiten por trofozoitos. <https://www.youtube.com/watch?v=HlhYAYNy36g>

2. SARCODINOS: También llamados en forma general Amebas, se mueven por emisión de pseudópodos. Se reproducen por fisión binaria y pueden ser de vida libre, comensales (*Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*) o patógenos (*Entamoeba histolítica*). https://www.youtube.com/watch?v=7pR7TNzJ_pA, <https://www.youtube.com/watch?v=mv6Ehv06mXY>

3. CILIADOS: (*Ciliophora*). Se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de extensiones citoplasmáticas cortas, los cilios, que se mueven coordinadamente permitiendo la movilidad y la ingestión de partículas alimenticias (en general bacterias) a través del citostoma. Poseen dos núcleos (macro y micronúcleo) de los cuales el macronúcleo es transcripcionalmente activo y el micronúcleo participa en un proceso de reproducción característico llamado conjugación. Se trata de células de gran tamaño con una importante organización y compartimentalización. Algunas organelas características son: citostoma o boca celular, que se continúa con la citofaringe y una especie de poro anal primitivo, el citoprocto o citopigio y una vacuola contráctil que participa en la motilidad celular. Se reproducen por fisión binaria transversal (asexuada) y conjugación (sexuada). <https://www.youtube.com/watch?v=7vBfCmKhYI>

4. ESPOROZOA: Tienen un solo núcleo. Carecen de cilios o flagelos. El trofozoito no presenta ningún mecanismo de motilidad. Algunos géneros asociados a patologías humanas importantes son: *Plasmodium*, *Cryptosporidium*, *Isospora*, *Sarcocystis* y *Toxoplasma*.

Hongos mucilaginosos:

Se trata de especies que presentan características intermedias entre los Protozoos y los Hongos. Poseen un ciclo de desarrollo complejo que incluye estadios unicelulares y un estadio multicelular que genera un cuerpo de fructificación similar al de los hongos, pero no poseen pared. Se clasifican en dos grupos: Hongos Mucilaginosos Celulares y Acelulares.

Hongos Mucilaginosos Celulares: Se desarrollan como organismos unicelulares de vida libre de forma ameboide. En este estadio se dividen por fisión celular. Ante la escasez de recursos alimenticios las amebas se agrupan para formar un organismo pluricelular simple con motilidad propia. Durante este proceso, el AMP cíclico (AMPc) funciona como molécula de señal (o feromona). Las primeras células que detectan la falta de nutrientes comienzan a secretar AMPc, el cual es censado por las células que se encuentran en los alrededores. Estas células responden al estímulo dirigiéndose hacia la fuente de AMPc y secretando la misma molécula. Así, se forma un gradiente de AMPc que atrae todas las amebas de un cierto entorno. El organismo pluricelular formado produce un cuerpo de fructificación en el cual se generan esporas por meiosis. Una vez maduro, el cuerpo de fructificación estalla liberando las esporas que pueden germinar en un medio más favorable produciendo elementos ameboides con los cuales el ciclo recomienza. <https://www.youtube.com/watch?v=5h8WOWEqP6o>

Hongos Mucilaginosos Acelulares: Poseen un ciclo de vida similar al de los Hongos Mucilaginosos Celulares solo que en su forma multicelular forman un plasmodio, formado por un gran citoplasma con numerosos núcleos en su interior, del cual puede generarse más de un cuerpo de fructificación. Además, en su estadio unicelular pueden presentar formas ameboides o flageladas. https://www.youtube.com/watch?v=GY_uMH8Xpy0, <https://www.youtube.com/watch?v=6pchkKtzHOs>

Discusión taxonómica (información complementaria)

Como ya se mencionó, no existe una clasificación completa del reino protista que sea ampliamente aceptada por los biólogos especializados en el tema. La clasificación de estos organismos ha cambiado mucho a lo largo de los últimos

veinte años, producto de los avances científicos y uso de nuevas técnicas de comparación genética. Esto ha permitido resolver problemas de ambigüedad que se presentaban debido al análisis casi único de sus caracteres morfológicos, que teniendo en cuenta el pequeñísimo tamaño de los miembros de este reino y su organización tan sencilla era verdaderamente impreciso. A partir de los nuevos avances en la genética comienza a dársele forma a una nueva clasificación del grupo mucho más definida.

En primer término, dado que el término Protistas hace referencia, originalmente, a organismos unicelulares se ha propuesto la denominación Protoctistas para este grupo taxonómico (Lynn Margulis). Para la mayoría de los especialistas, no se justifica la sustitución del término más común (Protista), ni por las reglas de la nomenclatura biológica, ni por la definición del concepto, que en ambos casos es muy impreciso.

Clasificación: Actualmente se proponen algunos cambios en la clasificación según se indica a continuación.

ALGAS: Rodofitas y Clorofitas. También se incluye un grupo de algas conocidas como Glaucfitas. Hoy se agrupa a las plantas vasculares y algas verdes (verdaderas) en un superreino conocido como Viridiplantae.

HONGOS MUCILAGINOSOS.

PROTOZOOS: Este reino artificial incluye a todo organismo eukariota unicelular o pluricelular simple (sin diferenciación tisular) que no es ni un alga verdadera ni un hongo mucilaginoso. Agrupa organismos tan diversos como **Amebas:** *Entamoeba histolytica*; **Flagelados:** Trypanosoma, Trichomona, Euglena (antiguamente considerada un alga); **Ciliados:** Tetrahymena, Paramecium; **Esporozoos o Apicomplexa:** *Plasmodium*, *Toxoplasma*; **Foraminíferos:** *Spirillinida*; **Diatomeas; Dinoflagelados; Algas Marrones** (pluricelulares). Estos tres últimos grupos poseen pigmentos similares a los de las algas rojas verdaderas y, como se mencionó anteriormente no serían consideradas algas verdaderas sino protozoos fotosintéticos.