

Introdução aos Protistas: Histórico, Classificação e Diversidade

Prof. Diego Aguilar Fachin
ICB 1, sala 120

Conteúdo da aula

História da classificação de Protistas

A relação entre Protista, Metazoa, Fungi e Plantae

Quem são os protistas?

Características

Principais grupos

Diversidade de formas e biológicas

Importância

Relações de parentesco

Quem são e o que são os Protistas?

Conhecemos alguns?

É um Reino?

São animais?

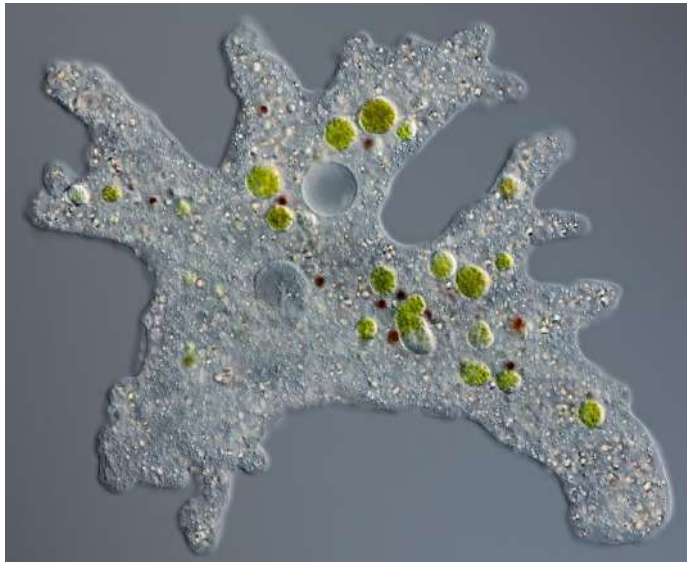
Principais características?



Paramecium sp.



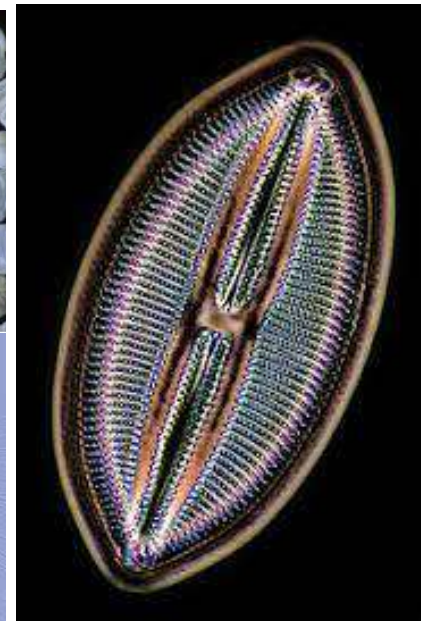
Physarum sp.



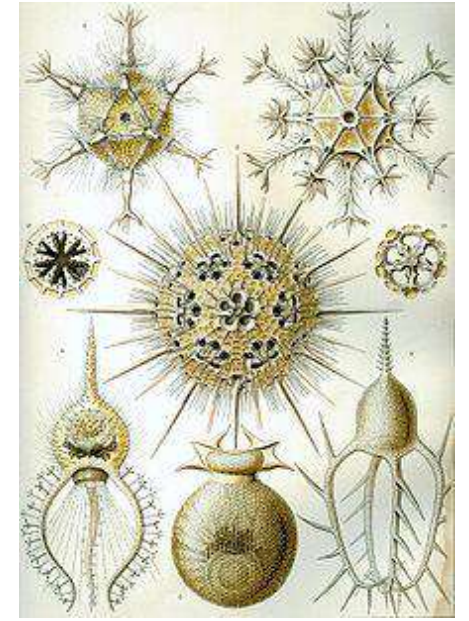
Amoeba sp.



Spirolina sp.

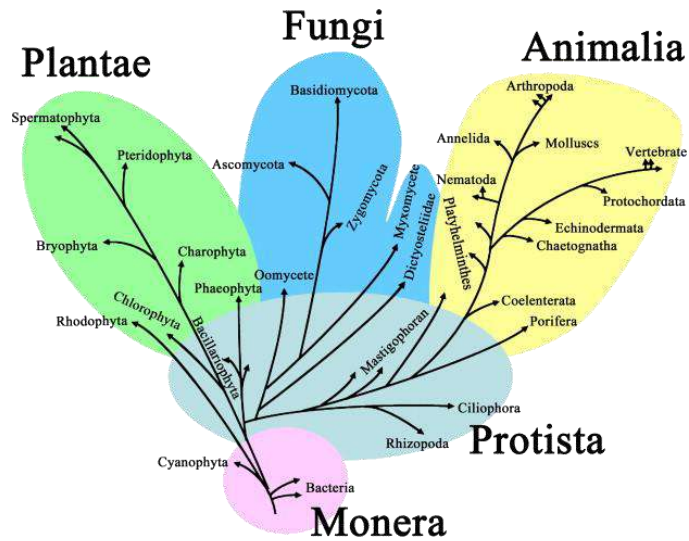


Navicula sp.

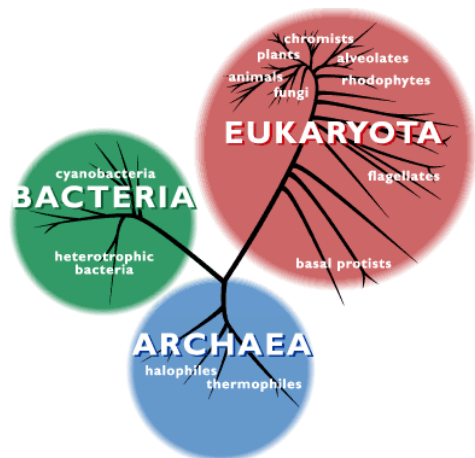


Radiolaria

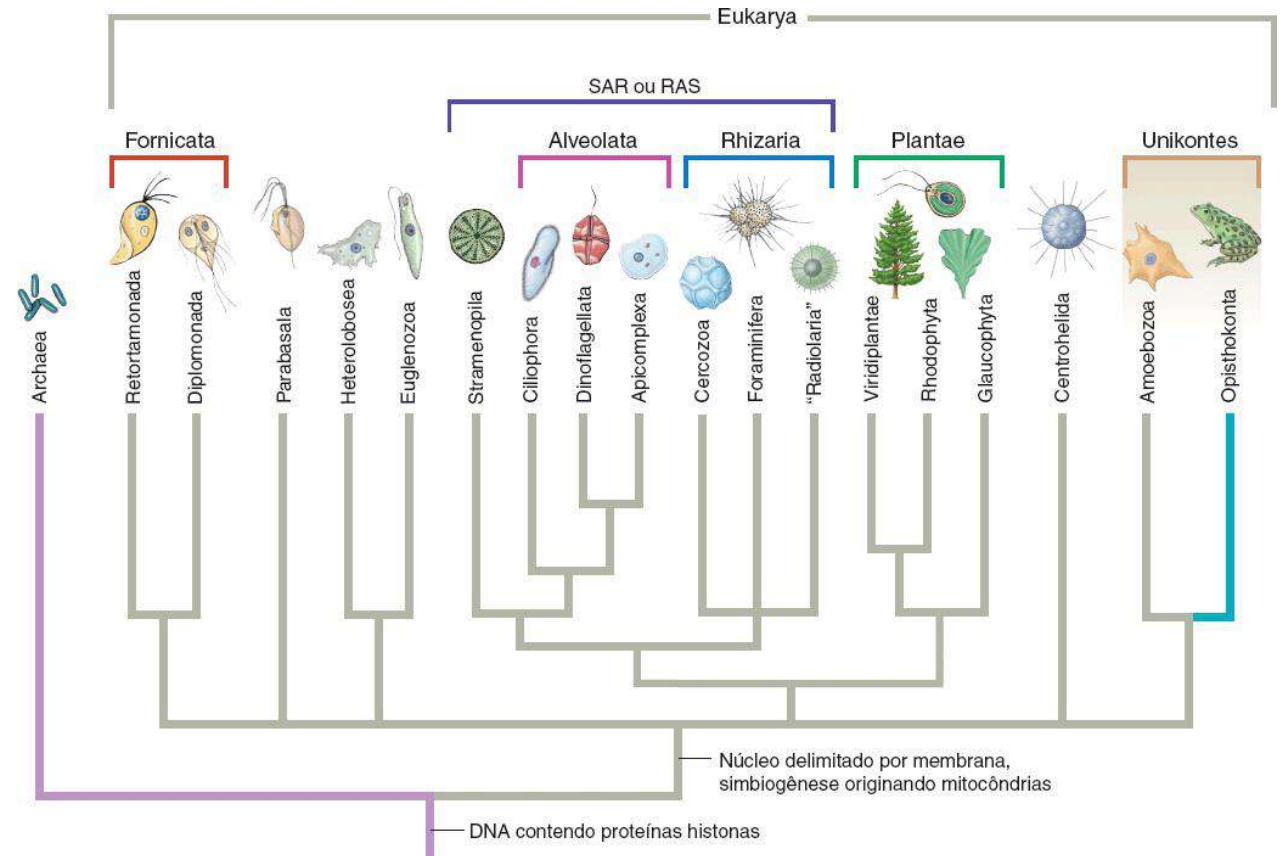
Cinco reinos de Whittaker e Protista atual



5 Reinos de Robert Whittaker (1969)



3 Domínios da vida de Woese (1977)



Relacionamento dentro de Protista

Fonte: Hickman et al 2016 - Princípios Integrados de Zoologia

Histórico da classificação de Protista

Linha temporal

- **Antonie van Leeuwenhoek (1675)**

Primeira pessoa a reportar a existência de um protista, incluindo esses organismos junto com vários outros organismos microscópicos (descoberta dos microorganismos) -> animálculos

- **Carl Linnaeus (1758)**

Divisão em Reinos Animal, Vegetal e Mineral

- **Georg A. Goldfuss (1818)**

Proton (G.) = primeiro + *Zoon (G.)* = animal

Nome cunhado como um subgrupo de animais conhecido como Zoophyta (protistas, esponjas, cnidários, rotíferos etc)

Protozoa (Infusoria, Phytozoa etc.)

Réplica do microscópio: <https://www.youtube.com/watch?v=SvAREOgLSCo>



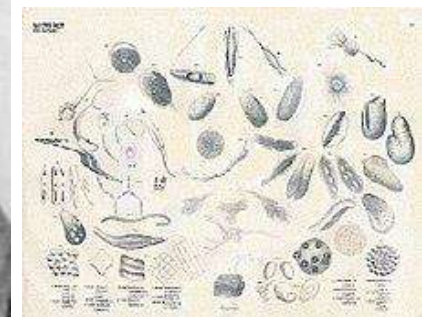
Antonie van Leeuwenhoek
(1632-1723)

https://pt.wikipedia.org/wiki/Anton_van_Leeuwenhoek



Georg August Goldfuss
(1782-1848)

https://en.wikipedia.org/wiki/Georg_August_Goldfuss



Histórico da classificação de Protista

Linha temporal

- Karl Theodor von Siebold (1845)

Restringe Protozoa a todas as formas unicelulares de vida animal
(teoria celular de 1839)

- Richard Owen (1858)

Formalmente estabeleceu o Reino Protozoa (categoria de Reino)

- John Hogg (1860)

Cunhou o termo “Protoctista” significando primeiros seres

Protoctista: **Protophyta** e **Protozoa**



Karl Theodor von Siebold
(1804-1885)

https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Theodor_Ernst_von_Siebold



Vida livre
Heterotróficos

Histórico da classificação de Protista

Linha temporal

- Ernst Haeckel (1866)

Uniu algas, protozoários e alguns animais em Protista

Propôs o Filo Monera

- Édouard Chatton (1925)

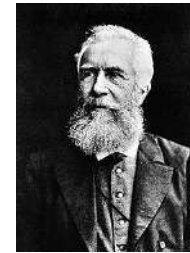
Distinguiu células eucarióticas de procarióticas

Filo Monera = Reino Monera

- Herbert Copeland (1938)

Retomou a utilização de Protocista

Agrupando Protozoa com os uni-pluricelulares fotossintetizantes



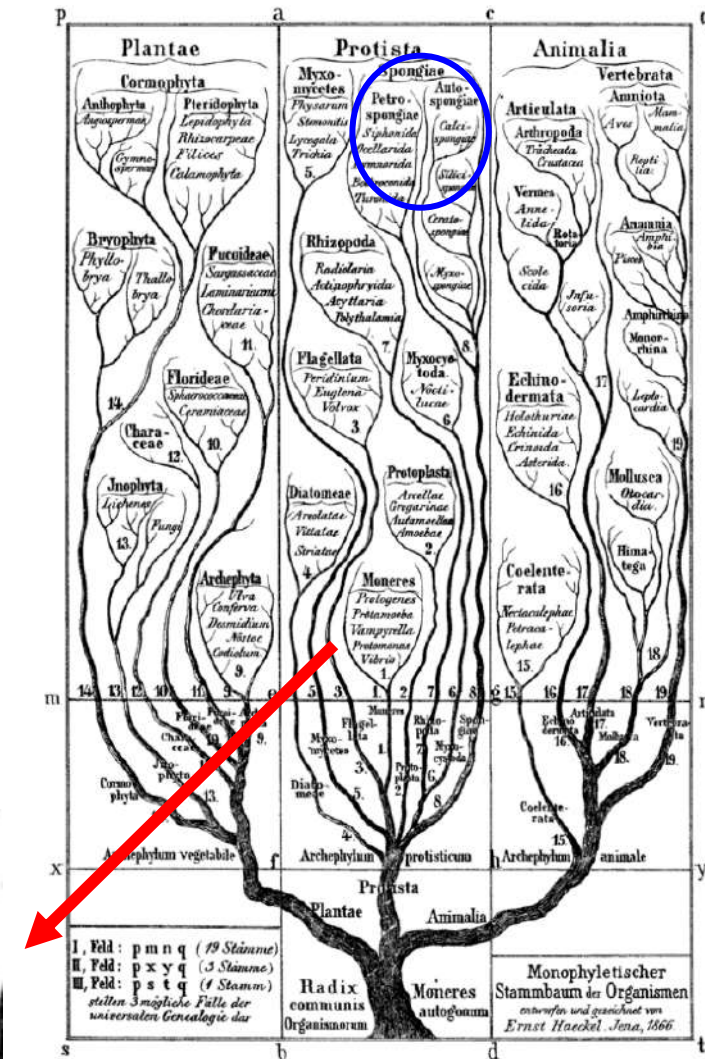
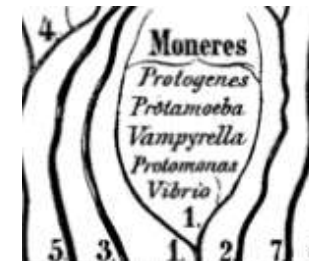
Ernst Haeckel
(1834-1919)

https://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel



Édouard Chatton
(1883-1947)

https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89douard_Chatton



Histórico da classificação de Protista

Linha temporal

- Robert Whittaker (1969)

Incluiu os Protistas em Eukarya
 Propôs o Reino Fungi (retirando de Protista)
 Propôs o esquema classificatório de 5 reinos em 1969

- Lynn Margulis & Karlene Schwartz (1980)

Reino Protocista
 Inclusão de algas multicelulares
 Reino Plantae = apenas plantas terrestres

- Thomas Cavalier-Smith (1998)

Redelimitação dos Reinos de Eucariota
 Protozoa, Chromista, Bacteria, Fungi, Plantae, Animalia



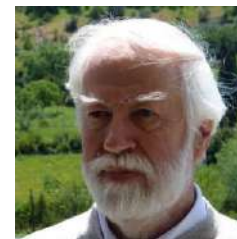
Robert Whittaker
(1920-1980)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Whittaker_\(ecologist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Whittaker_(ecologist))



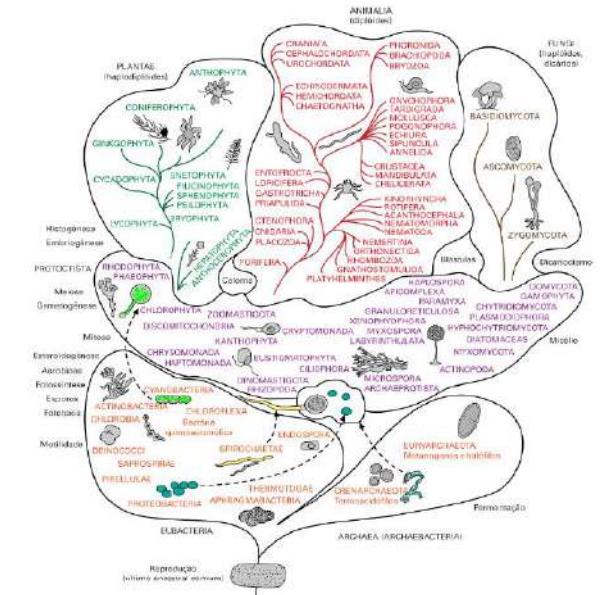
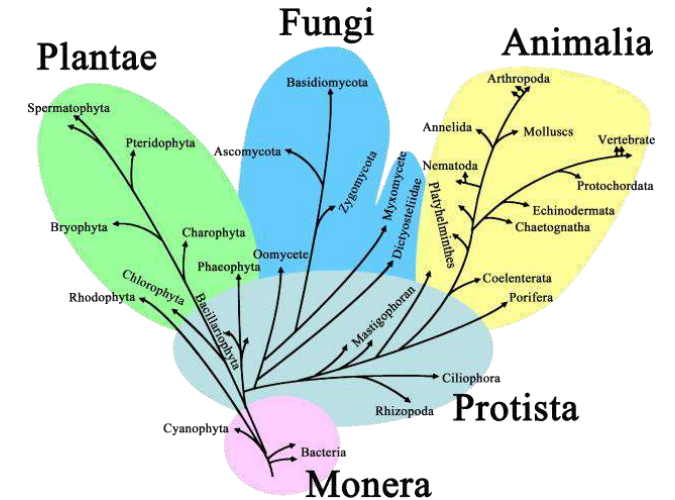
Lynn Margulis
(1938-2011)

https://en.wikipedia.org/wiki/Lynn_Margulis



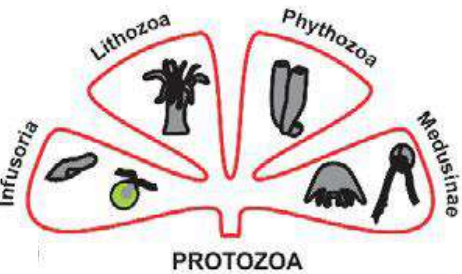
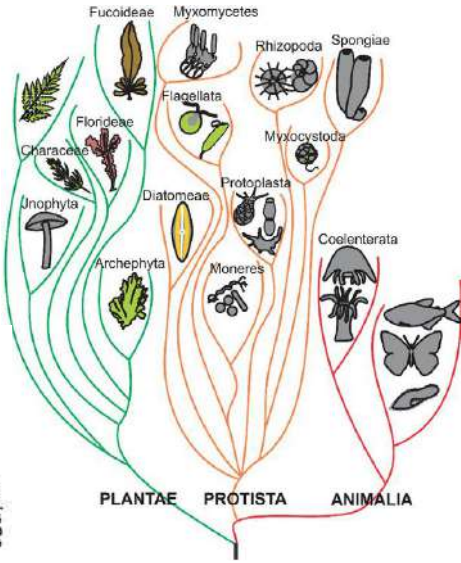
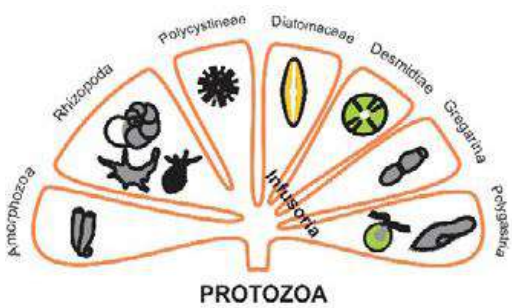
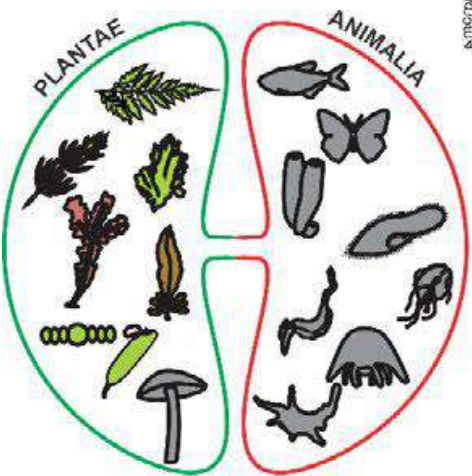
Thomas Cavalier-Smith
(1942-2021)

https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Cavalier-Smith

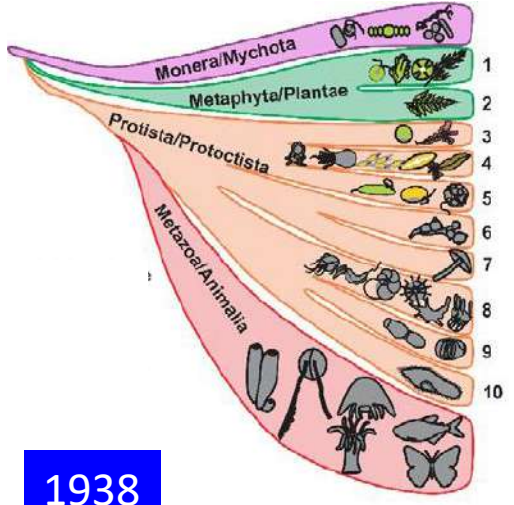


Histórico da classificação de Protista

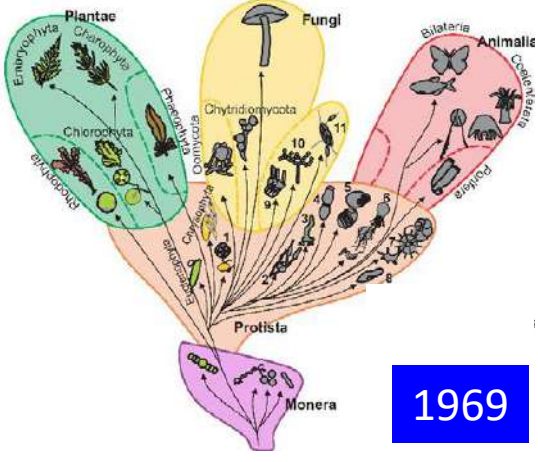
1758-1860



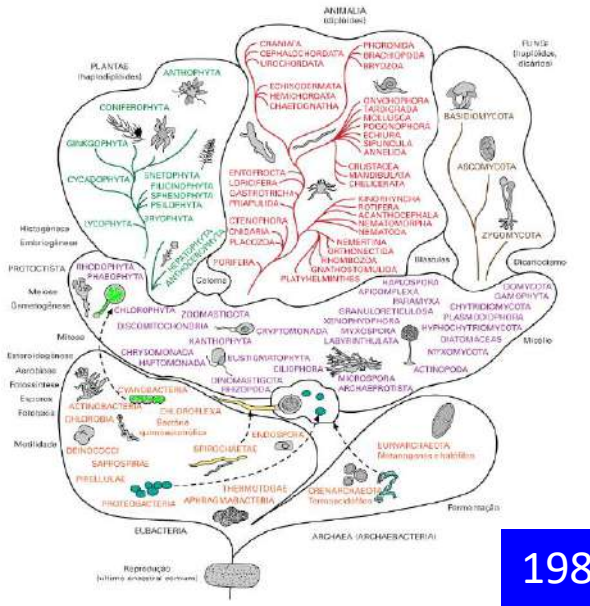
1866



1938



1969



1980

TABLE 11
Simplified six-kingdom classification of living organisms

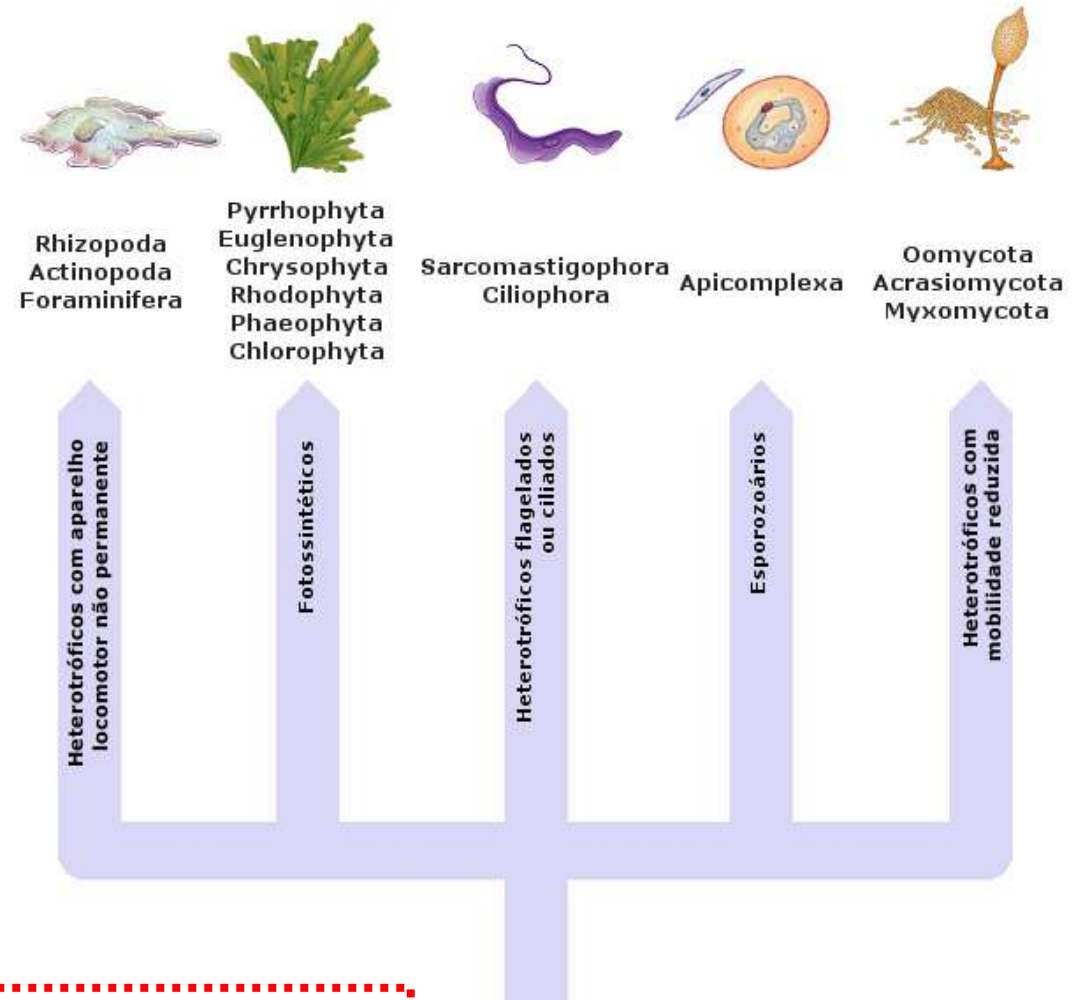
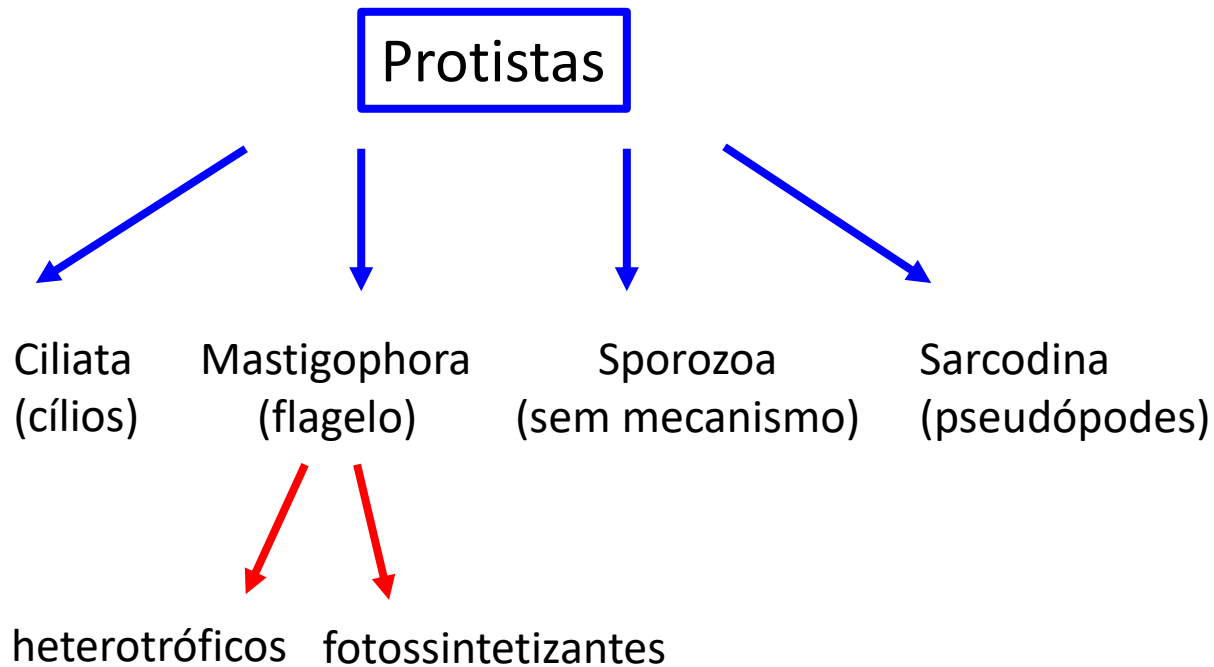
Superkingdom	Kingdom	Subkingdom
1. Prokaryota	1. Bacteria	1. Eubacteria
		2. Archaeobacteria
2. Eukaryota	1. Fungi	1. Eufungi
		2. Ciliofungi
	2. Animalia	1. Parazoa
		2. Mesozoa
	3. Protista	1. Metazoa
4. Plantae	1. Protozoa	
	2. Euglenozoa	
5. Chromista	1. Biliphyta	1. Viridiplantae
		2. Cryptophyta
		2. Chromophyta

2000

Classificação entre os Protista

- Século 20

Padrões de classificação para os protistas de acordo com meios de locomoção e tipo de alimentação



Não refletem as relações evolutivas

O Reino Protista: o que é ser um Protista?

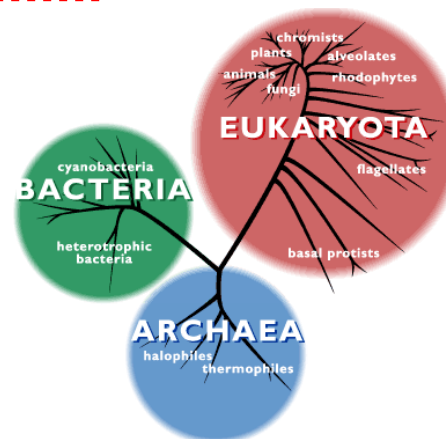
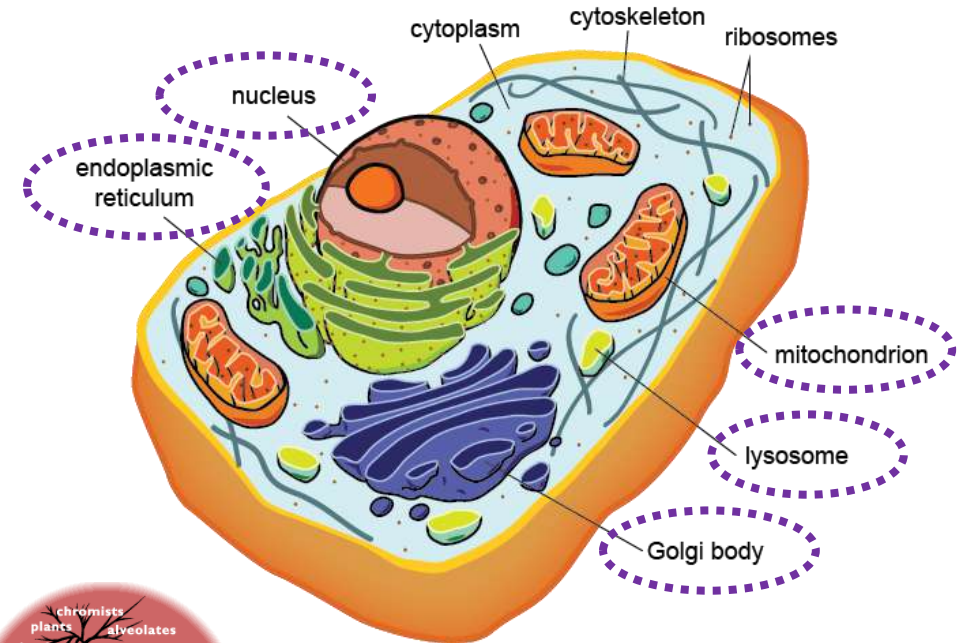
Organismos com núcleo definido

Mitocôndrias

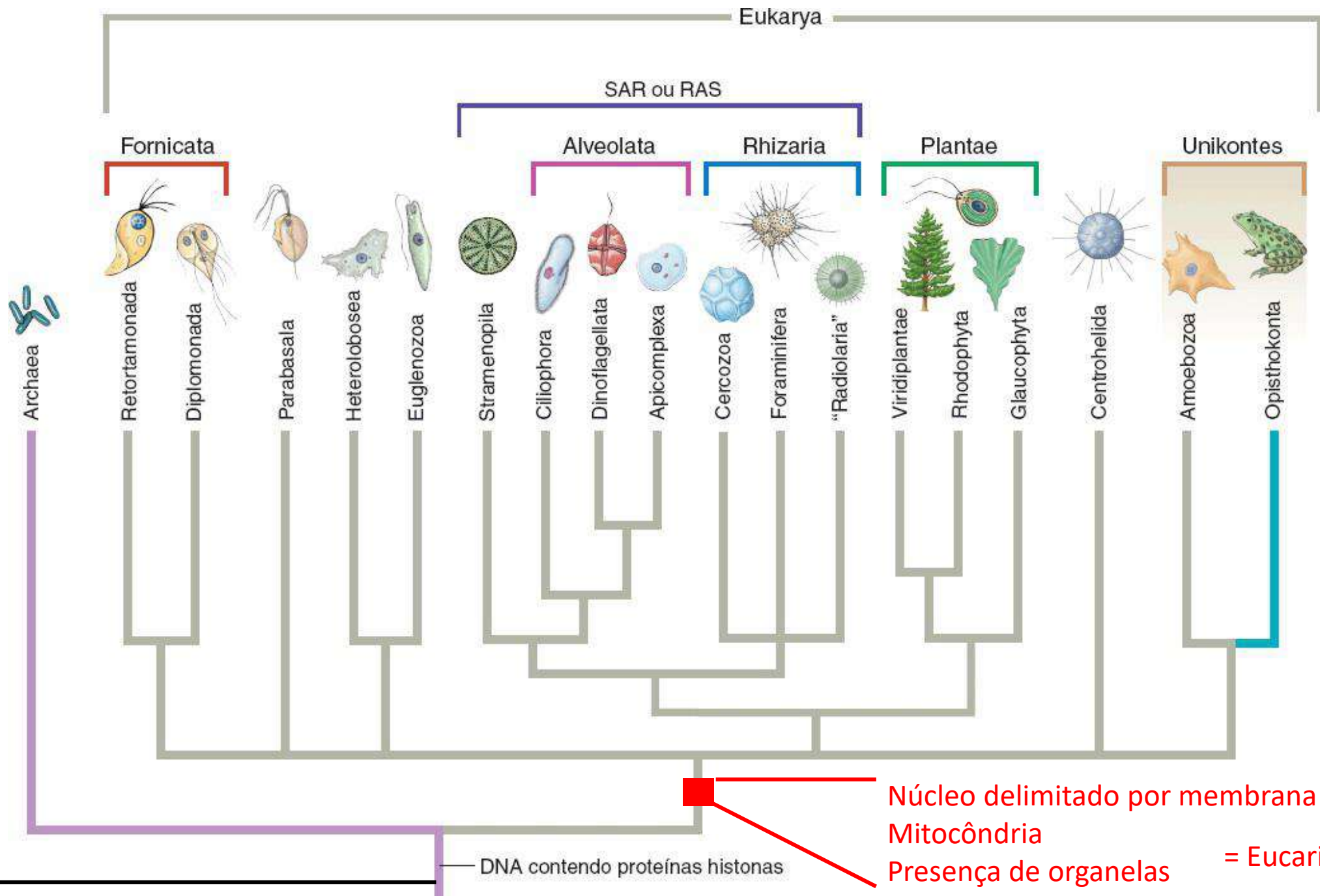
Organelas: lisossomas, vacúolos
complexo de golgi

Citoesqueleto

= Eucarioto
(um dos três domínios)



Bacteria



Reino Protista: origem e evolução

Há 2.5 milhões de anos o primeiro evento de endossimbiose

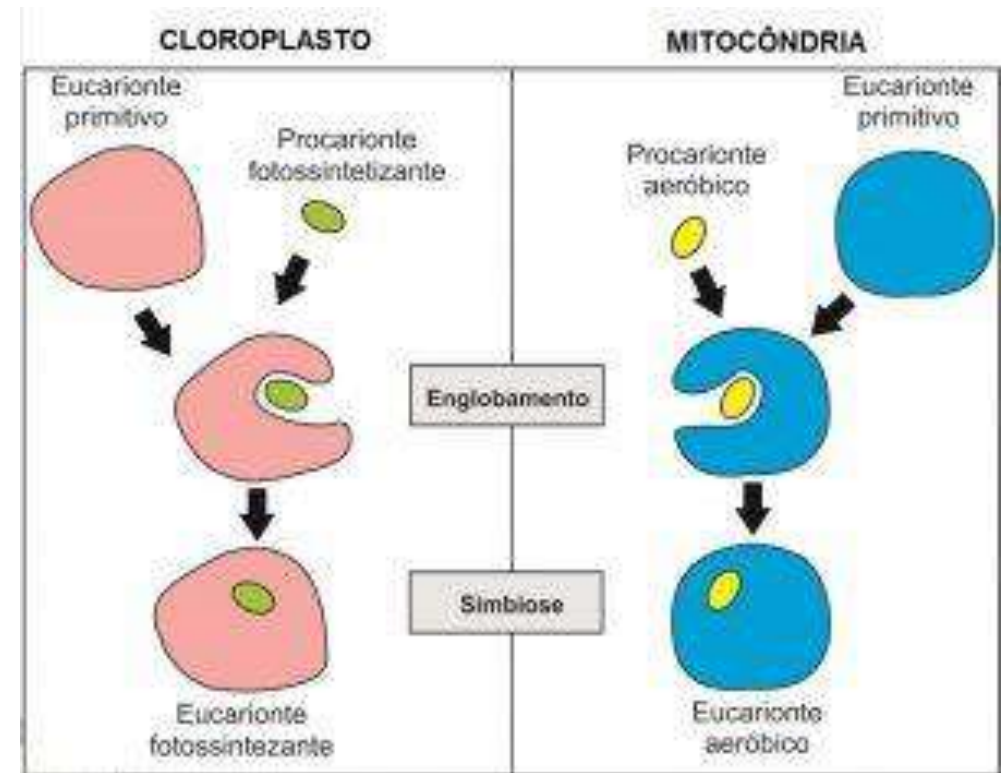
= Origem dos Eucariotos

Teoria Endossimbiótica

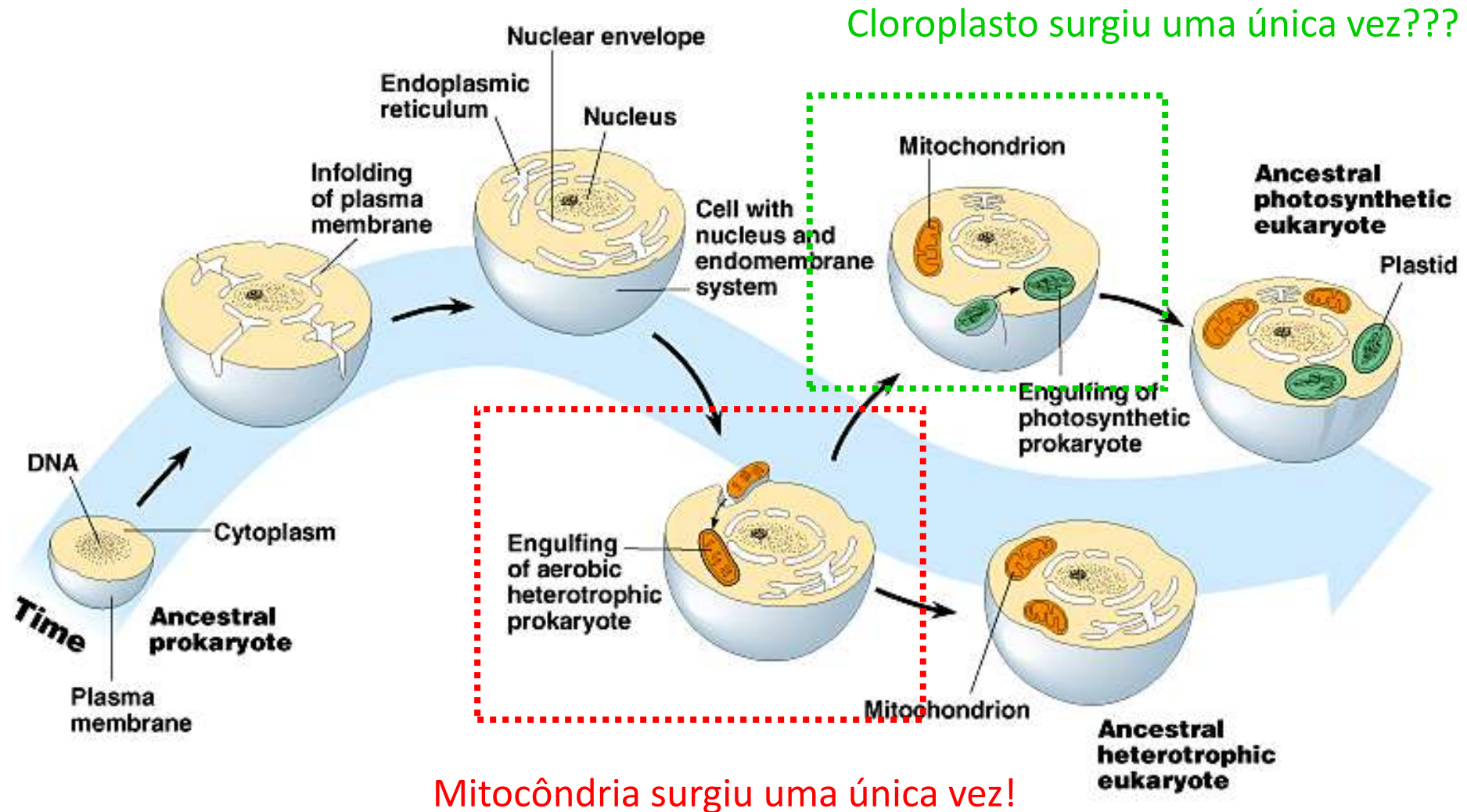
organismo unicelular englobando outro

Origem das mitocôndrias

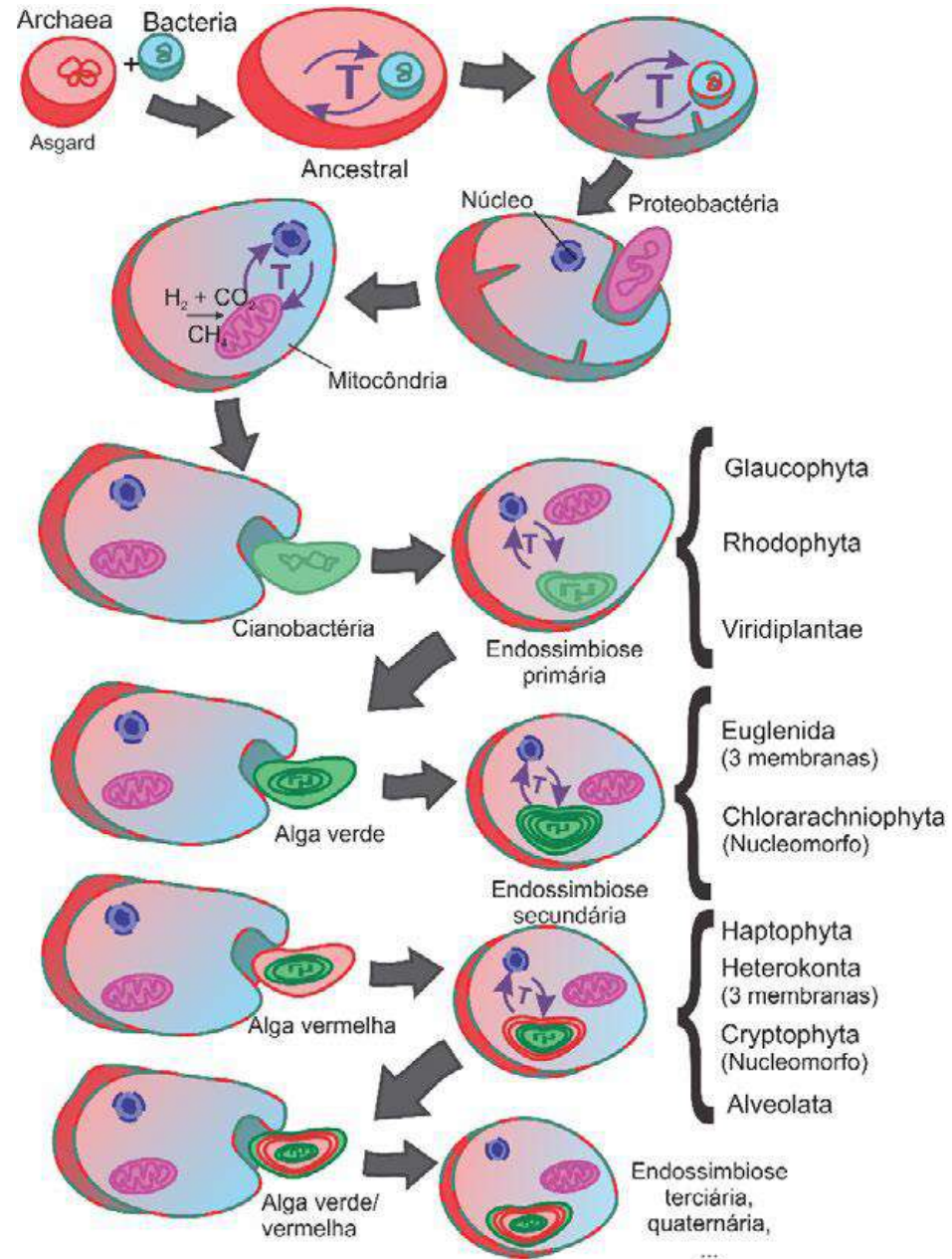
Origem dos cloroplastos

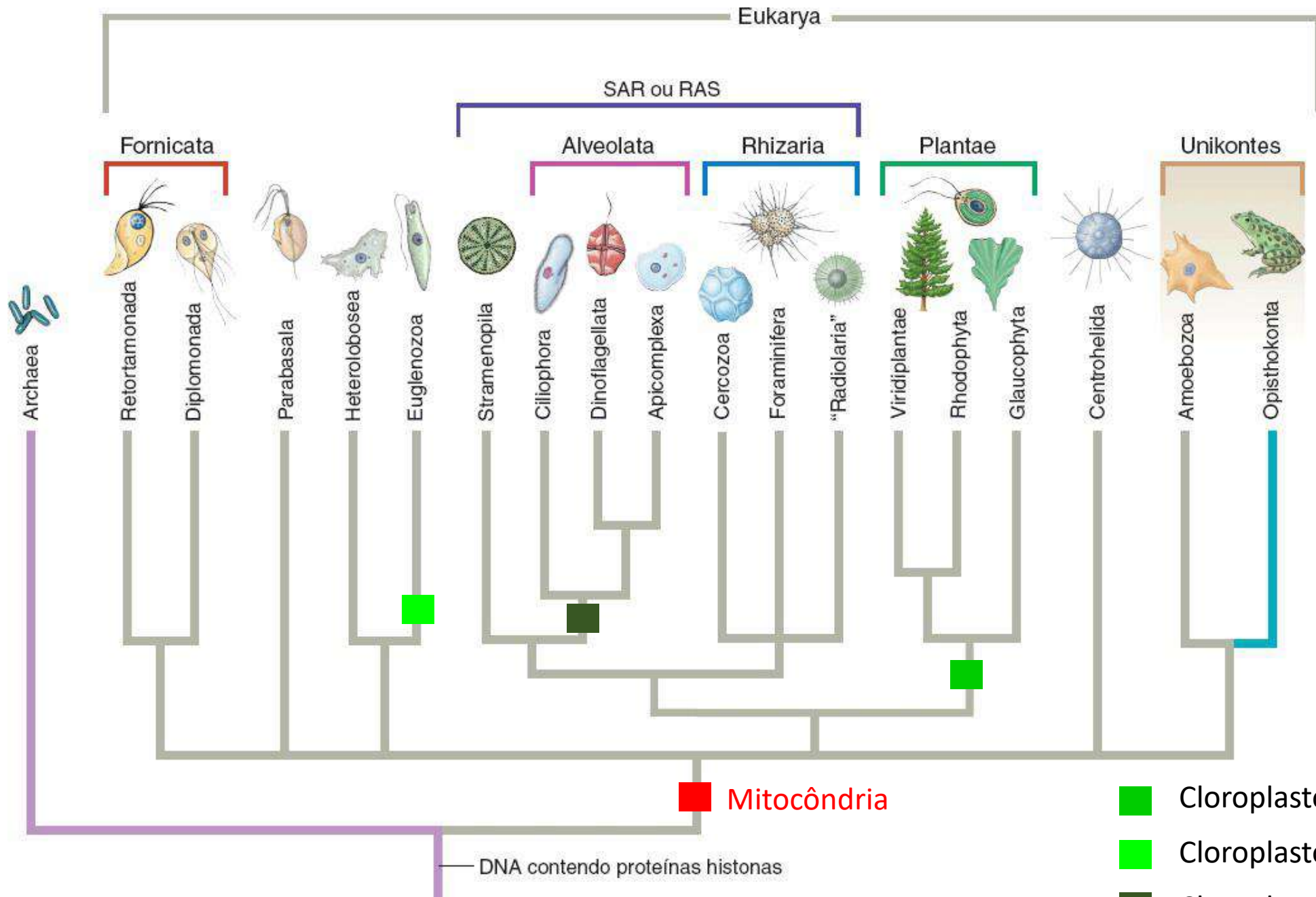


Reino Protista: origem e evolução



Tempo





O Reino Protista: o que é ser um Protista?

Organismos com núcleo definido

Mitocôndrias

Organelas: lisossomas, vacúolos
complexo de golgi

Citoesqueleto

= **Eucarioto**
(um dos três domínios)

Cloroplasto

Cloroplastos primários

Cloroplastos secundários

Cloroplastos terciários (...)

= **Depende (não é exclusivo de todos os Protistas)**
Em Plantae, Alveolata, Euglenida

Exclusivamente unicelulares?

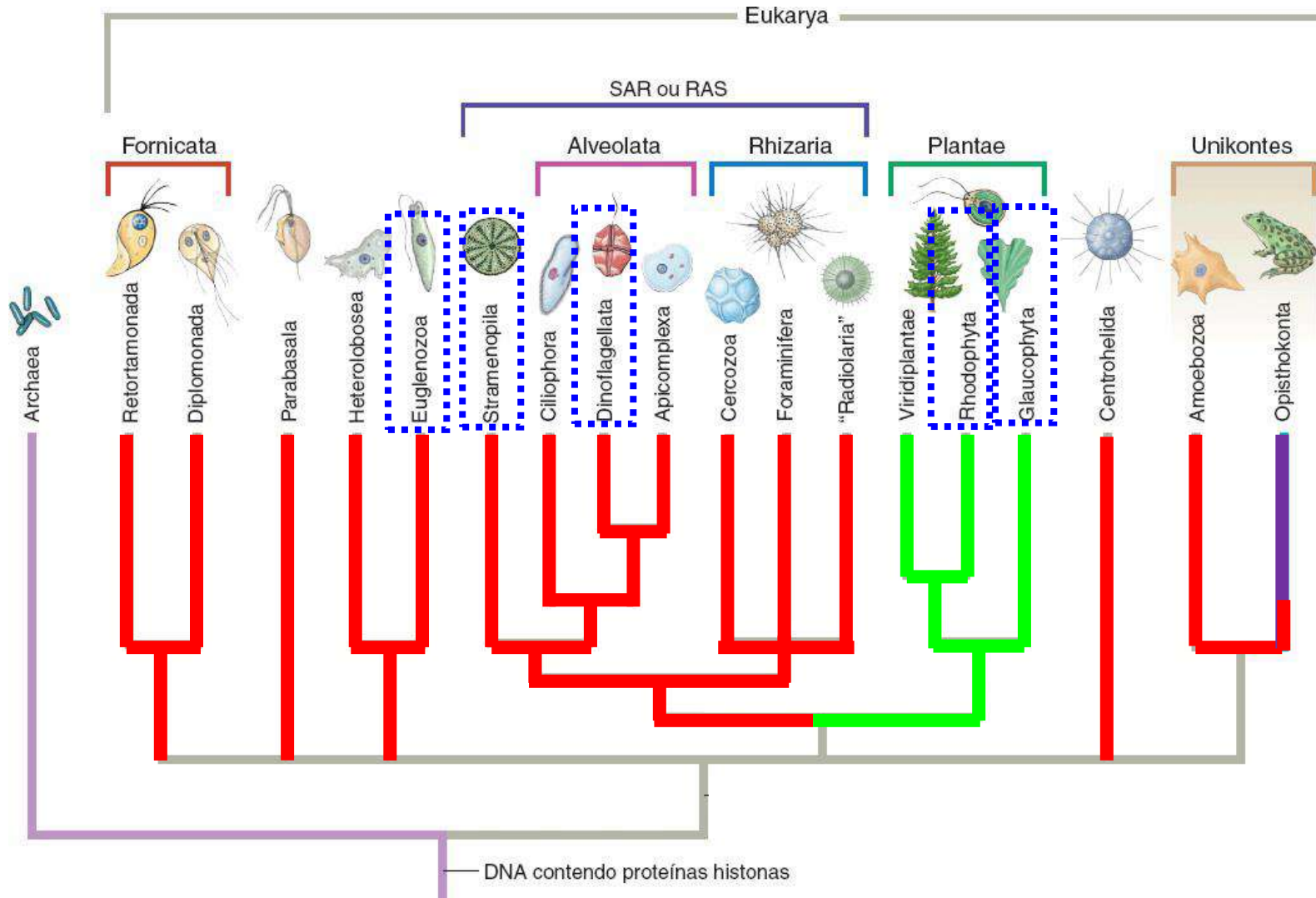
Sem desenvolvimento embrionário?

“Protista”

O nome não tem significado biológico e evolutivo! Refere-se a eucariotos unicelulares (maioria)

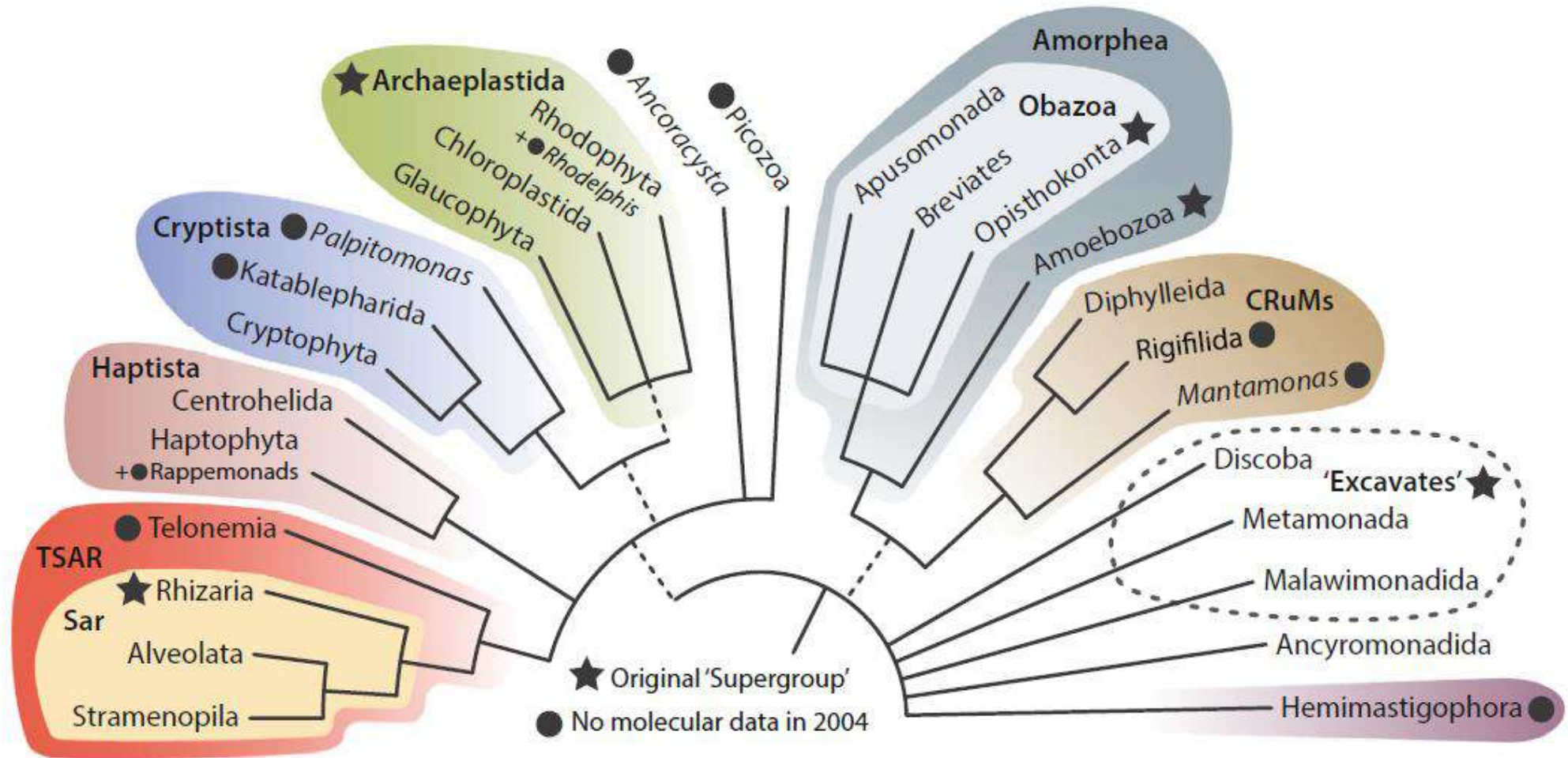
“Algas”

O nome não tem significado biológico e evolutivo! Refere-se a eucariotos unicelulares e pluri- fotossintetizantes



Solução?

Classificação em super grupos!



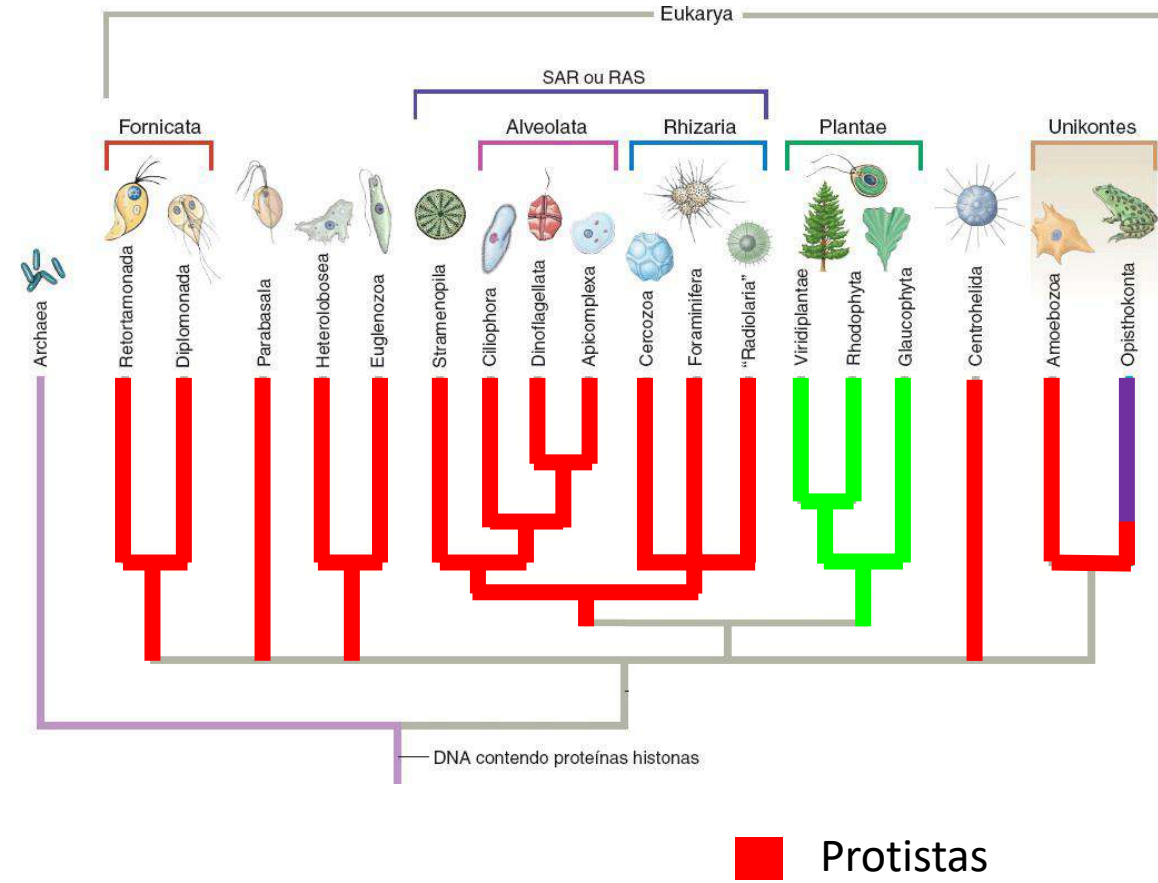
Trends in Ecology & Evolution

Os Protistas

Cerca de 50.000 espécies descritas
Diversidade maior? Com certeza

Características:

- Eucariotos (núcleo delimitado por membrana)
- Presença de mitocôndrias
- Demais organelas envolvidas por membrana
- Maioria unicelular (há formas coloniais e multicelulares)
- Não tem desenvolvimento embrionário com blástula
- Mais de 30 espécies vivendo com o ser humano



Características gerais: estrutura corporal

- Eucariotos
- Uma única célula com todas as funções
- Unicelulares (e raramente coloniais e pluricelulares)
- Organismos com pequenas dimensões
- Não há mecanismos regulatórios e de circulação que permitam grandes tamanhos corporais

Tamanho corporal

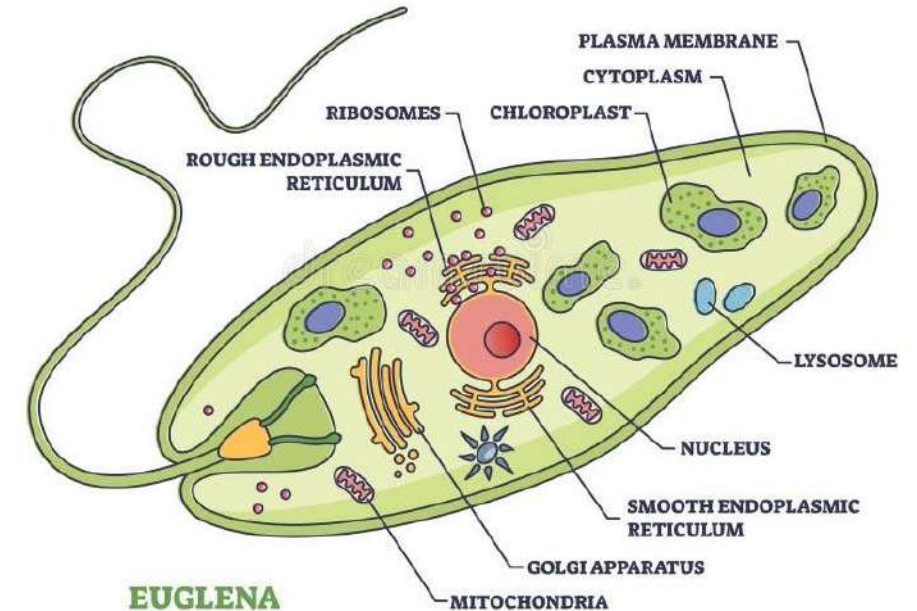
Unicelulares

Microscópicos: 2 à 250 μm (ou 0,002 à 0,25 mm)

Maiores: 6 à 7 mm (dinoflagelados e foraminífera)

Pluricelulares

Algas pardas alcançam até 50 metros!



Outras estruturas presentes:

Flagelos e cílios (locomoção e alimentação)

Vacúolos contráteis

Mucocistos

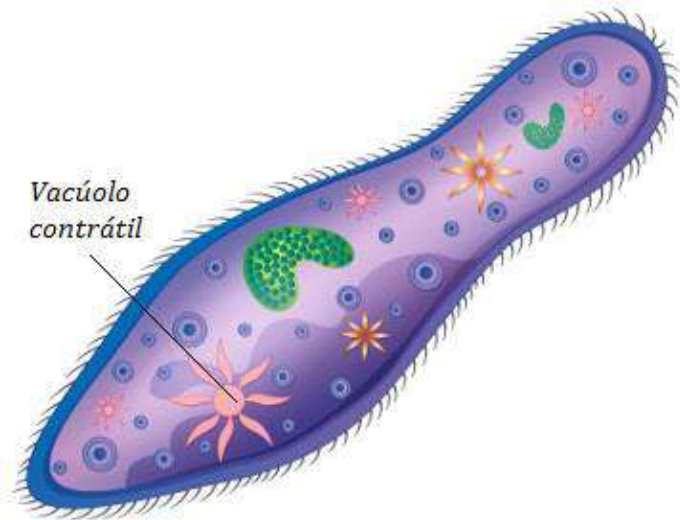
Extrussomos

Secreção de carapaças e esqueletos

Características gerais: regulação osmótica

Vacúolo contrátil

- Em ambientes com menos solutos em relação ao conteúdo corporal
- Formação de vesículas para expulsão do excesso de água
- Manutenção do volume interno
- Manutenção da concentração interna de solutos



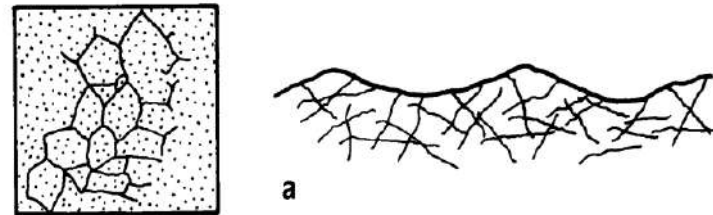
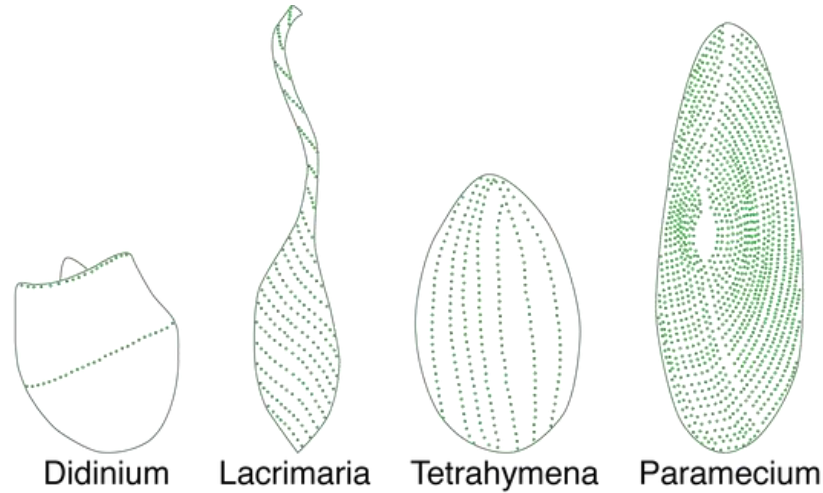
Paramecium sp.

Características gerais: sustentação

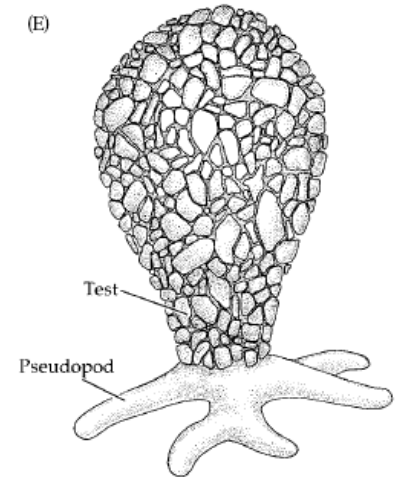
Citoesqueleto

1. Microtúbulos de tubulina e microfilamentos de actina
2. Proteínas que forma uma rede intrincada

- Manutenção da forma
- Transporte interno
- Defesa
- Alimentação
- Locomoção



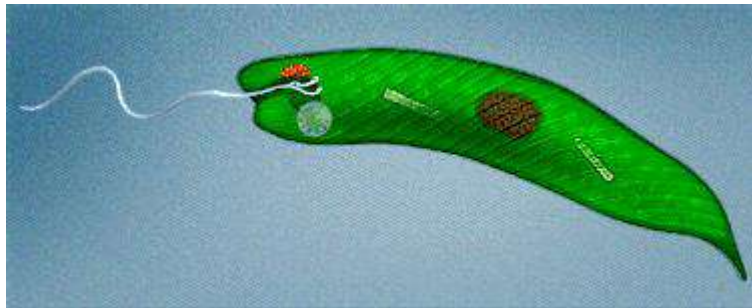
Carapaças



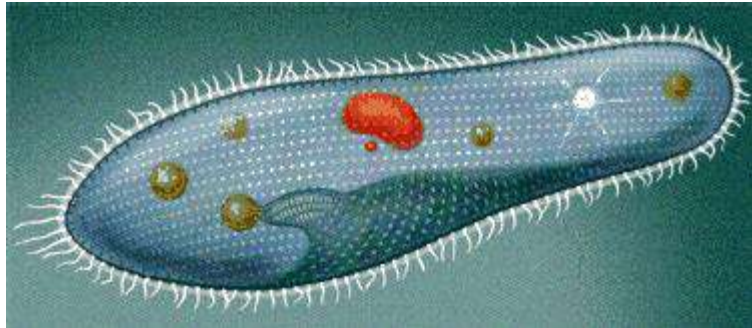
Características gerais: locomoção

Flagelos
Cílios
Pseudópodes

Flagelos



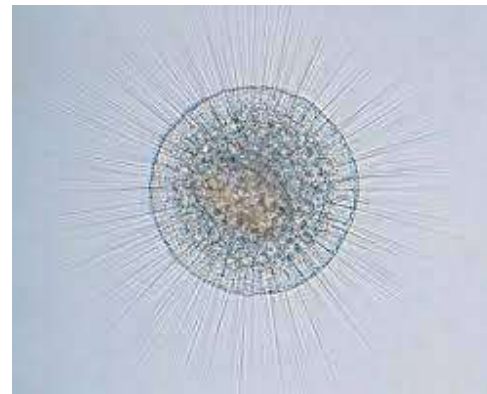
Cílios



Lobópodes



Axópodes



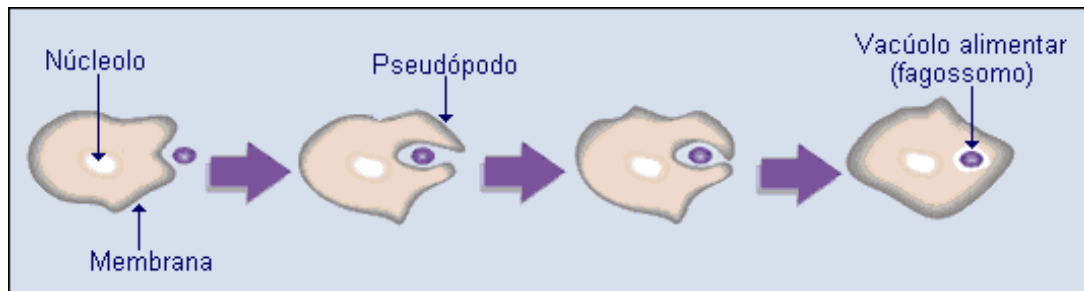
Reticulópodes



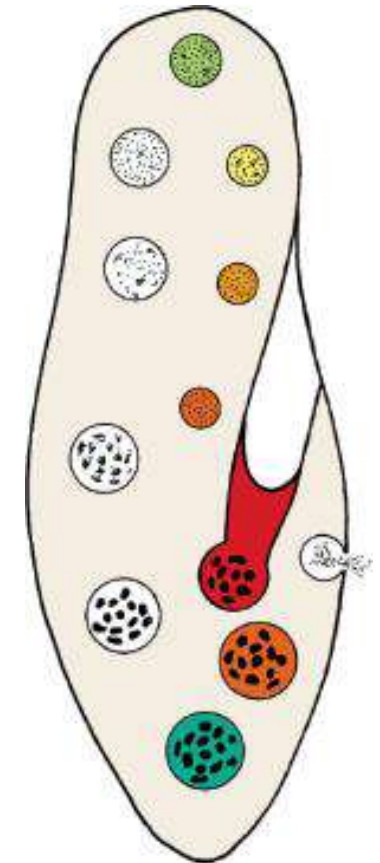
Características gerais: alimentação

- Capacidade de englobar e internalizar partículas e outras células
- Diferentes nichos alimentares
- Predação, parasitas, heterotróficos e fotossintetizantes facultativos
- Flagelos, cílios e pseudópodes cumprem papel importante

Digestão em um vacúolo alimentar

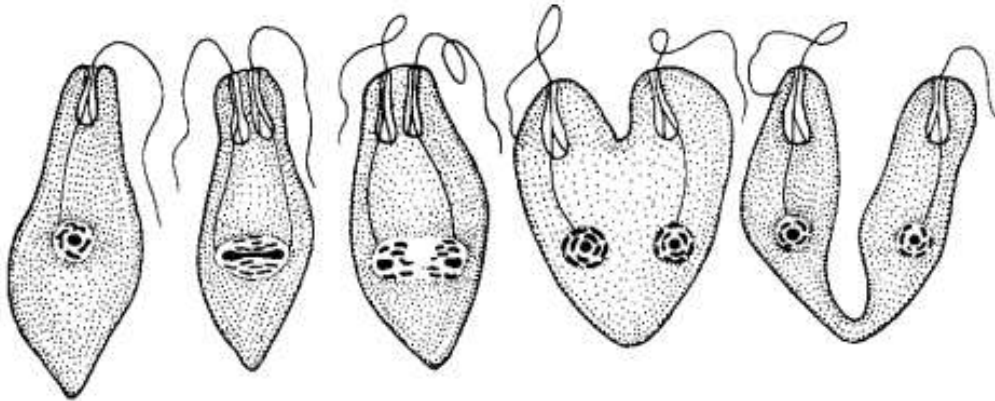


cílios

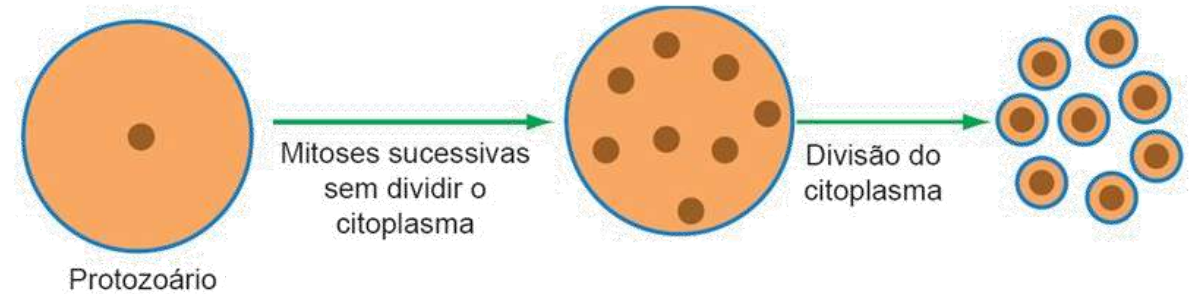


Características gerais: reprodução assexuada

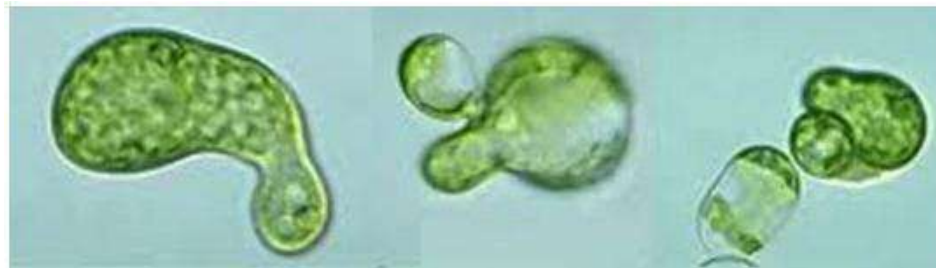
Fissão binária



Fissão múltipla



Brotamento

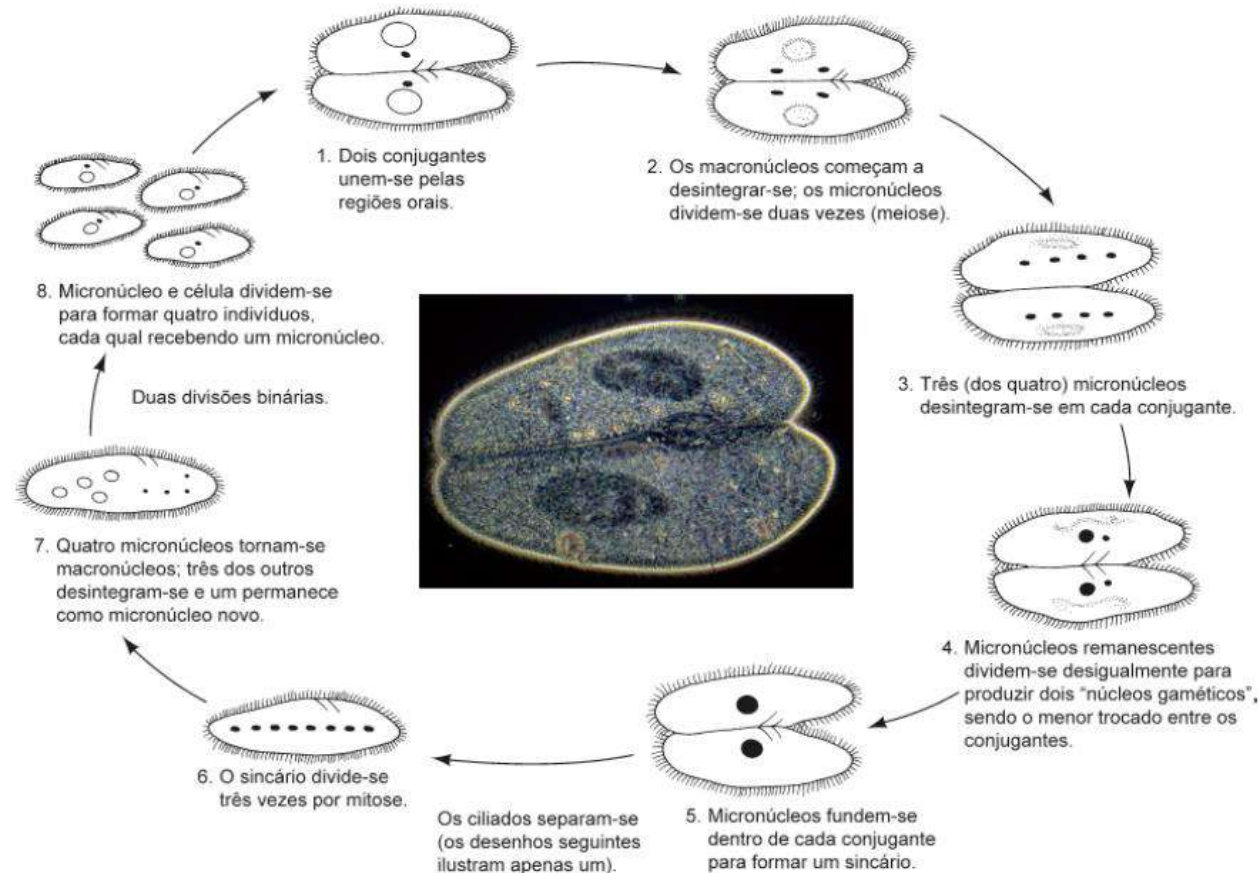


Características gerais: reprodução sexuada

Recombinação genética

Redução de uma condição diploide para uma condição haploide

Conjugação

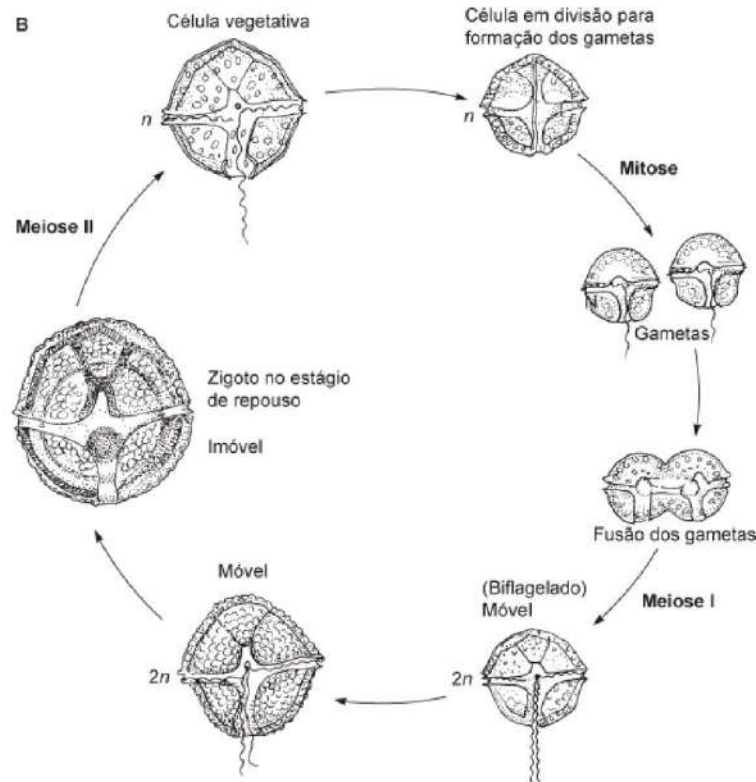
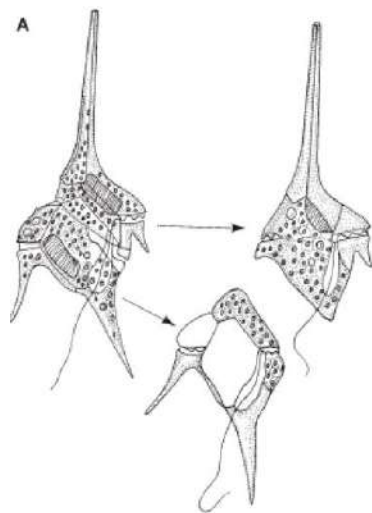


Características gerais: reprodução sexuada

Recombinação genética

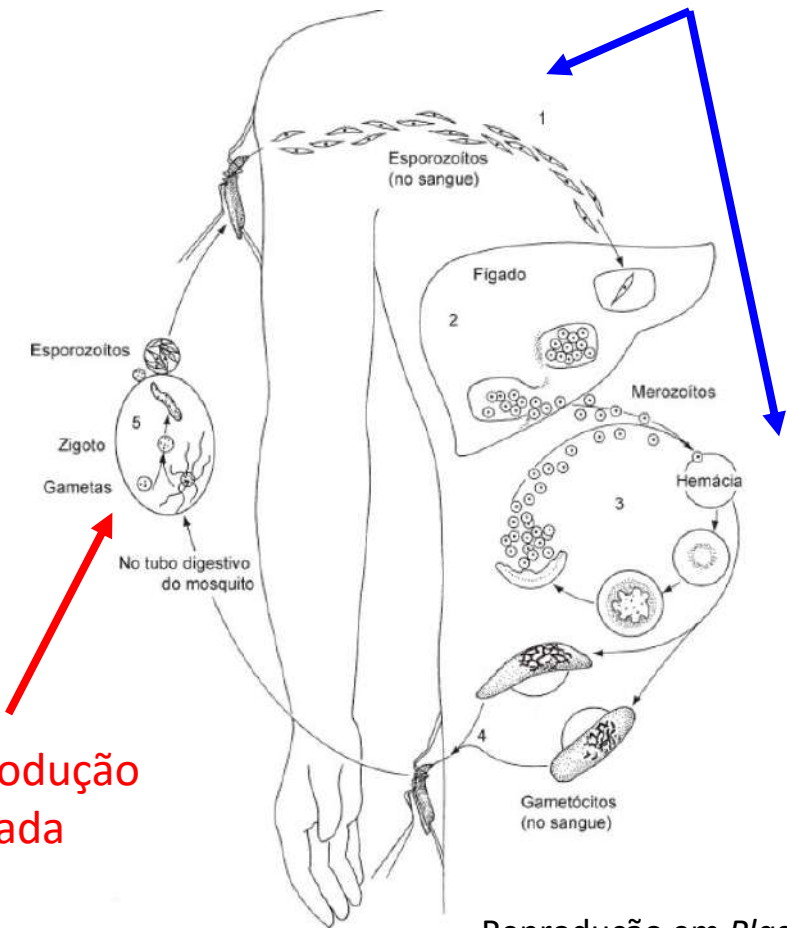
Redução de uma condição diploide para uma condição haploide

Singamia



Reprodução em Dinoflagelado

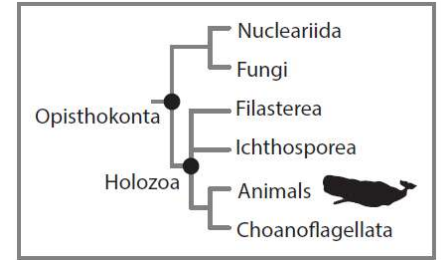
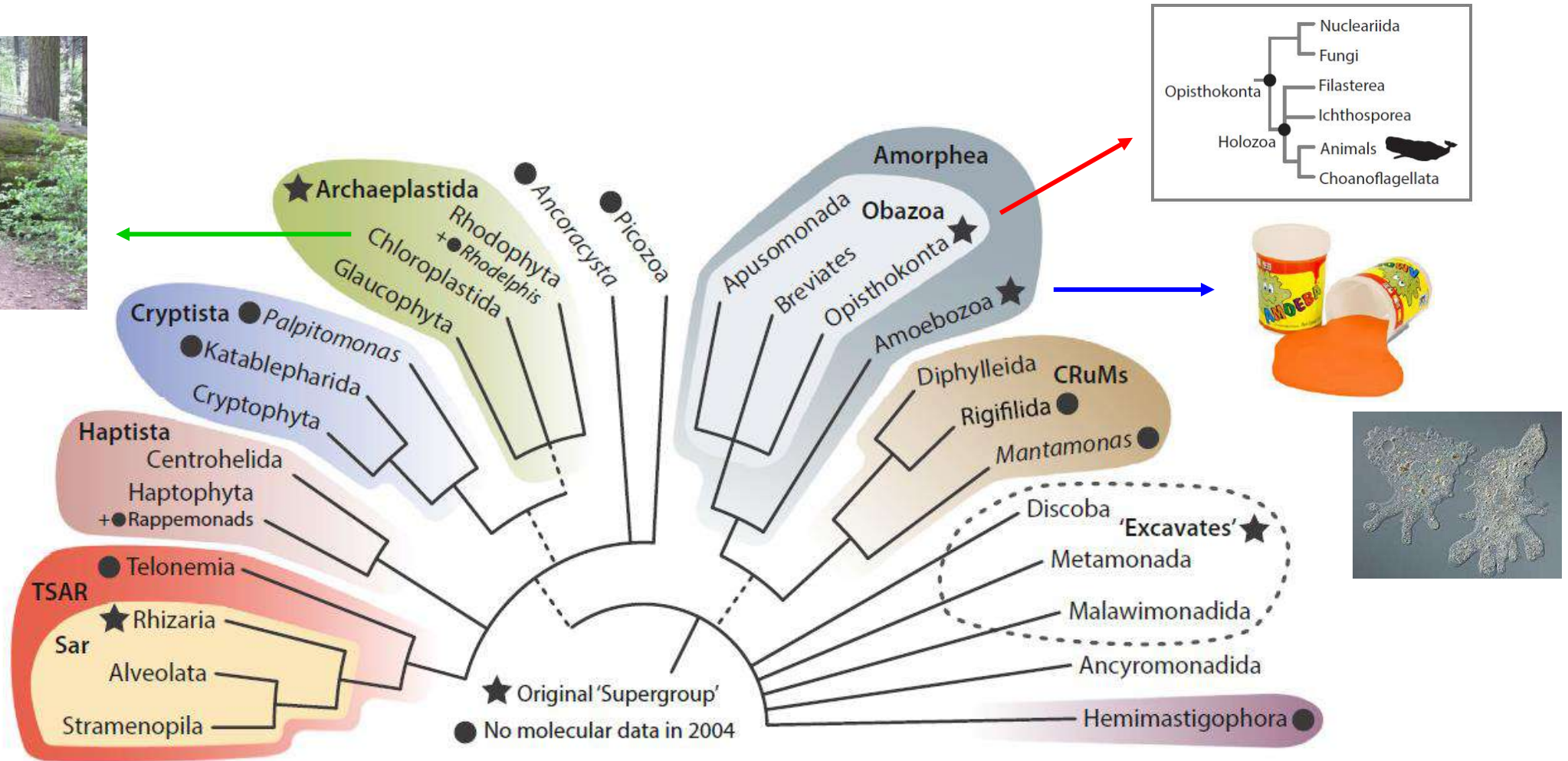
Reprodução assexuada



Reprodução sexuada

Reprodução em *Plasmodium*

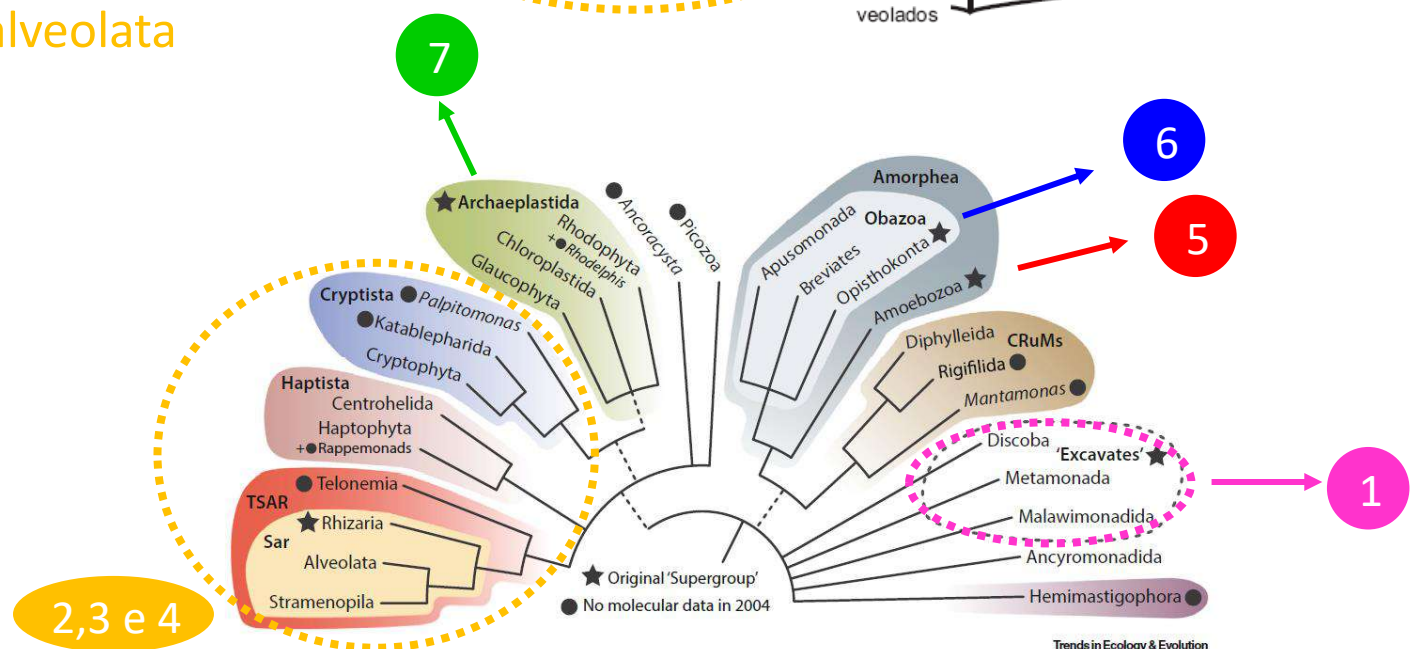
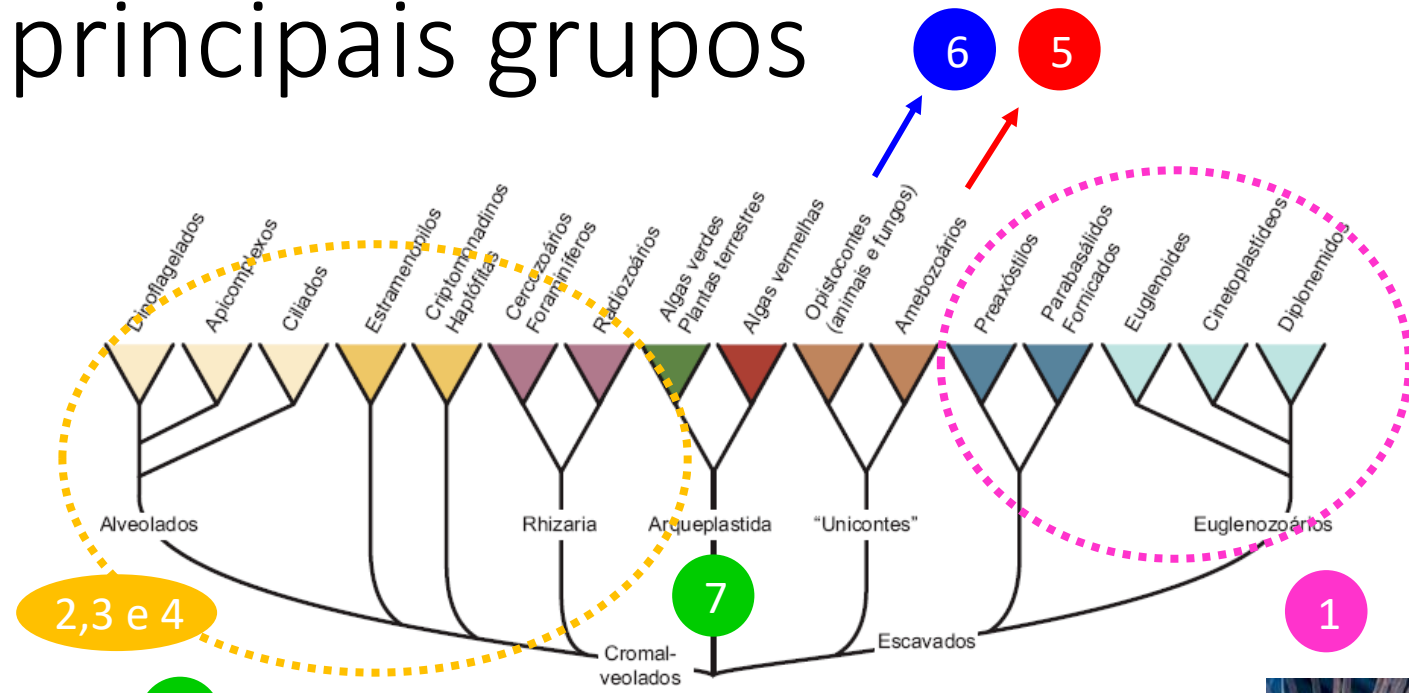
Protistas e demais reinos: classificação atual



Classificação atual: principais grupos

Eucariotos:

1. "Excavata"
2. Haptista
3. Cryptista = Chromoalveolata
4. SAR
5. Amebozoa
6. Opisthokonta
7. Archaeplastida = Plantae



“Excavata”

Diversidade: ~2.000 espécies

Grupo com muitas formas e biologies diferentes

Flagelados heterotróficos e mesmo dentro dos grupos parasitas há membros heterotróficos

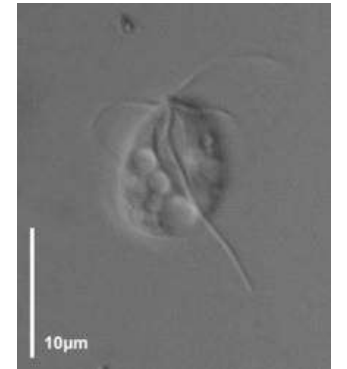
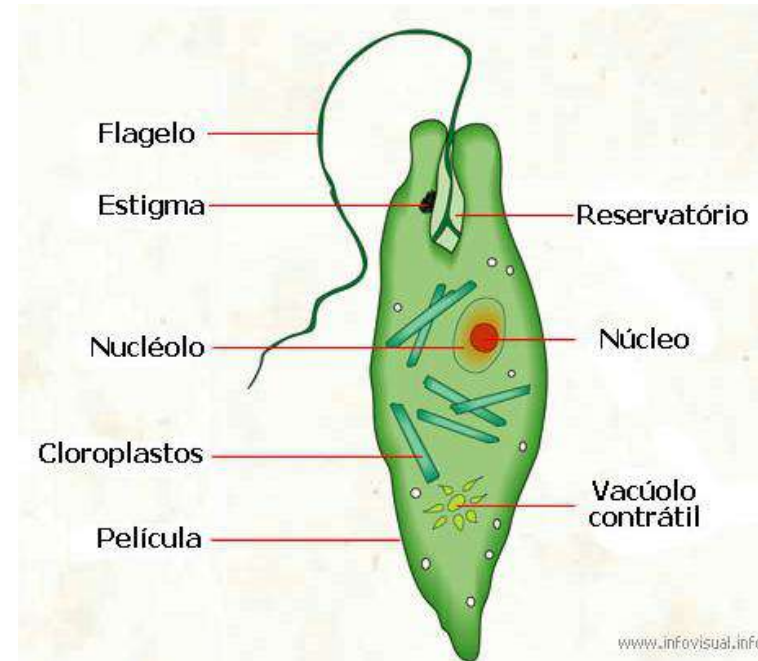
Excavata podem possuir mitocôndrias reduzidas ou altamente modificadas, como nos Parabasalida e nos Diplomonada

Escavação = sulco alimentar (um cistóstoma ou “boca”)

Pouco suporte como um grupo natural

+30 espécies causadores de doenças no ser humano

Acreditava-se que Excavata era irmão dos demais Eucariotos (ausência da mitocôndria)



Trimastix sp.



Giardia sp.



“Excavata”

GALILEU

REVISTA DIGITAL NOTÍCIAS MEIO AMBIENTE CULTURA SAÚDE

SAÚDE

O que é a ameba comedora de cérebro que matou menina nos EUA

Protozoário 'Naegleria fowleri' é encontrado no solo e na água. Taxa de fatalidade é de 97%

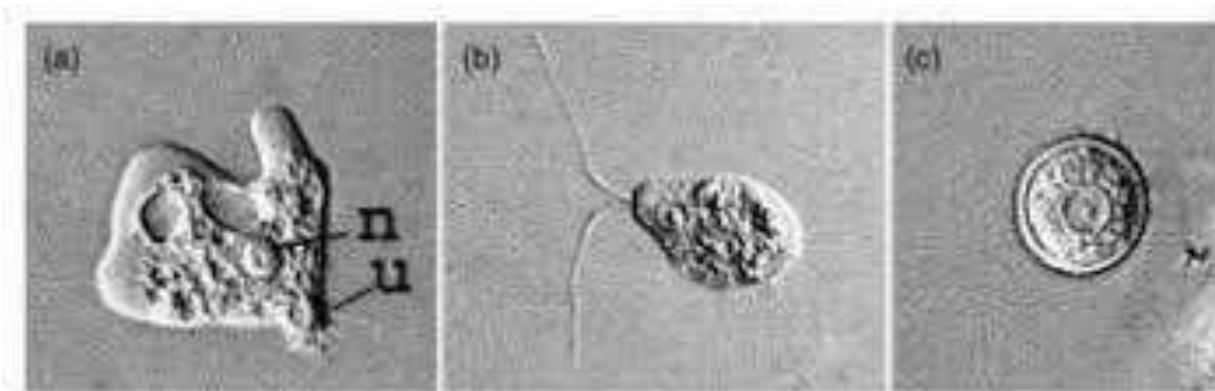
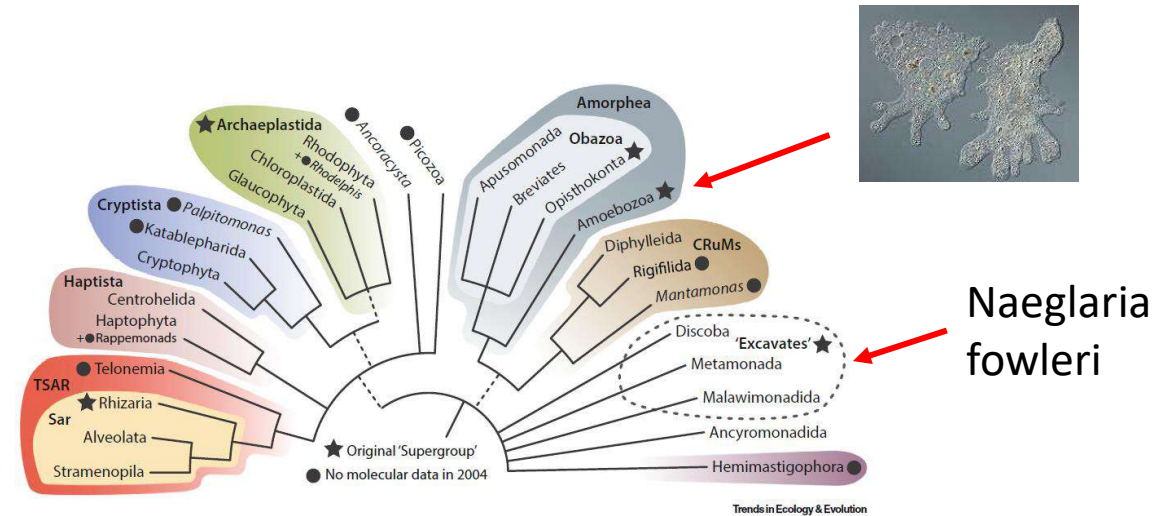
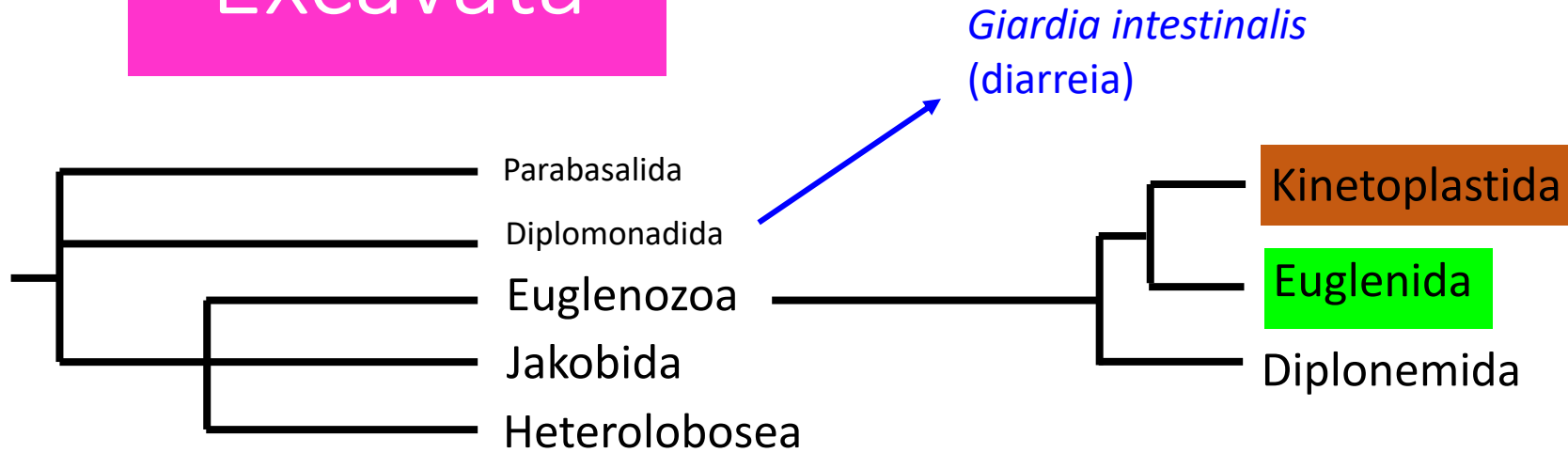


Figura 3. Microfotografia óptica de trofozoito ameboide (a), trofozoito flagelado (b) e cisto (c) de Naegleria fowleri. As letras “n”



“Excavata” -> Discoba -> Filo Heterolobosea -> Naegleria fowleri

“Excavata”

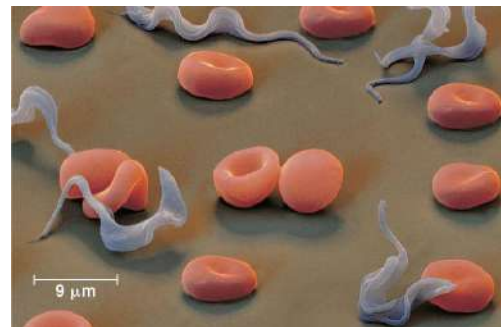


- Mitocôndria única, com cristas discóides
- Dois flagelos ligados por bastões paraxiais
- Citóstoma junto à base dos flagelos

“Ameba” comedora de cérebros

Kinetoplastida

Diversidade: 600 espécies
Maioria parasitas
Cinetoplasto
Flagelo posterior -> membrana ondulante



Trypanosoma sp.

Euglenida

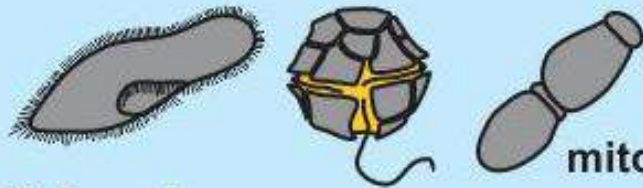
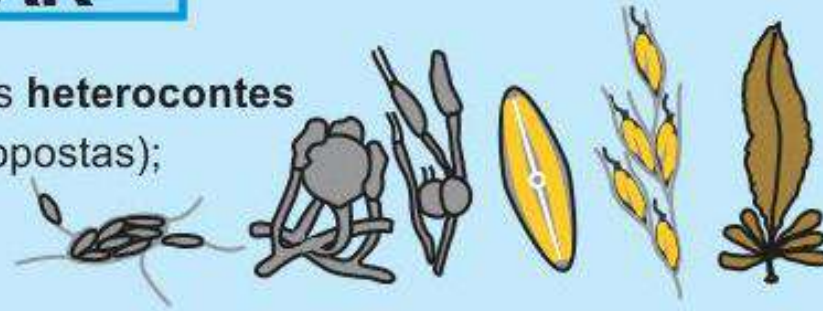
Diversidade: 1000 espécies
Vida livre
Heterotróficos ou autotróficos



SAR

Stramenopiles

células **biciliadas** (maioria); cílios anteriores **heterocontes** (mastigonemas tripartidos em duas fileiras opostas);
mitocôndrias com **cristas tubulares**;
cinetossomos com 4 **raízes tubulares**;



Rhizaria

pseudópodes finos (**reticulópodes**, **filópodes** ou **axópodes**) sustentados por microtúbulos;

Alveolata

alvéolos cortiais; fosseta ciliar ou micróporo;
mitocôndrias com **cristas tubulares** ou **ampuliformes**;



HAPTISTA

Haptonema ou axópodes;
escamas complexas
mineralizadas
(sílica ou calcário);



CRYPTISTA

Sem sinapomorfias designadas;
grupo do ancestral comum mais recente
de *Cryptomonas*, *Goniomonas*,
Kathablepharis e *Palpitomonas*.



= “Chromoalveolata”

“Chromoalveolata”

Diversidade: ~35.000 espécies

Maioria é unicelular, mas tem as algas pardas que são pluricelulares

Fotossintéticos ou não (como os Ciliata)

Pouco suporte como um grupo monofilético!

Considerado um grupo com base na origem secundárias dos plastídeos -> endossimbiose secundária com alga vermelha (Rhodophyta, grupo de Archaeplastida)

Alveolata

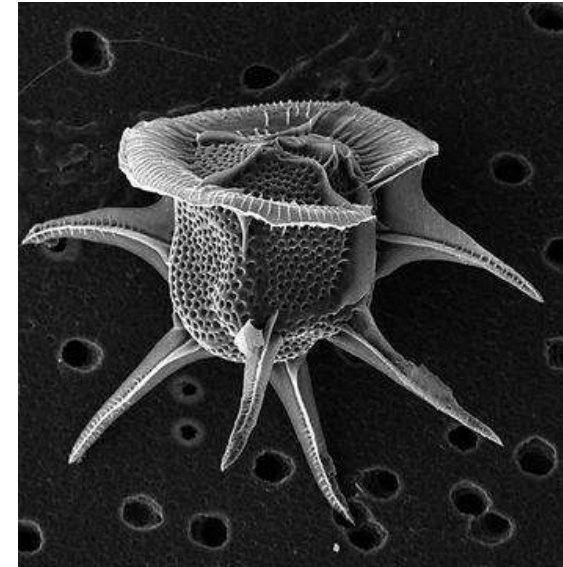
Stramenopila

Rhizaria

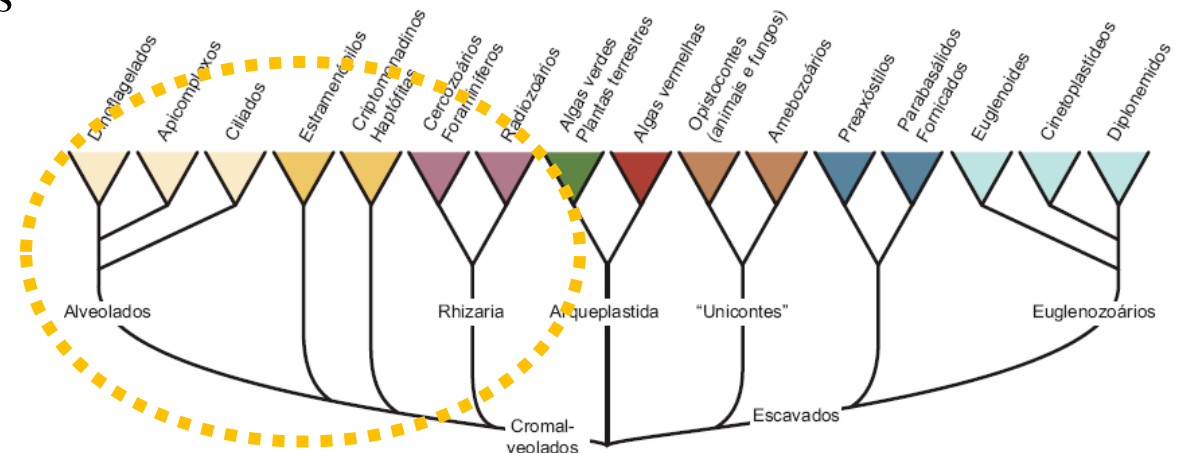
Haptophyta e Criptomonada



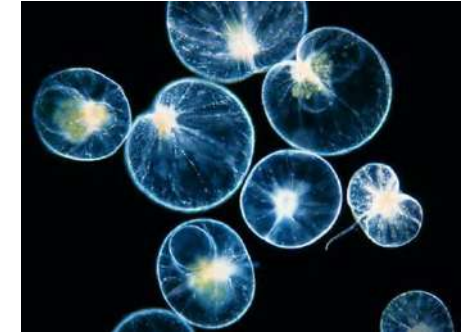
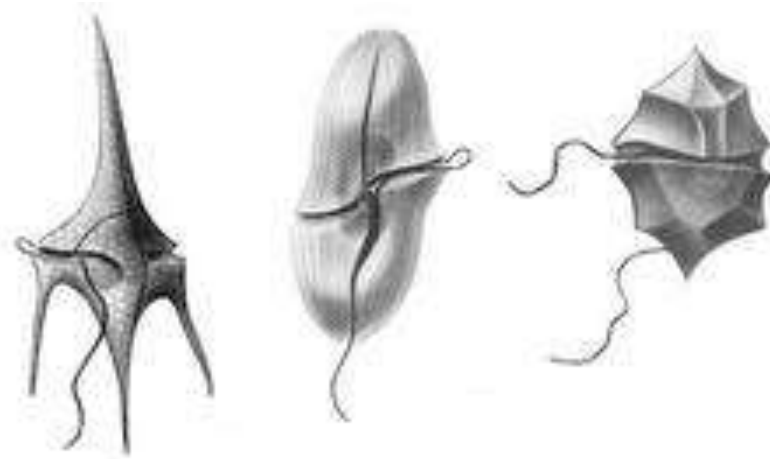
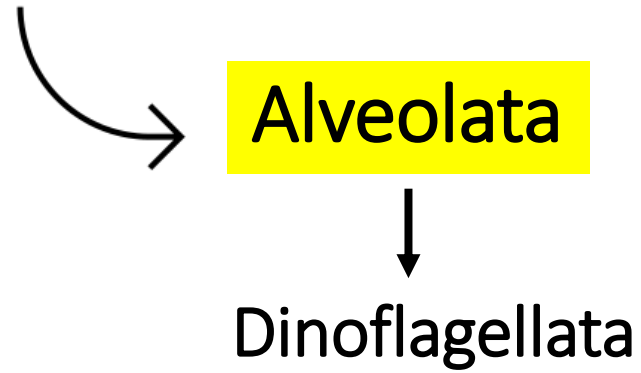
Ciliata - *Paramecium*



Dinoflagellata

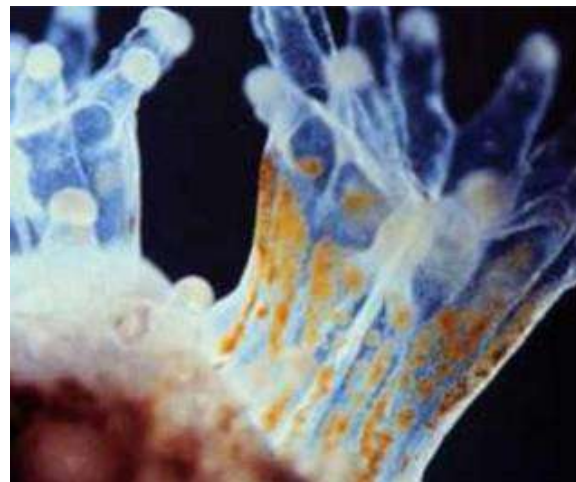


“Chromoalveolata”



Noctiluca sp.

- 4.000 espécies
- Fotossintéticos e heterotróficos
- Dois flagelos locomotores
- Placas celulósicas formam carapaça
- Clorofila a e c e outros pigmentos
- Alguns bioluminescentes
- 90% das espécies planctônicas



Zooxantelas - corais



Universidade de São Paulo - Sites > Departamento de Biologia Celular e Molecular e Bioagentes Patogênicos > Notícias
> 2019 > Maré vermelha traz microalga incomum e com potencial tóxico ao litoral de SP

Maré vermelha traz microalga incomum e com potencial tóxico ao litoral de SP



No dia 14 de março, mancha avermelhada foi registrada em imagens aéreas obtidas com um drone – Foto: Alvaro Migotto / Cebimar

A maré vermelha foi registrada nas praias de Guaecá e do Segredo, em São Sebastião, nos dias 13 e 14 de março, mas a concentração de *Margalefidinium* predominou no dia 14, quando chegou a 2 milhões de microrganismos por litro de água.

Notícias

Resultado de pesquisas em 2022

Resultado de pesquisas em 2021

Resultado de pesquisas em 2020

Resultado de pesquisas em 2019



Margalefidinium sp.

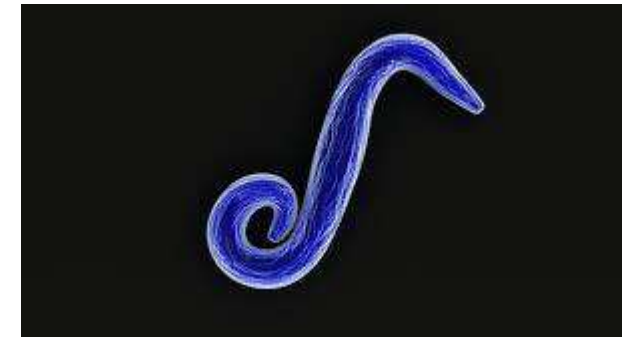
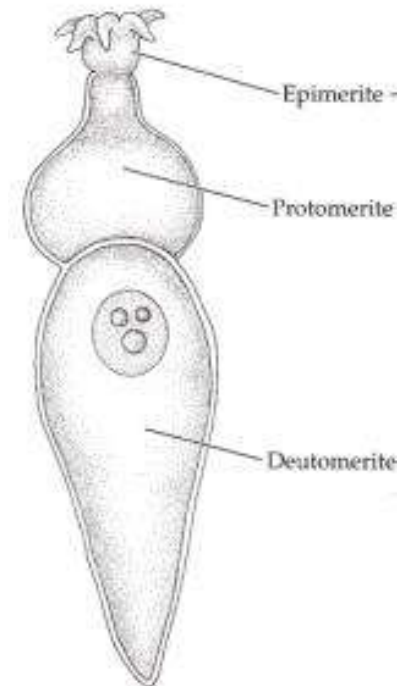
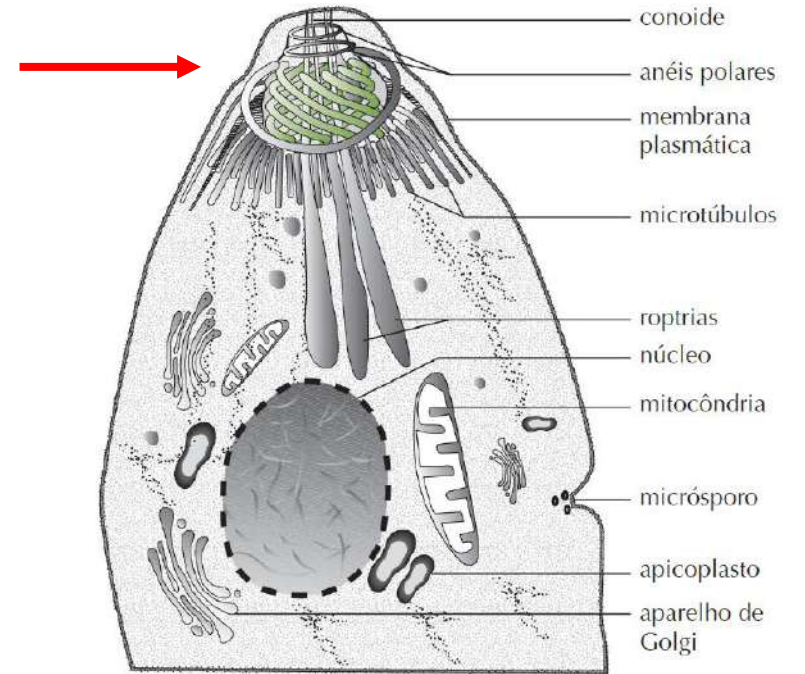
“Chromoalveolata”

Alveolata

Apicomplexa

- 5.000 espécies
- Parasitas de trato digestivo de animais
- Complexo apical (fixação no hospedeiro)
- Sem cílios ou flagelos
- Gregarínidos (invertebrados)
- Coccídeos (*Taxoplasma*)
- Hemosporídeos (*Plasmodium*)

Complexo apical



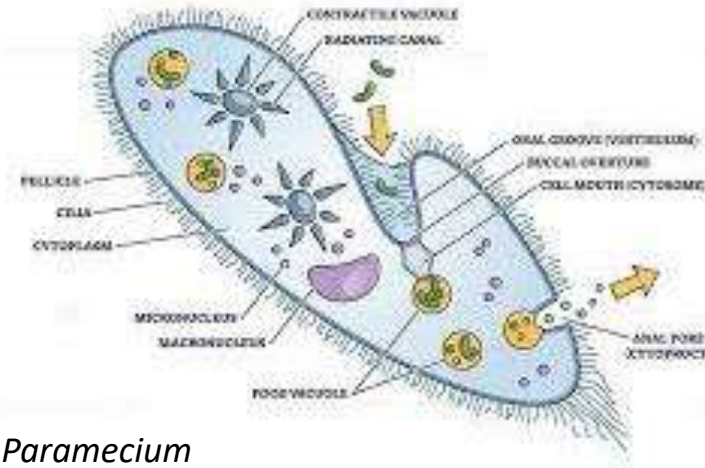
Plasmodium (Malária)

“Chromoalveolata”

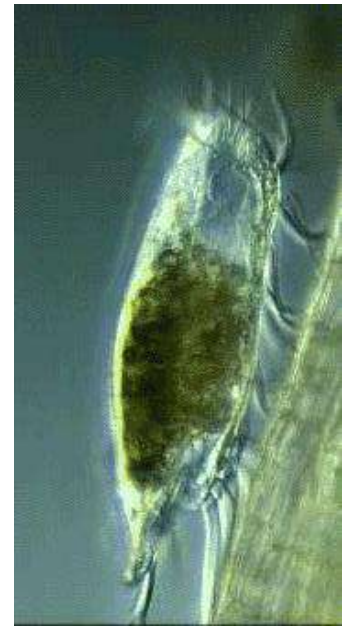
Alveolata

Ciliata

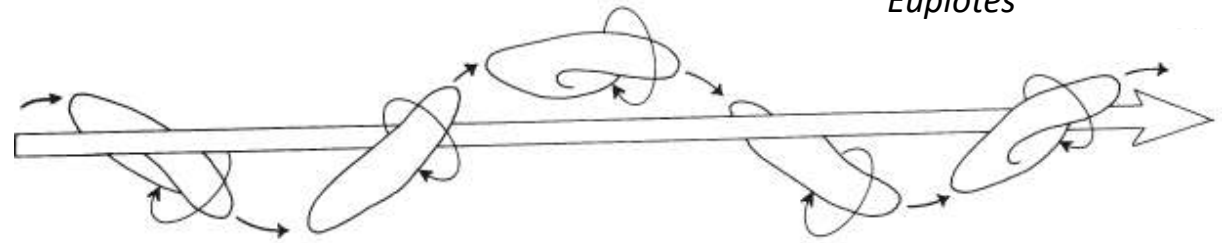
- 10.000 à 12.000 espécies
- Presentes ambientes marinhos, dulcícolas e terrestres
- Corpo revestido por cílios
- Endossimbiontes mutualistas importantes em ruminantes
- Alguns: *Paramecium*, *Vorticella*, *Euplotes*



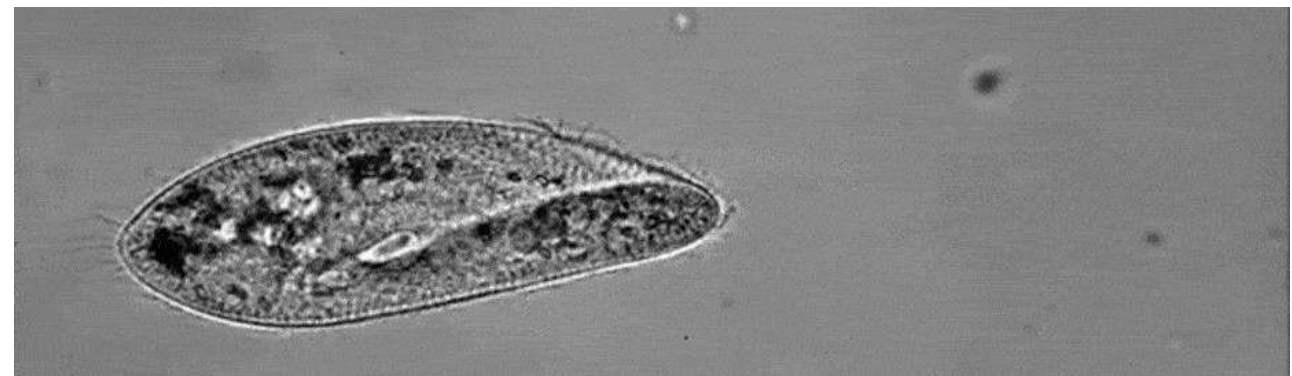
Paramecium



Euplotes



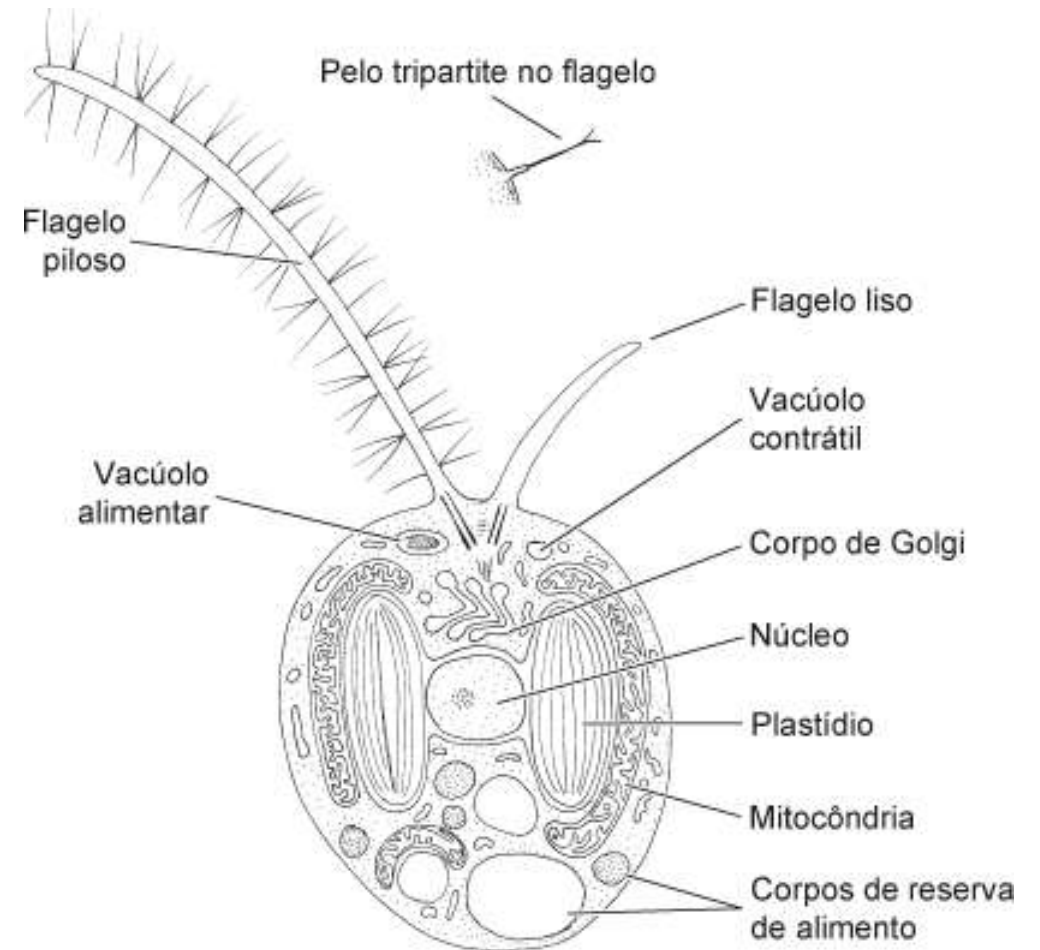
Cílios movem-se como ola de torcida



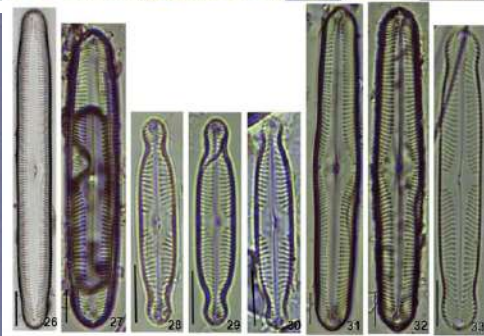
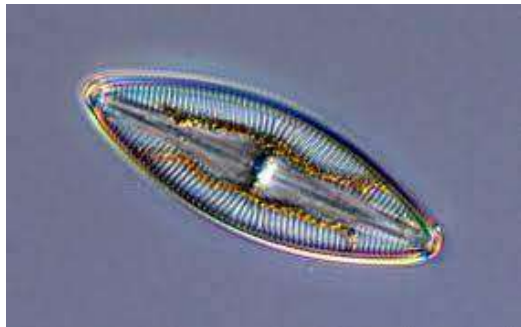
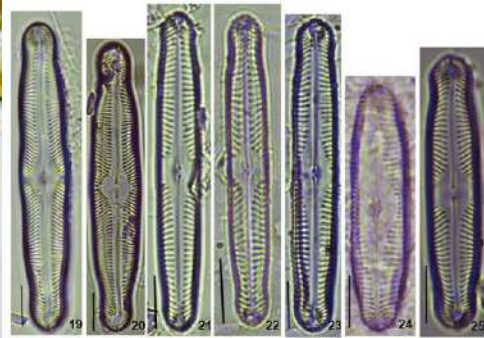
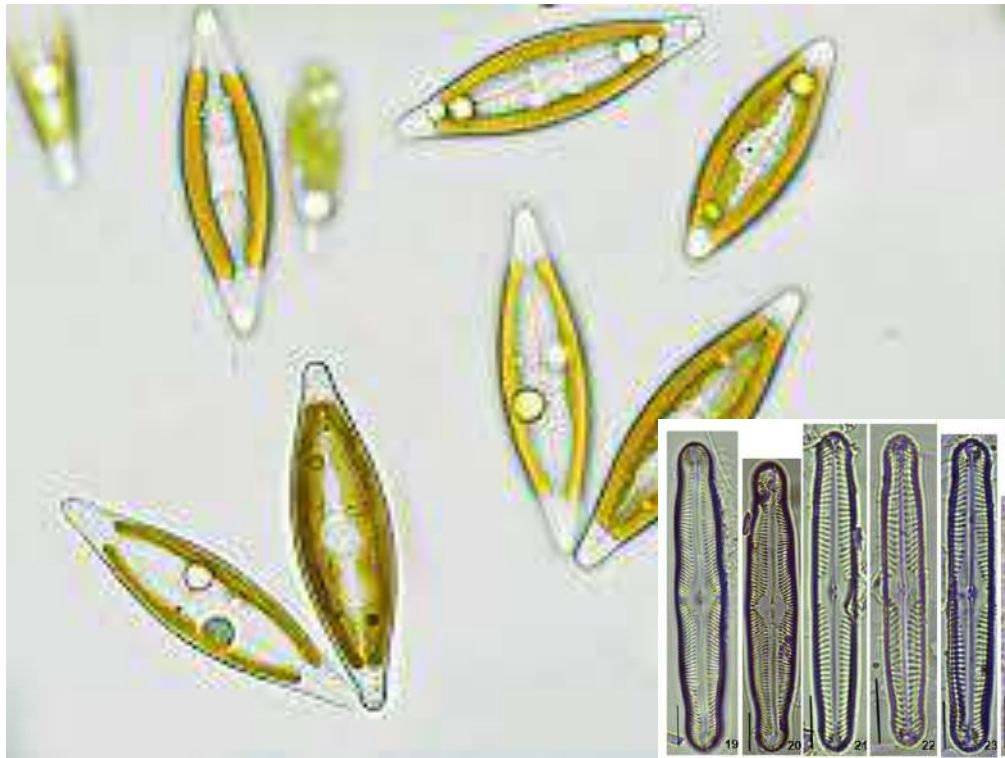
“Chromoalveolata”

Stramenopila

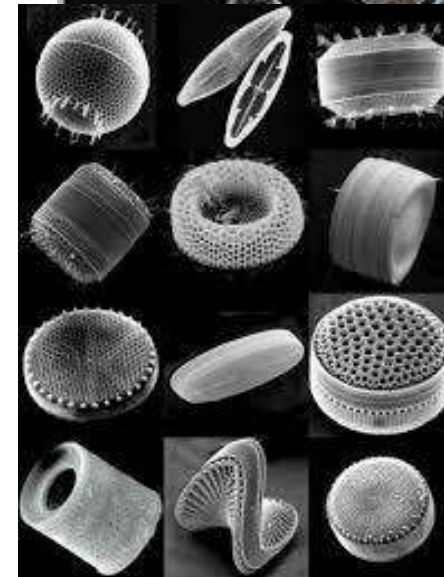
- Diversidade 9.000 espécies
- Presentes ambientes marinhos e dulcícolas
- Grande variedade de formas e biologies
- Fotossintéticos e heterotróficos
- Definidos pela presença de dois flagelos: um é piloso e o outro é liso
- Flagelos presente em pelo menos um estágio da vida
- Inclui: diatomáceas, algas pardas, algas marrons etc.
- Importante componente do planctôn



Diatomacea



diatomáceas penadas (bilateralmente simétricas)

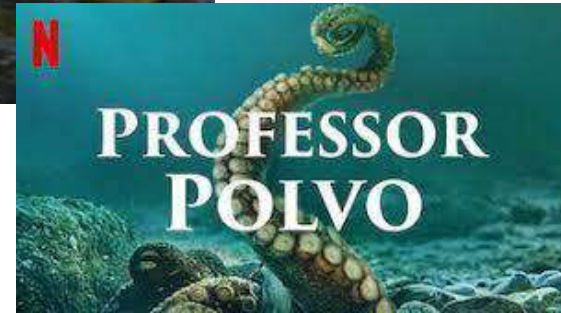


diatomáceas cêntricas (radialmente simétricas)

Algas pardas



“Floresta” de algas pardas (Stramenopila)



<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=SomhGj4Hpyw>

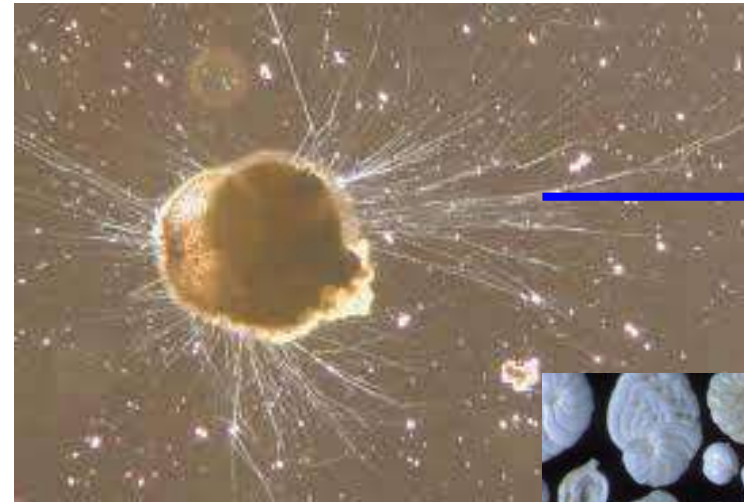
“Chromoalveolata”

Rhizaria

Pseudópodes filiformes
(podem ser aglomerar ou não)

Granuloreticulosa:
Athalamida e Foraminifera

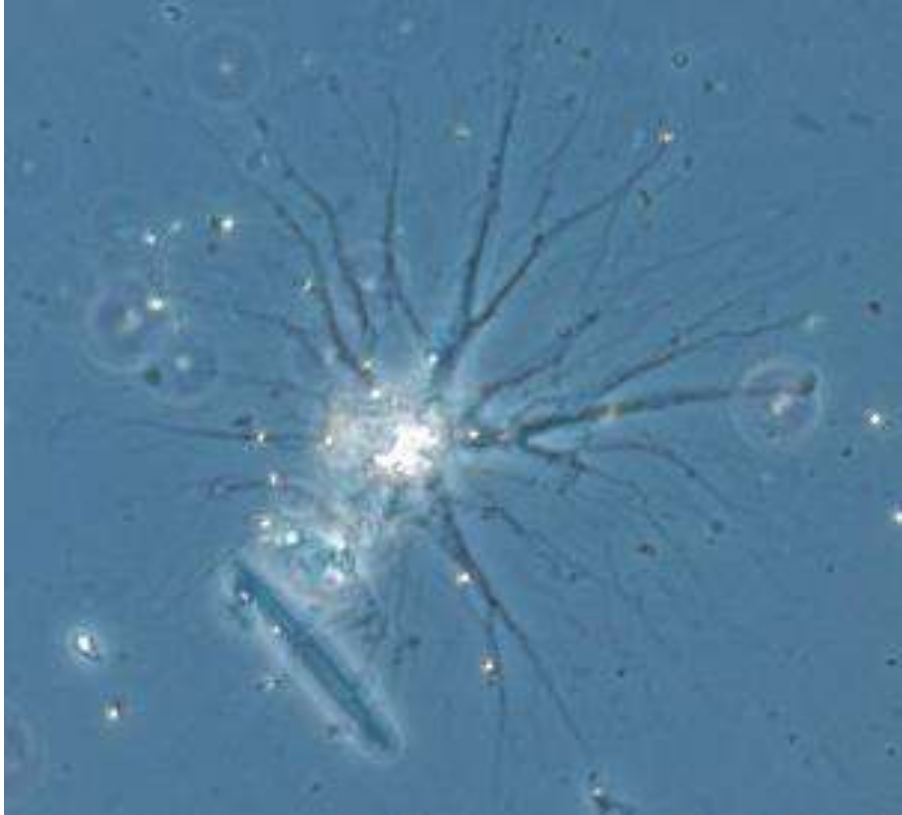
- Diversidade: mais de 4.000 espécies
- Presentes em ambientes aquáticos e no solo
- Grande variedade de formas
- Heterotróficos, fagocitose
- Secreção de uma carapaça calcária, aglutinada e orgânica
- Registro fóssil do Cambriano



Reticulópodes

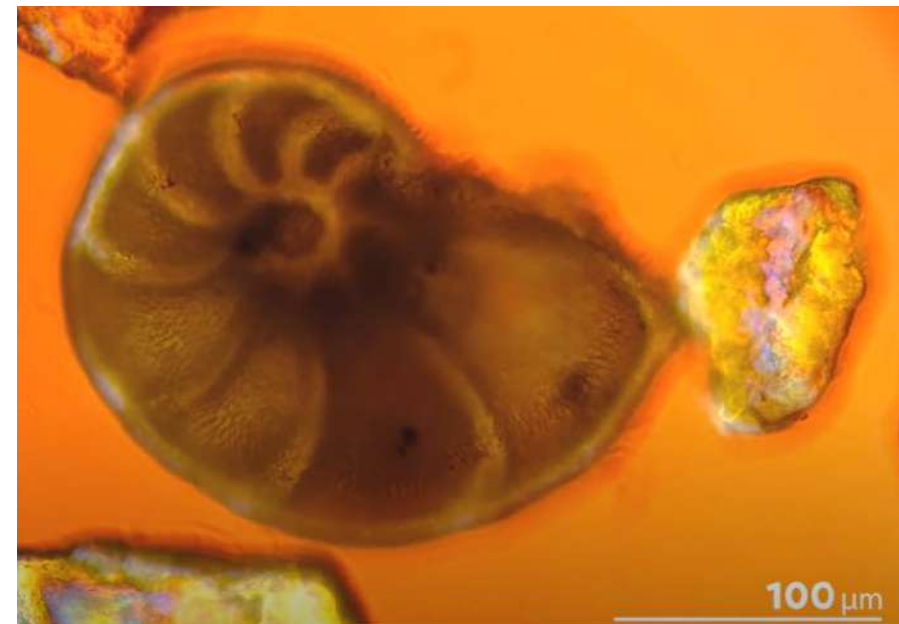
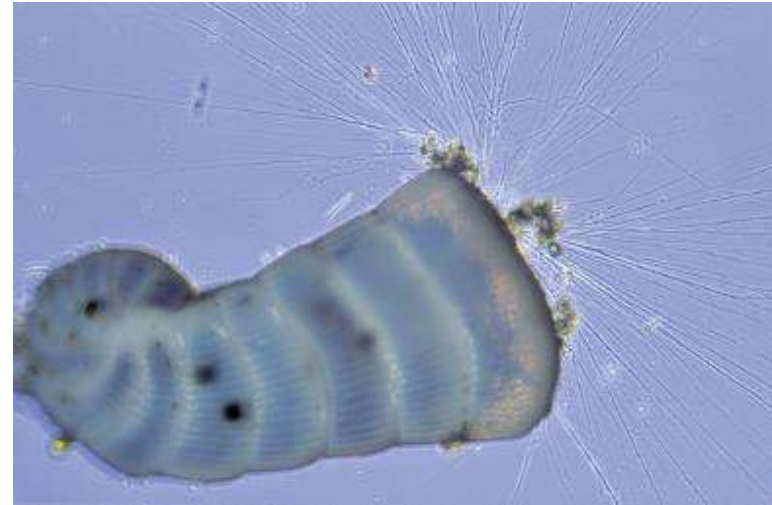


Athalamida

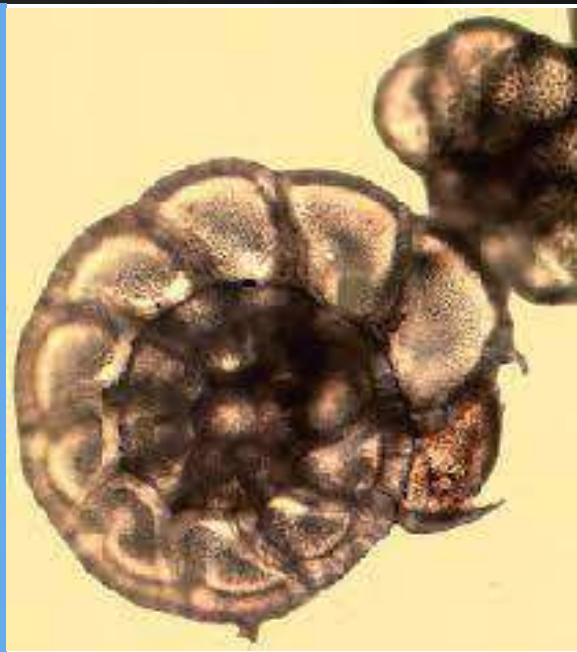
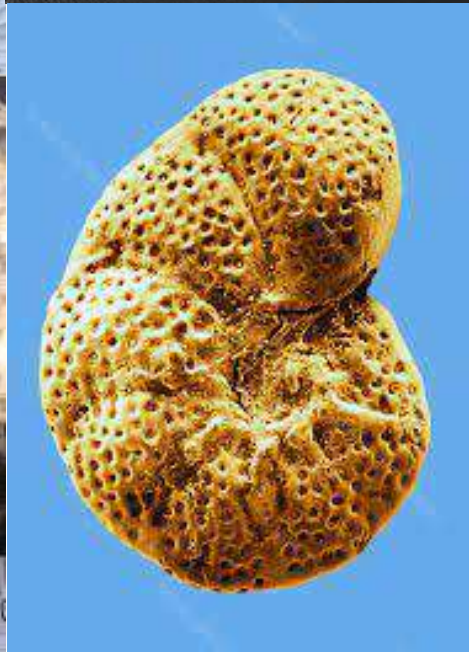
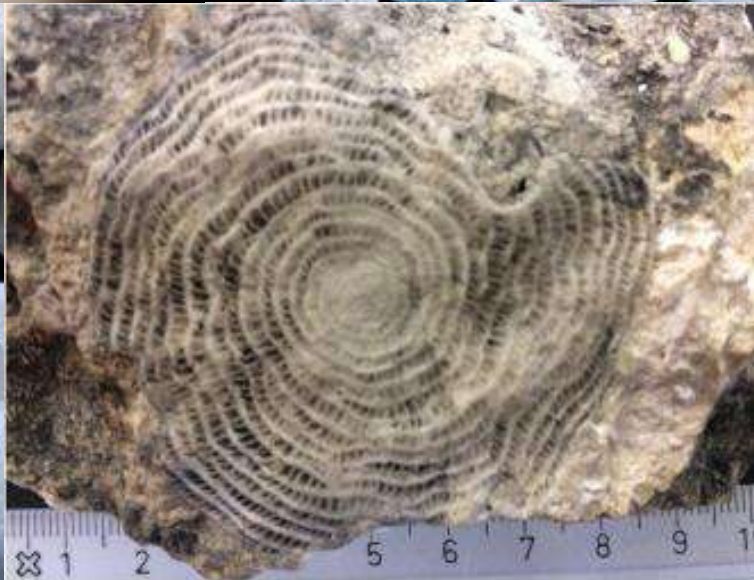


Envelope fino recobrimdo

Foraminifera



100 μm
0.1 mm



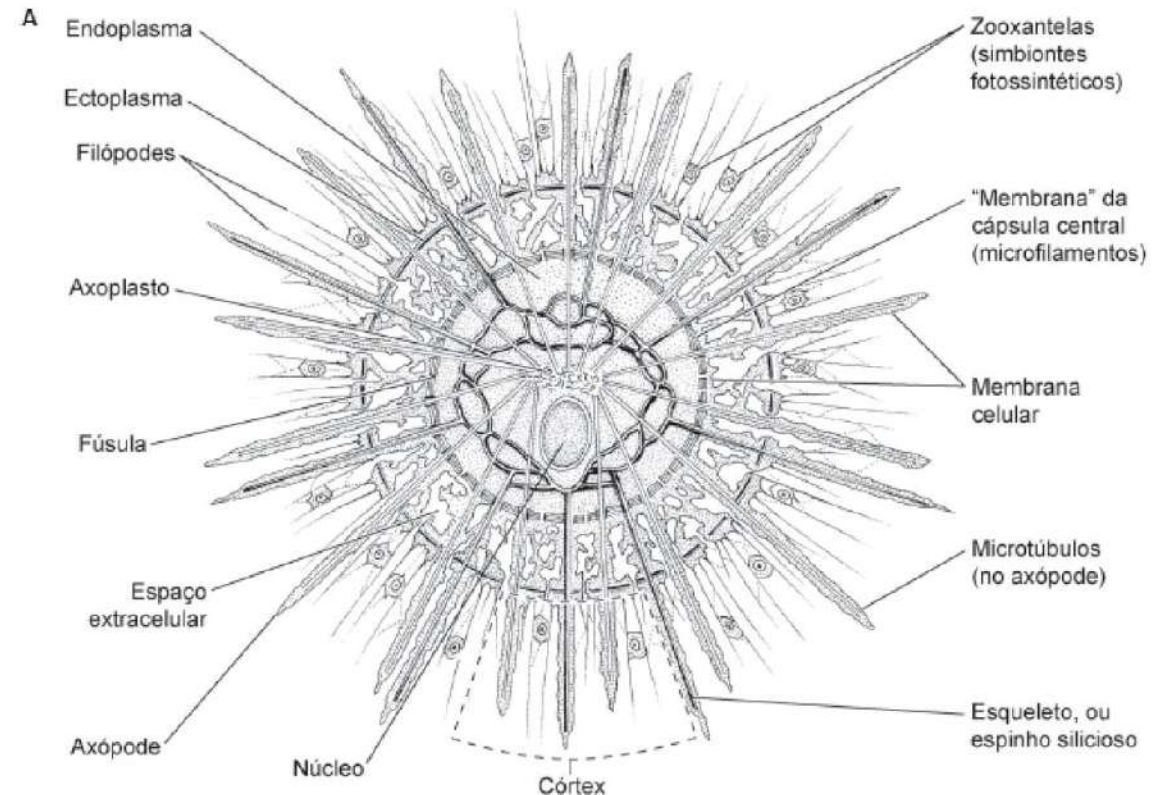
“Chromoalveolata”

Rhizaria

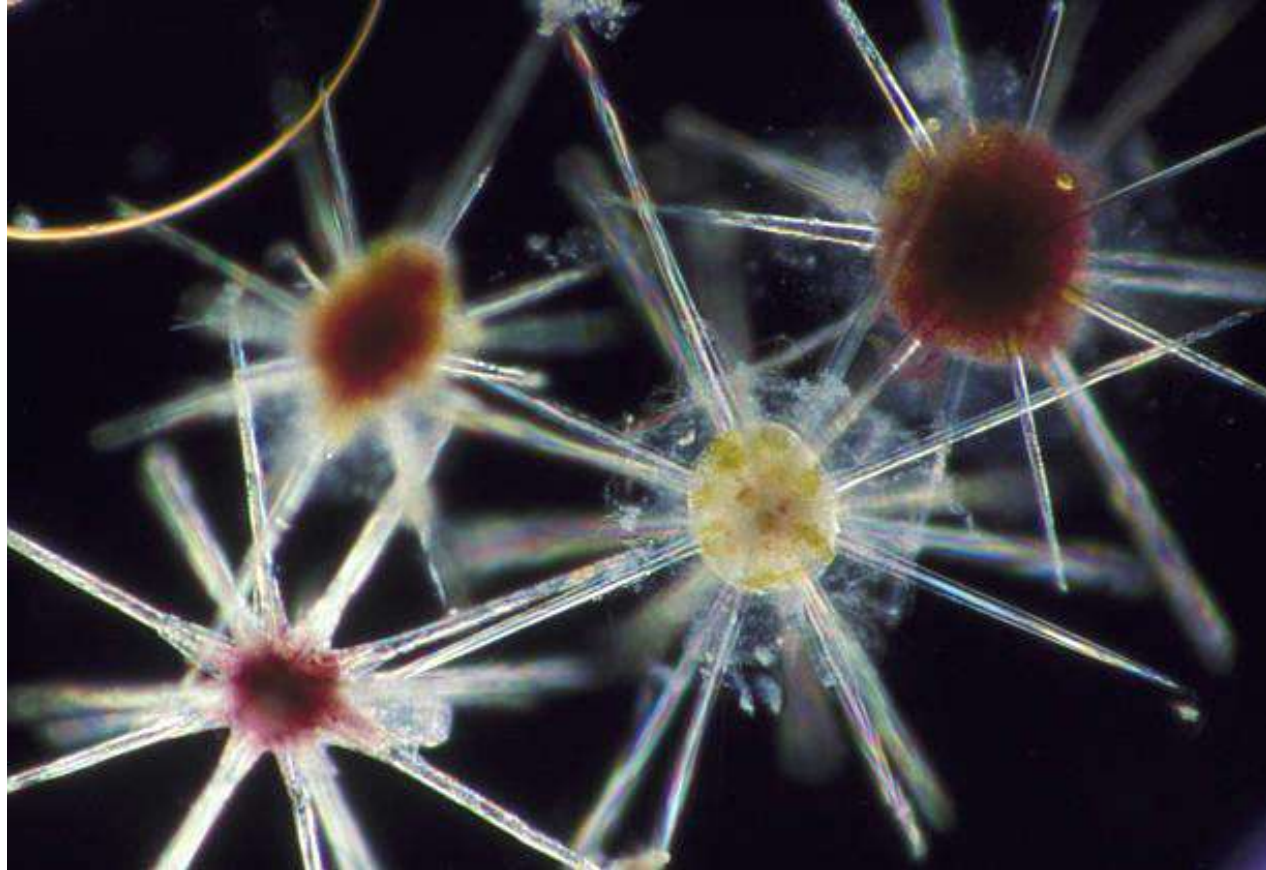
Radiolaria

Pseudópodes filiformes
(podem ser aglomerar ou não)

- Diversidade: 2.500 espécies
- Exclusivos de ambientes marinhos
- Grande variedade de formas e biologies
- Axópodes, finos pseudópodes a partir de um centro interno de microtúbulos
- Esqueleto de sílica ou de sulfato de estrôncio



Radiolaria



Com esqueleto interno

Heliozoa



Sem esqueleto interno

Heliozoa está dentro de Cercozoa: <https://www.youtube.com/watch?v=4MEtAEQu5wQ>

Rhizaria = Granuloreticulosa + Radiolaria + Cercozoa

Amebozoa

Diversidade: 200 espécies

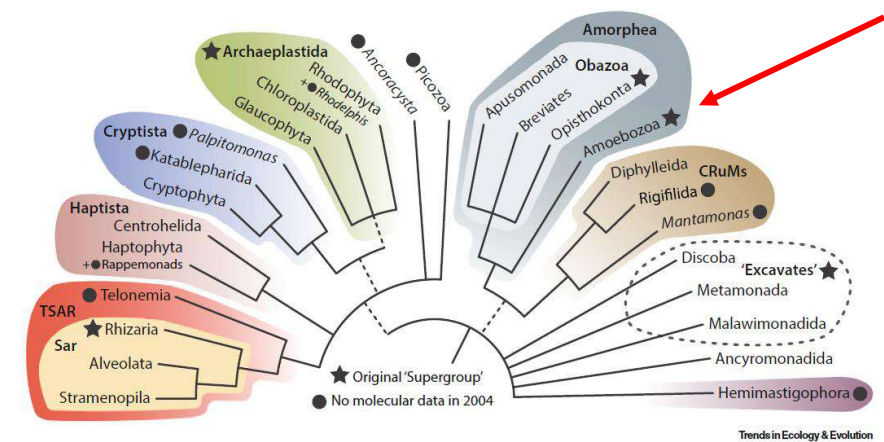
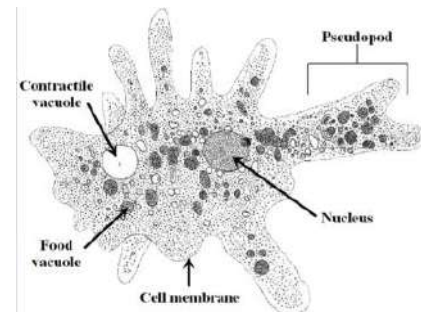
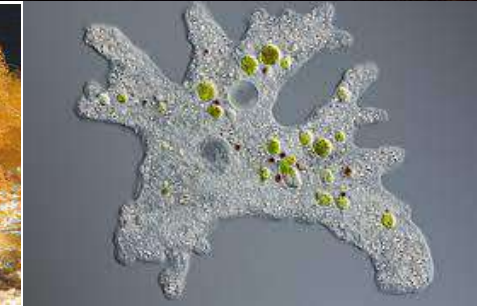
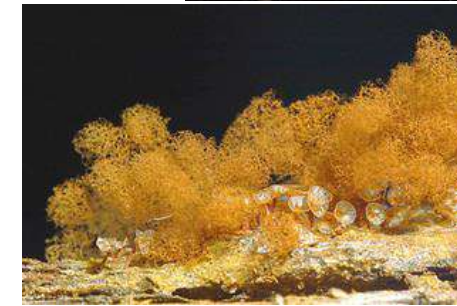
Formação de pseudópodes lobulados: alimentação e locomoção

Maioria de vida livre, mas há formas patogênicas

Estão em praticamente todos os ambientes, incluindo humanos

Heterotróficos: bactérias, fungos, detritos orgânicos

Amebas sem e com carapaça, amebas sociais (ou mofos limosos)



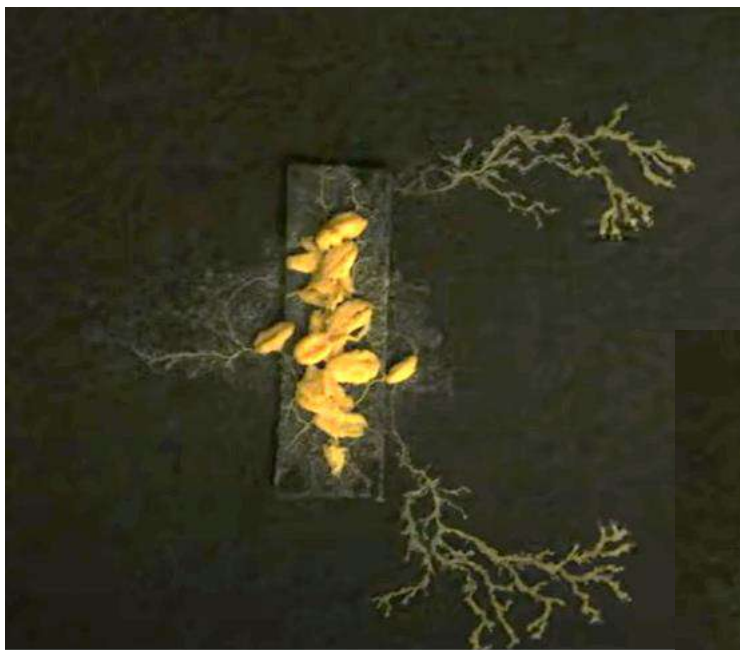


Não é um fungo!
É um Amebozoa
Physarum sp. (slide molds)

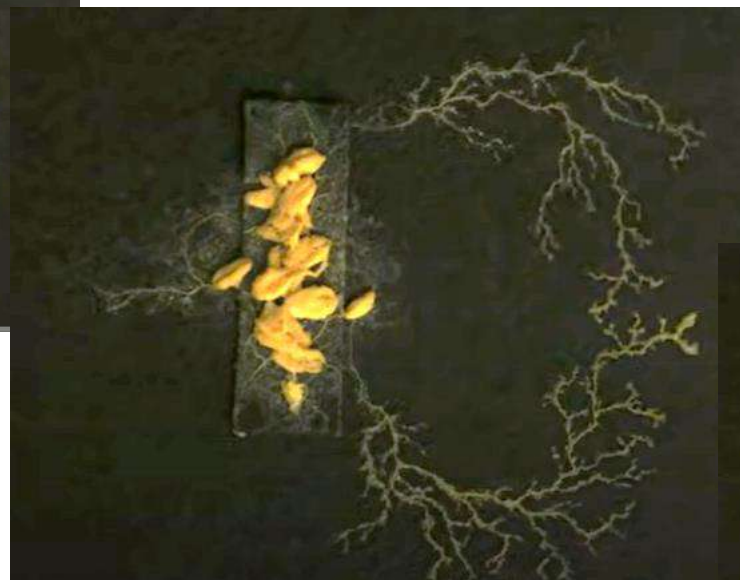
<https://www.youtube.com/watch?v=7YWbY7kWesI&t=600s>



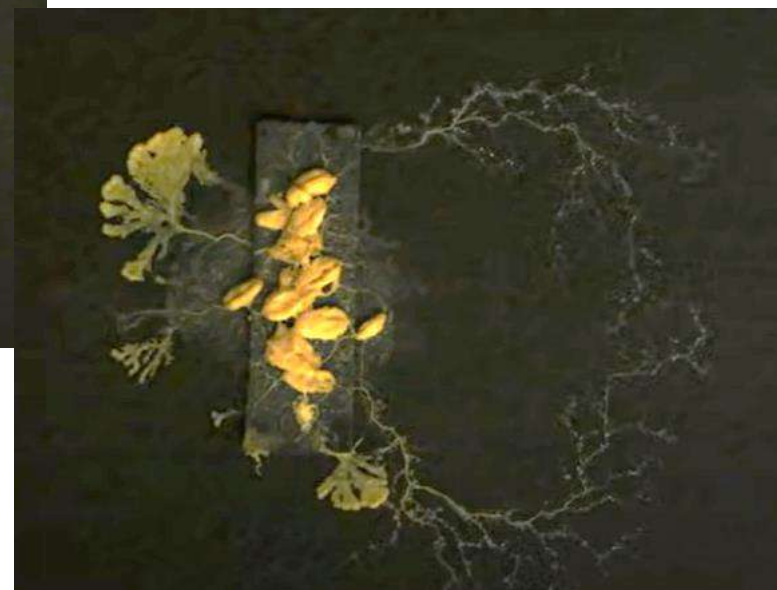
Fungo (Reino Fungi)
Cordyceps sp.



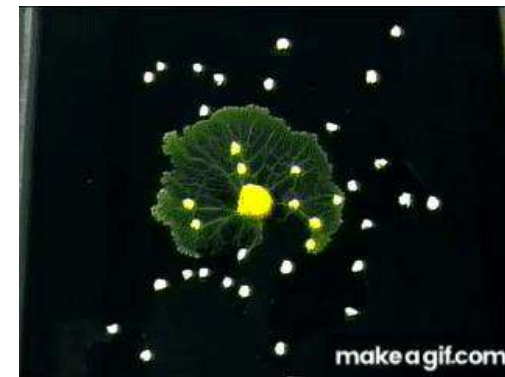
1



2



3



Exploração do ambiente
Comunicação
Cooperação e União
Tomada de decisão

<https://www.youtube.com/watch?v=2UxGrde1NDA&t=2s>

Opisthokonta

Opisto = posterior/kontha = haste/mastro

Grupos de Opisthokonta

REINO Fungi

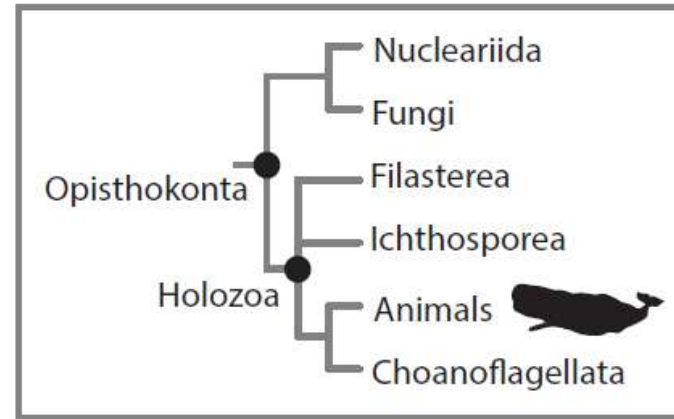
REINO Animal

Choanoflagellata

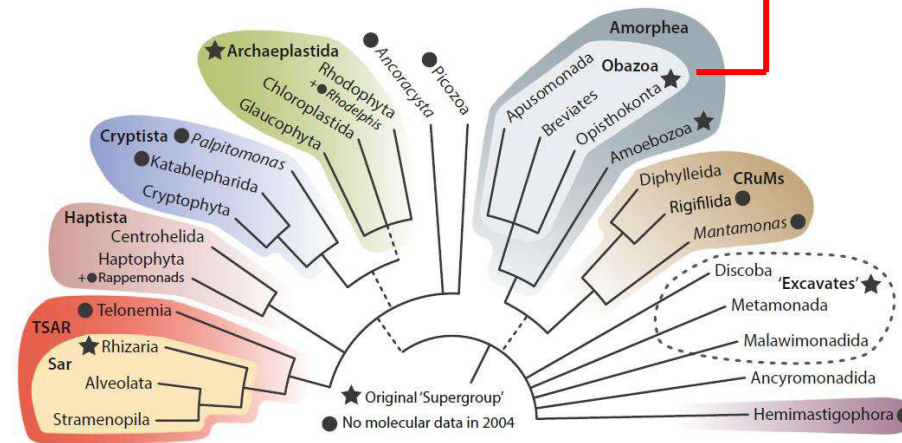
Filasterea

Ichthosporea

Holozoa



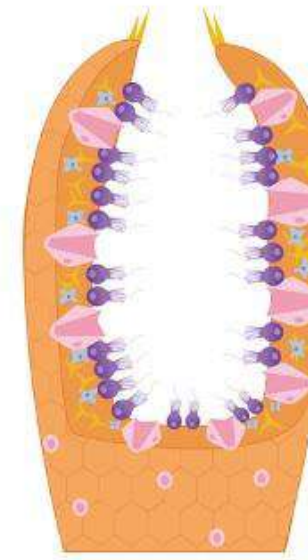
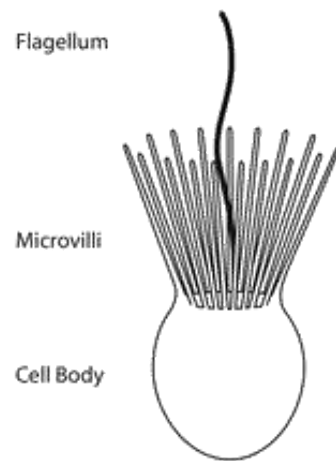
- Único flagelo posterior nas células reprodutivas (sexo masculino)
- Cristas da mitocôndria achatadas
- Além de uma inserção conservada no fator de alongação da proteína 1- α



Trends in Ecology & Evolution

Choanoflagellata

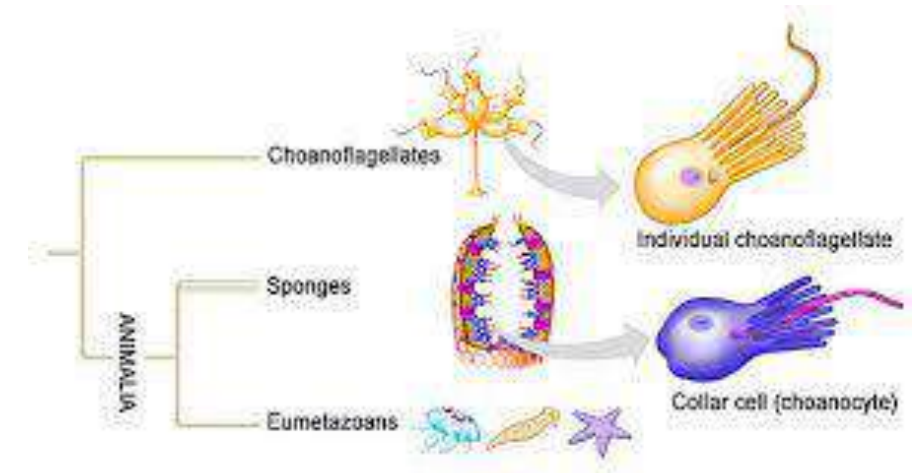
- Diversidade: 250 espécies
- Marinhos ou água doce
- Solitários ou coloniais
- Grupo irmão de Metazoa
- Único flagelo com colarinho transparente na base



Esponja é Metazoa



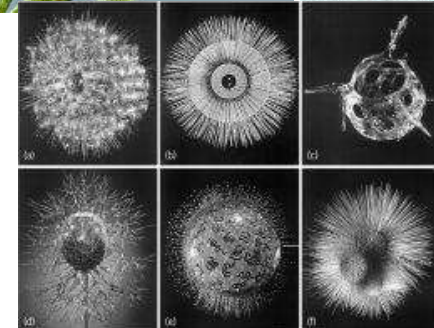
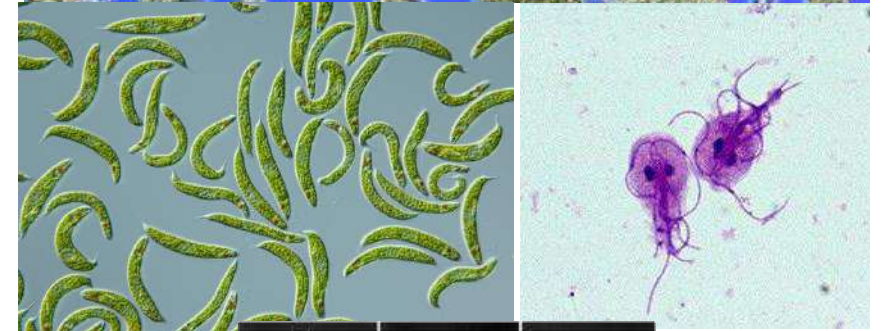
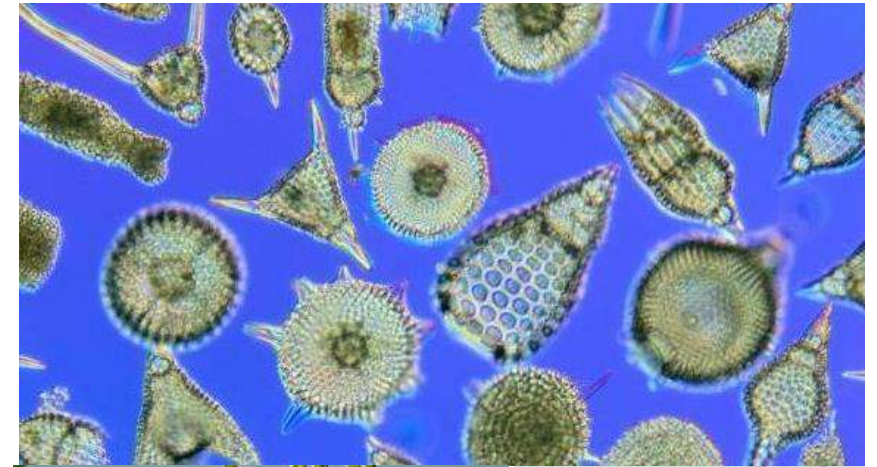
Esponja



A formação de colônias é utilizada para hipotetizar o surgimento da multicelularidade em Metazoa

Conhecimento fundamental desta aula

- Compreensão da evolução em Eucarioto
- Diversidade e principais grupos de Eucarioto
 - Excavata, Chromoalveolata, Amebozoa e Opisthokonta
- Importância dos “Protistas”
 - Equilíbrio em ambientes aquáticos e terrestres
 - Organismos de ecossistemas aquáticos e terrestres
 - Relação direta com o homem por meio das doenças
- Choanoflagellata e origem dos Metazoa



Leituras indicadas

Cap. 3 – Os Protistas do Brusca et al. 2018 – Invertebrados

Cap. 3 – O enigmático universo “Protista” do Ensino de Biologia,
Volume 2. 1ª Edição. 2021.