

ARQUITETURA CELULAR: ORGANIZAÇÃO DA CÉLULA DOS ORGANISMOS PROCARIÓTICOS E EUCARIÓTICOS

Aula 2

LGN0117 – Biologia Celular



Maria Carolina Quecine
Departamento de Genética
mquecine@usp.br

**Como tudo começou ... uma
jornada de 3,8 bilhões de
anos**



Especiação: diversidade da vida

Desenvolvimento: surgimento do crescimento controlado (organismo multicelular funcional)

Homeostase: desenvolvimento de sistemas complexos para controle do ambiente interno

Multicelularidade: especialização das células

Eucariotos: teoria da endossimbiose

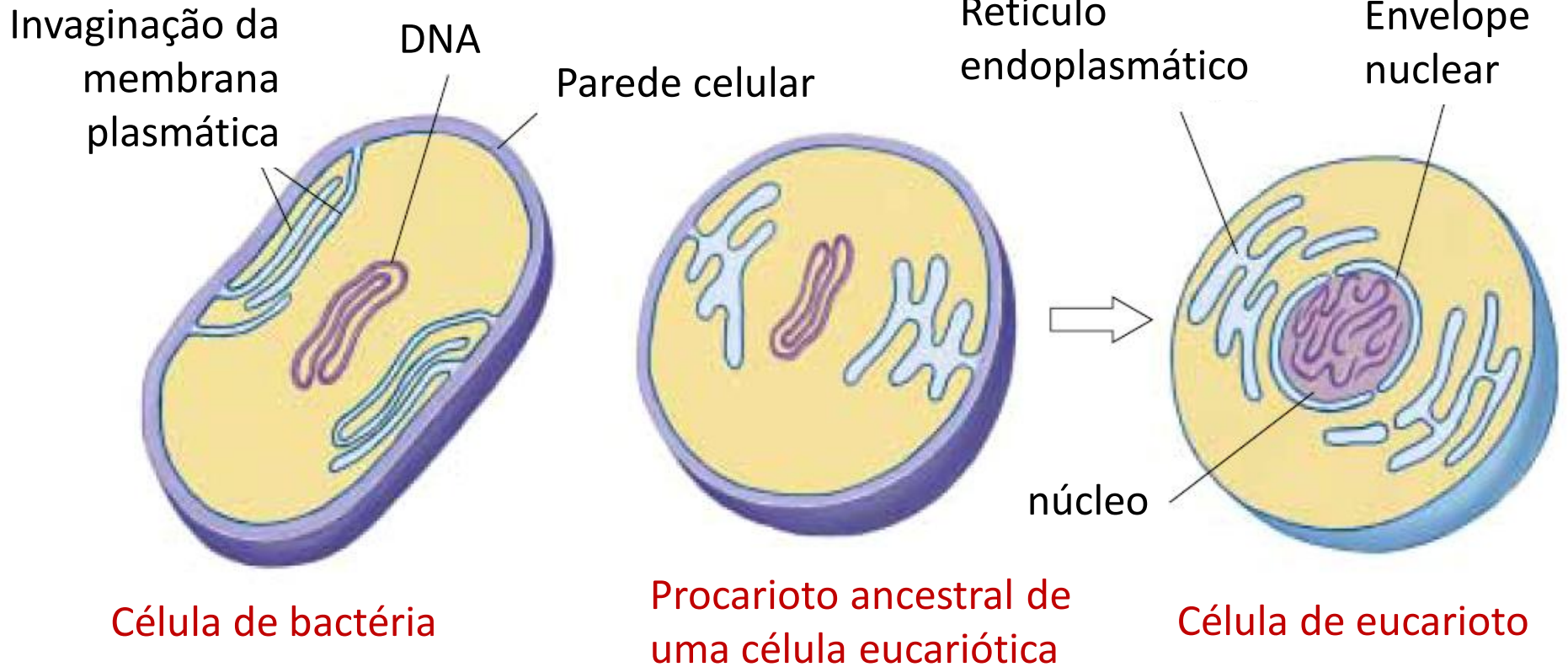
Reprodução sexuada: combinação de genes a partir de duas células → adaptação → reprodução com variabilidade

Fotossíntese: habilidade de utilizar o Sol como fonte energética → Oxigênio (como um dos produtos gerados) mudou radicalmente a atmosfera da terra

Metabolismo (transformação de matéria e energia): Obtenção de energia e matéria prima a partir do ambiente, utilizando-as para sintetizar grandes moléculas contendo carbono

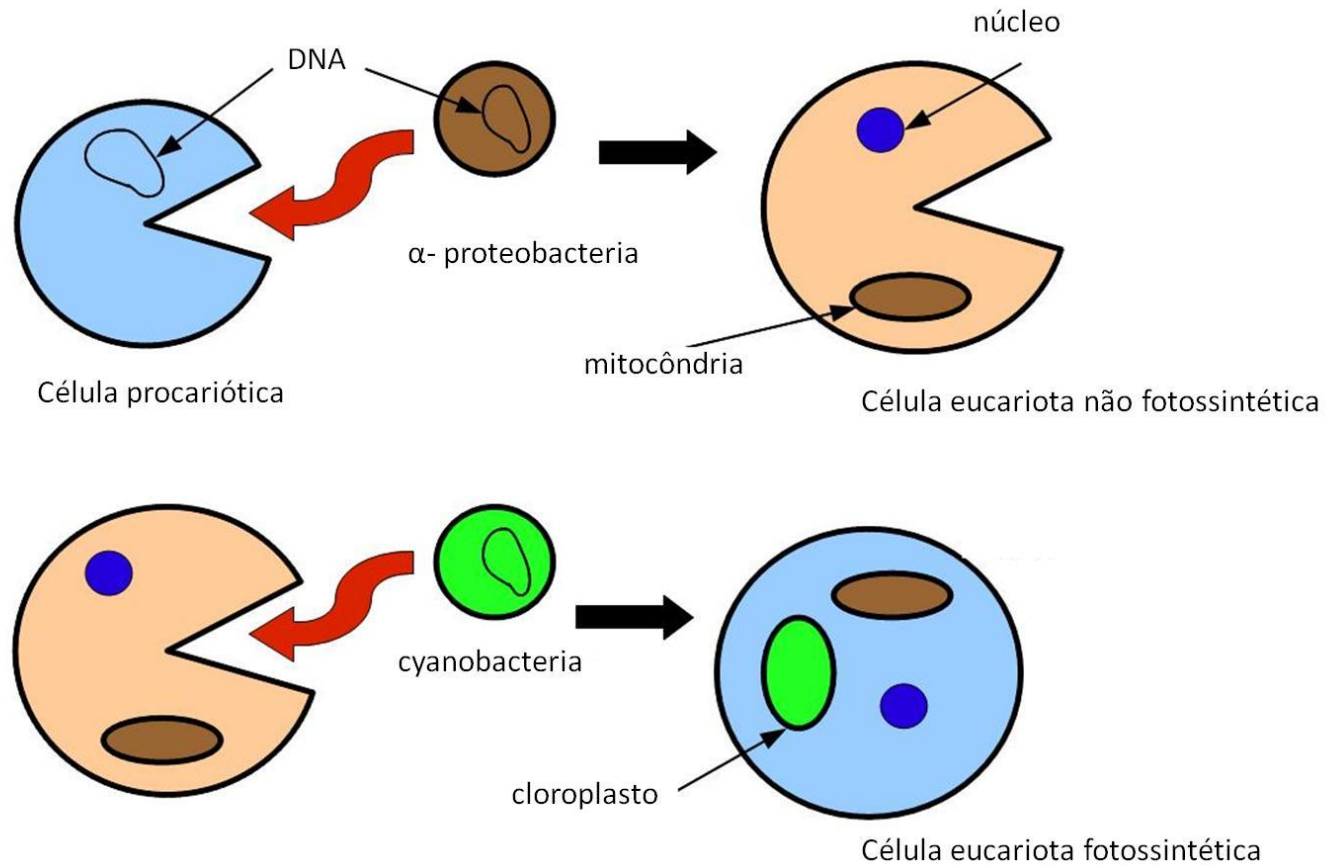
Célula: a interação de sistemas de moléculas passou a ocorrer em compartimentos delimitados por membranas

MARCOS EVOLUTIVOS

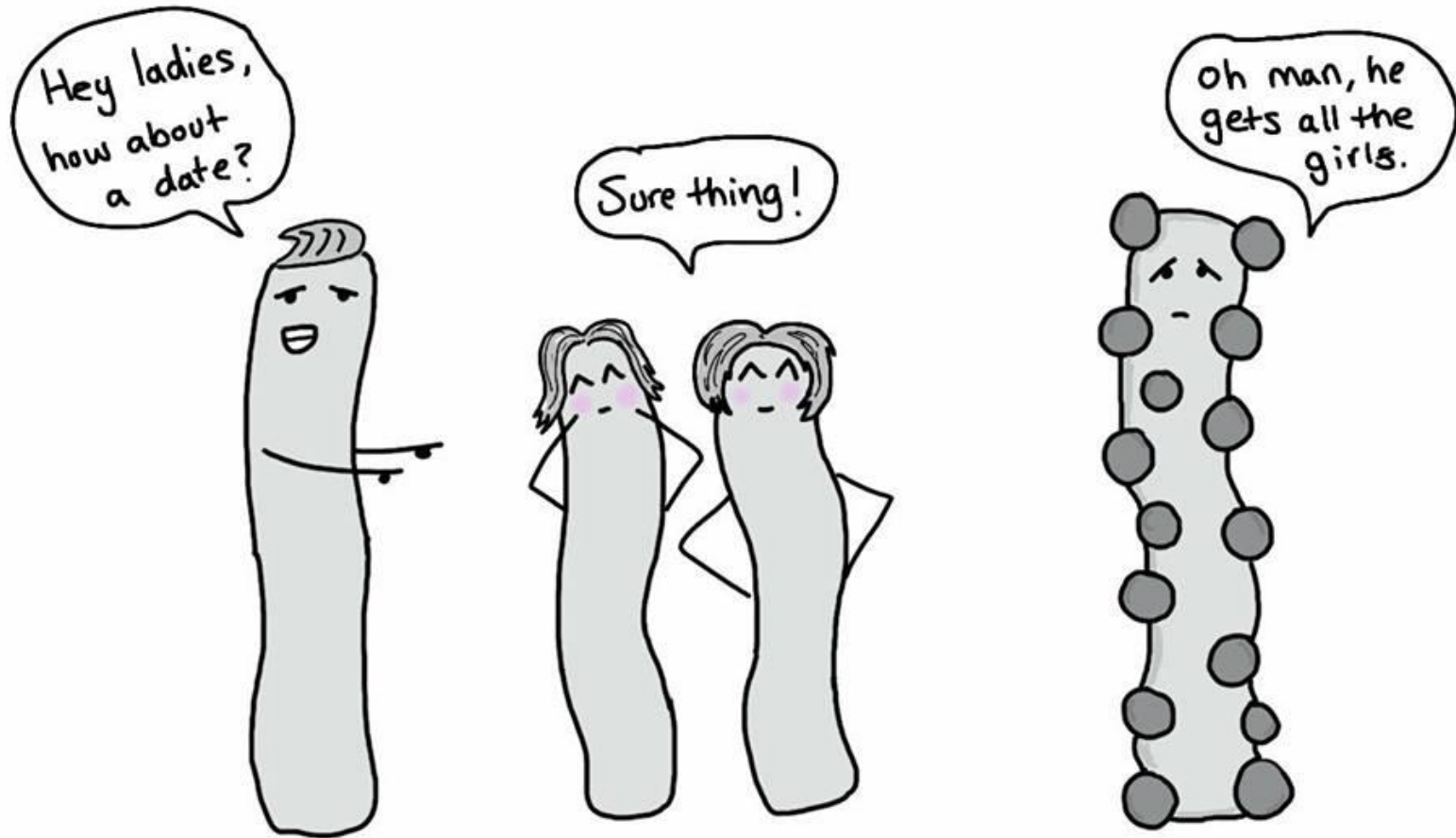


Invaginação da membrana e perda da parede celular

MARCOS EVOLUTIVOS



Dois eventos de endossimbiose

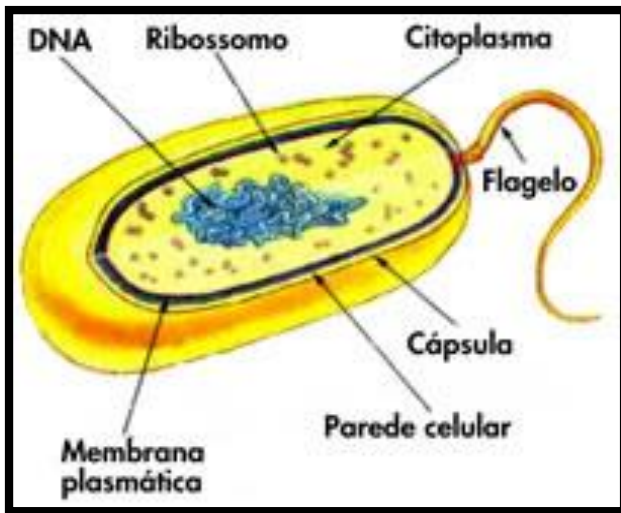
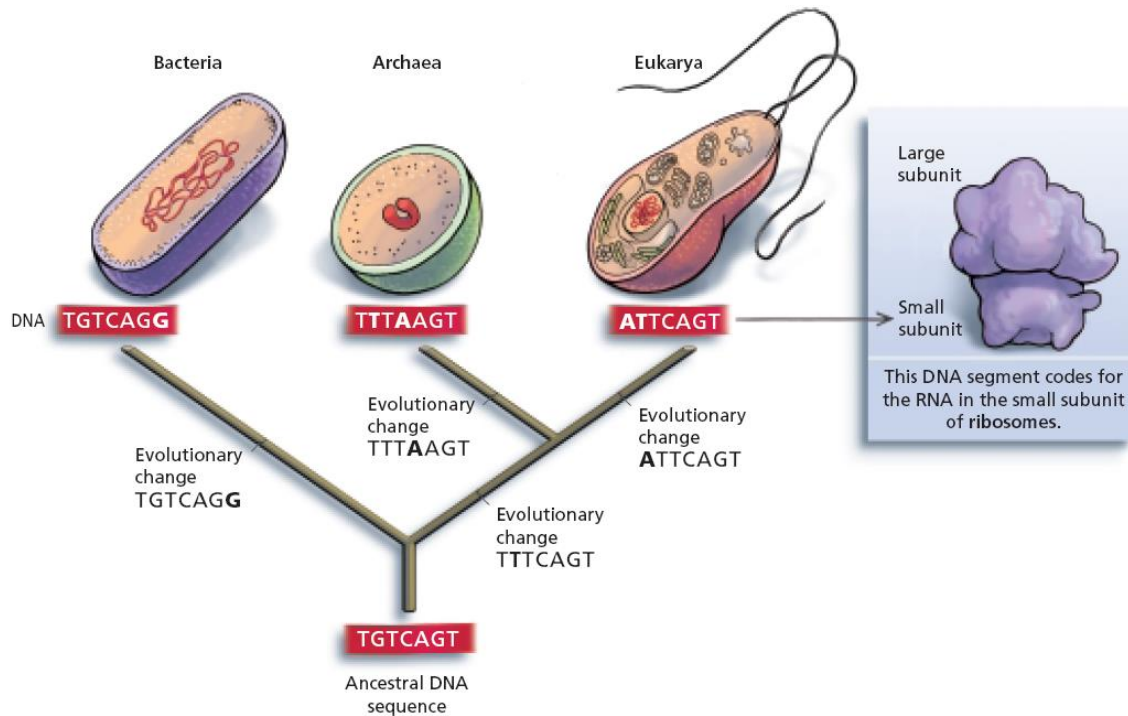


Smooth Endoplasmic Reticulum

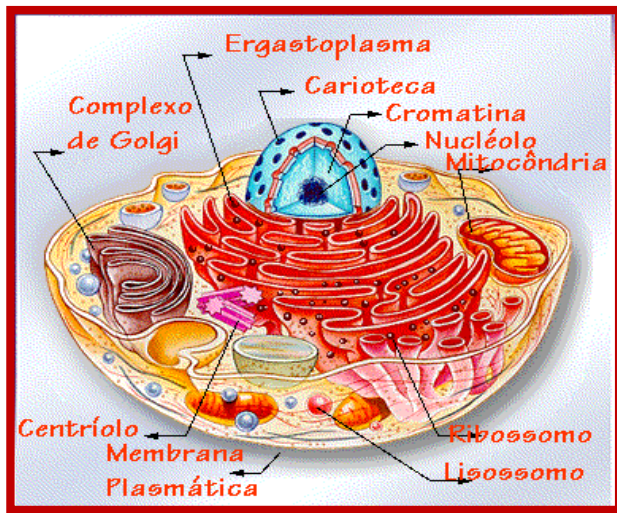
Compartimentalização – especialização de processos metabólicos!!

PROCARIOTOS

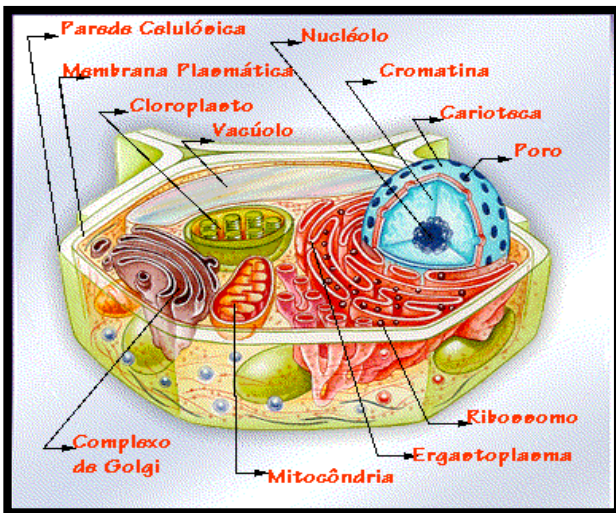
EUCARIOTOS



Célula Procariótica



Célula Eucariótica Animal

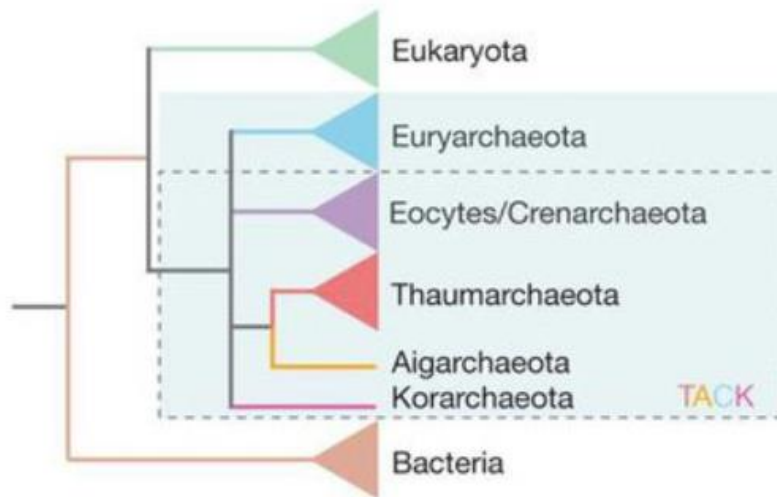


Célula Eucariótica Vegetal

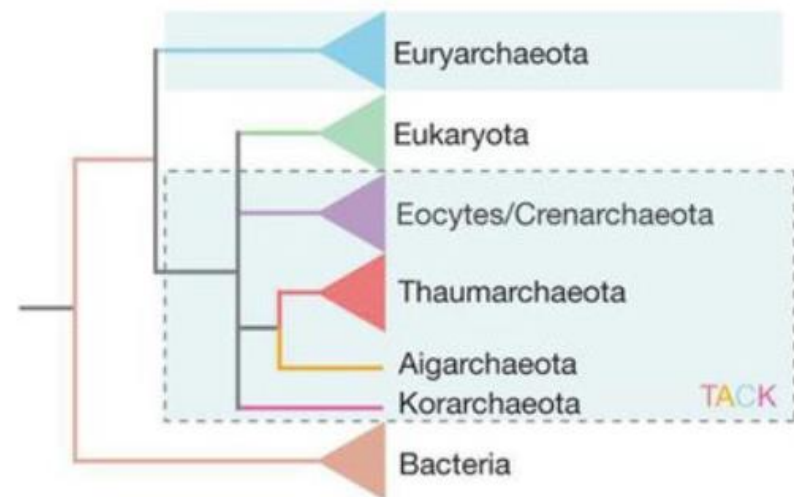
An archaeal origin of eukaryotes supports only two primary domains of life

Tom A. Williams¹, Peter G. Foster², Cymon J. Cox³ & T. Martin Embley¹

The discovery of the Archaea and the proposal of the three-domains 'universal' tree, based on ribosomal RNA and core genes mainly involved in protein translation, catalysed new ideas for cellular evolution and eukaryotic origins. However, accumulating evidence suggests that the three-domains tree may be incorrect: evolutionary trees made using newer methods place eukaryotic core genes within the Archaea, supporting hypotheses in which an archaeon participated in eukaryotic origins by founding the host lineage for the mitochondrial endosymbiont. These results provide support for only two primary domains of life—Archaea and Bacteria—because eukaryotes arose through partnership between them.



Three-domains hypothesis

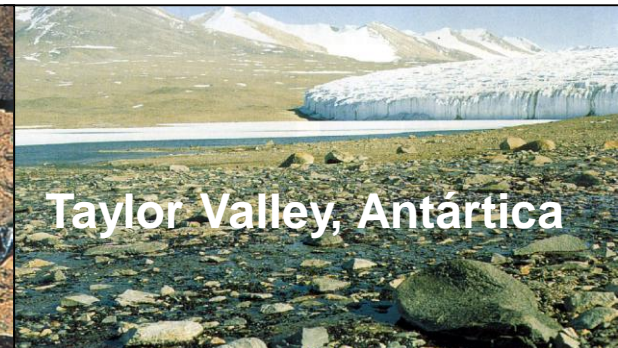


Eocyte hypothesis

BIOLOGIA GERAL DOS PROCARIOTOS

- Dividem-se em Bactérias e Arqueas;
- Micro-organismos de maior sucesso na terra (em termos de número de indivíduos): existem cerca de 4.000 espécies conhecidas e estima-se que há 400.000 de anos
- Viveram (ambiente)
- Possuem (sintese);
- Podem degradar rejeitos industriais, petróleo e uma infinidade de compostos;
- Em oceanos capturam energia da luz que são armazenadas em moléculas que servem de alimentos para outros organismos;

Os procariotos mais estudados ainda são as bactérias...mas o cenário está mudando.



ARQUÉIAS (ARCHAEA) - PARTICULARIDADES

Organismos geralmente extremófilos!

Sobrevivem em ambientes extremos, onde dificilmente há possibilidade de vida para outros seres.

- Locais com altas temperaturas =100°C (*Thermus aquaticus*)
- Locais com baixas concentrações ou sem oxigênio
- Locais com baixo pH
- Lagos ou mares com salinidade altíssima
- Fontes de enxofre, etc.



Archaea — timeline of the third domain

Ricardo Cavicchioli

Abstract | The Archaea evolved as one of the three primary lineages several billion years ago, but the first archaea to be discovered were described in the scientific literature about 130 years ago. Moreover, the Archaea were formally proposed as the third domain of life only 20 years ago. Over this very short period of investigative history, the scientific community has learned many remarkable things about the Archaea — their unique cellular components and pathways, their abundance and critical function in diverse natural environments, and their quintessential role in shaping the evolutionary path of life on Earth. This Review charts the ‘archaea movement’, from its genesis through to key findings that, when viewed together, illustrate just how strongly the field has built on new knowledge to advance our understanding not only of the Archaea, but of biology as a whole.

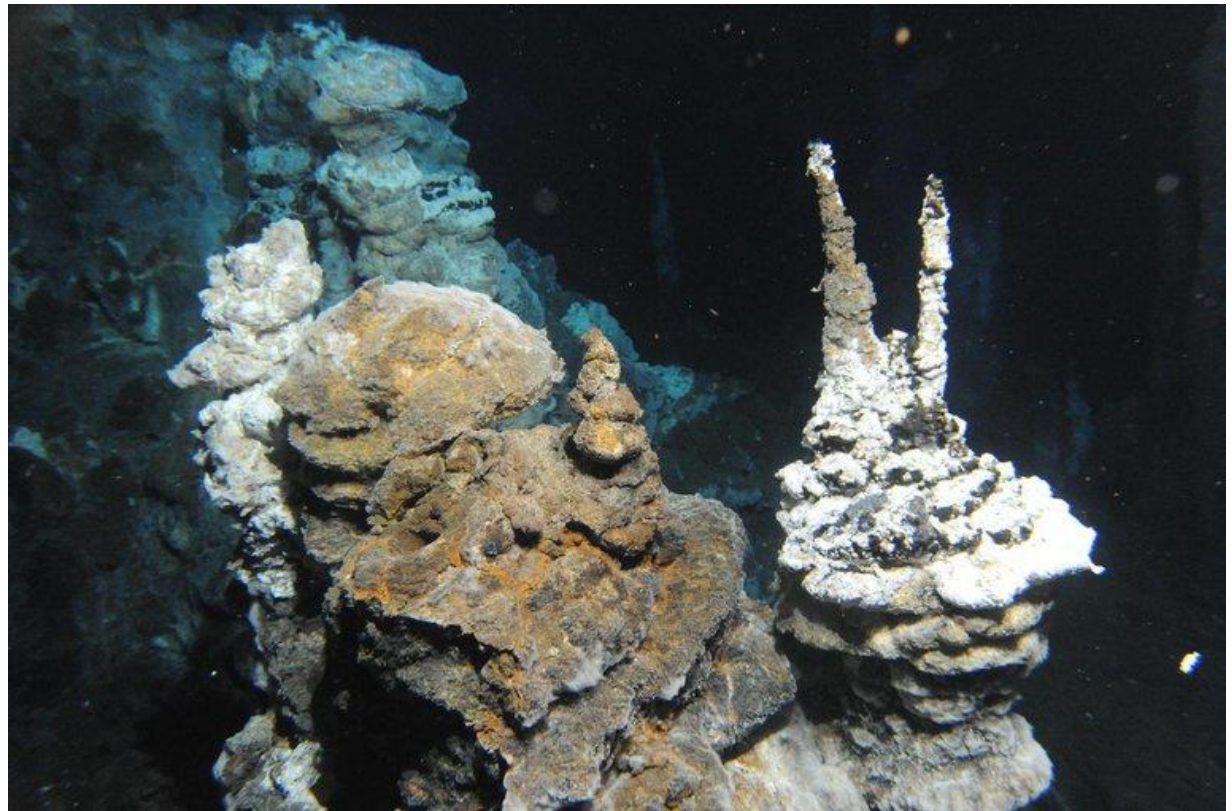
- Parede celular diferente (archaea - sem peptidoglicana);
- Membrana plasmática variante;
- Proteínas associadas a tradução, transcrição e replicação estão próximas aquelas de eucariotos;
- Enzimas do metabolismo básico (manutenção celular) mais próximas a bactérias.

Published in final edited form as:

Nature. 2015 May 14; 521(7551): 173–179. doi:10.1038/nature14447.

Complex archaea that bridge the gap between prokaryotes and eukaryotes

Anja Spang^{#1}, Jimmy H. Saw^{#1}, Steffen L. Jørgensen^{#2}, Katarzyna Zaremba-Niedzwiedzka^{#1}, Joran Martijn¹, Anders E. Lind¹, Roel van Eijk^{1,†}, Christa Schleper^{2,3}, Lionel Guy^{1,4}, and Thijs J. G. Ettema¹

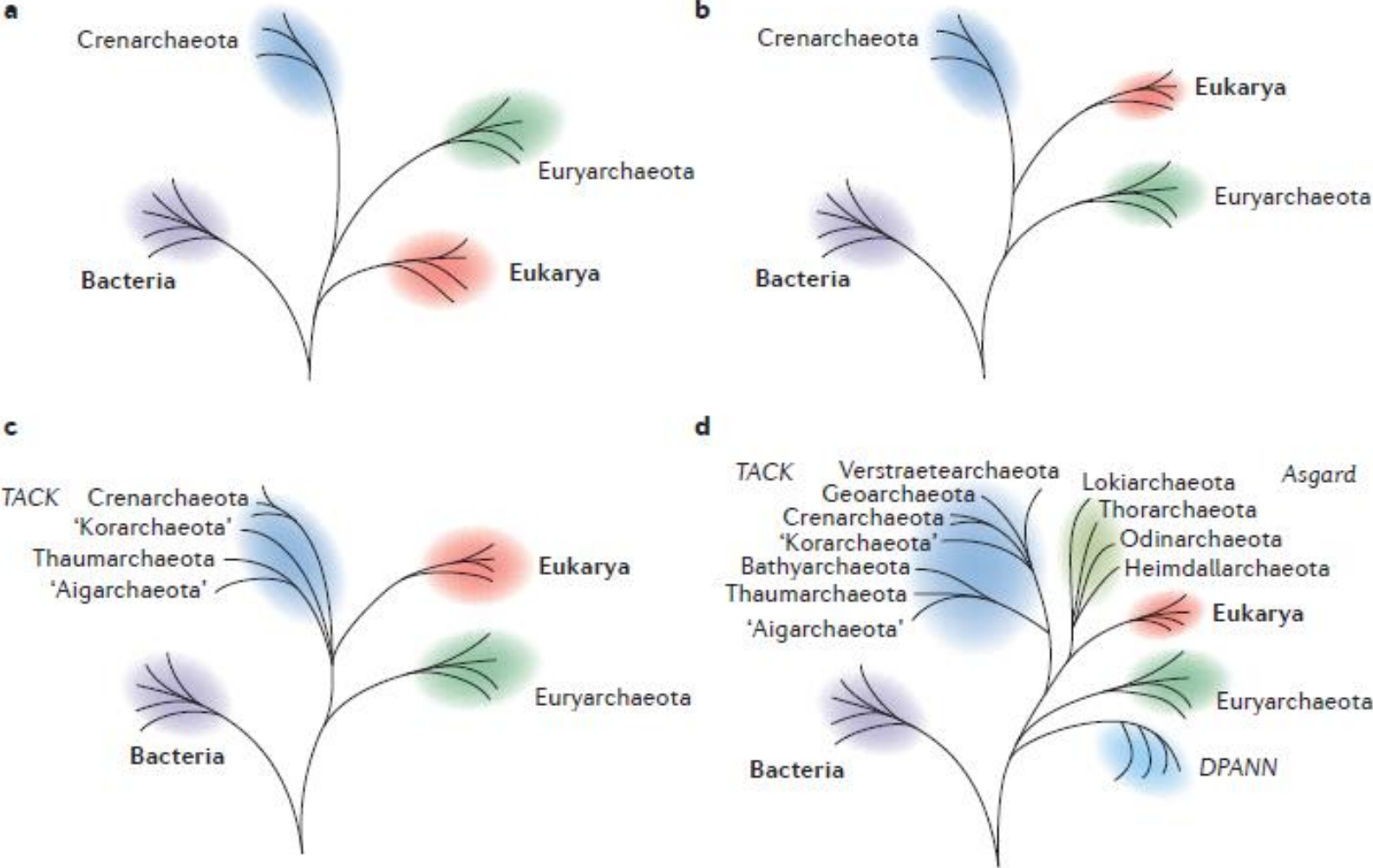


Archaea and the origin of eukaryotes

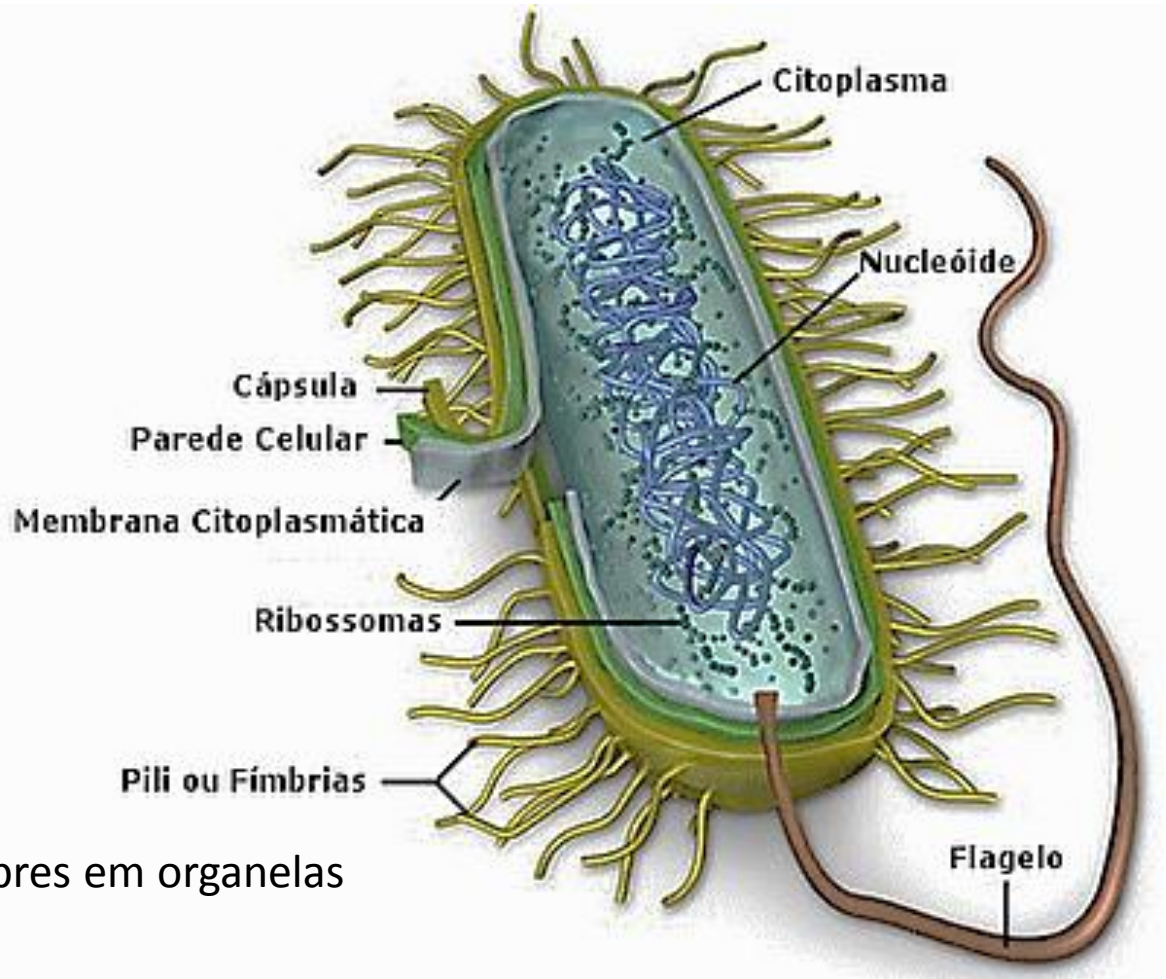
Laura Eme, Anja Spang, Jonathan Lombard, Courtney W. Stairs and Thijs J. G. Ettema

Abstract | Woese and Fox's 1977 paper on the discovery of the Archaea triggered a revolution in the field of evolutionary biology by showing that life was divided into not only prokaryotes and eukaryotes. Rather, they revealed that prokaryotes comprise two distinct types of organisms, the Bacteria and the Archaea. In subsequent years, molecular phylogenetic analyses indicated that eukaryotes and the Archaea represent sister groups in the tree of life. During the genomic era, it became evident that eukaryotic cells possess a mixture of archaeal and bacterial features in addition to eukaryotic-specific features. Although it has been generally accepted for some time that mitochondria descend from endosymbiotic alphaproteobacteria, the precise evolutionary relationship between eukaryotes and archaea has continued to be a subject of debate. In this Review, we outline a brief history of the changing shape of the tree of life and examine how the recent discovery of a myriad of diverse archaeal lineages has changed our understanding of the evolutionary relationships between the three domains of life and the origin of eukaryotes. Furthermore, we revisit central questions regarding the process of eukaryogenesis and discuss what can currently be inferred about the evolutionary transition from the first to the last eukaryotic common ancestor.

EVOLUÇÃO DA ÁRVORE DA VIDA...



CÉLULA PROCARIÓTICA TÍPICA

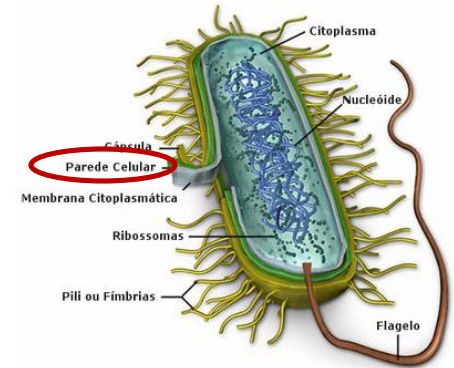


As células procariotas são pobres em organelas e membranas

Estruturalmente simples

Bioquimicamente diversas

PAREDE CELULAR



Função:

- Contenção da pressão de turgor;
- Envoltório rígido, responsável também pela forma da célula;

Domínio *Bacteria*

a) componente principal: peptidoglicano (> 100 tipos)

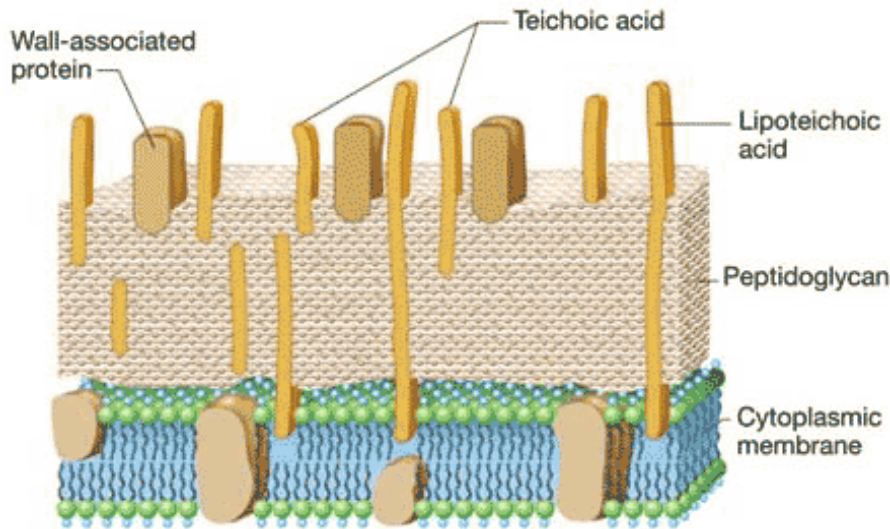
- açúcares aminados:

N-acetilglicosamina

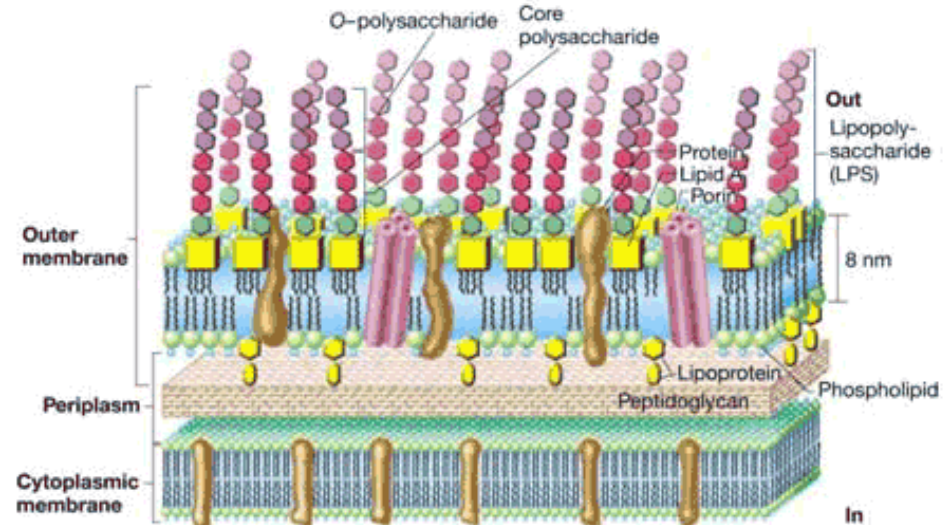
Ácido N-acetilmurâmico

- aminoácidos

GRAM POSITIVAS X GRAM NEGATIVAS



Gram positivas: 90 % da parede composta por peptideoglicano (até 20 camadas) 30-60 nm



Gram negativas: 10 % da parede composta de peptideoglicano (1-2 camadas) 2-3 nm

E AS ARQUEIAS??

- paredes com composição variável;
- sem peptidoglicano;
- algumas se comportam como Gram⁺, outras Gram⁻

a) Metanogênicas:

- * pseudopeptidoglicano;
- * polissacarídeos.

b) Halofílicas:

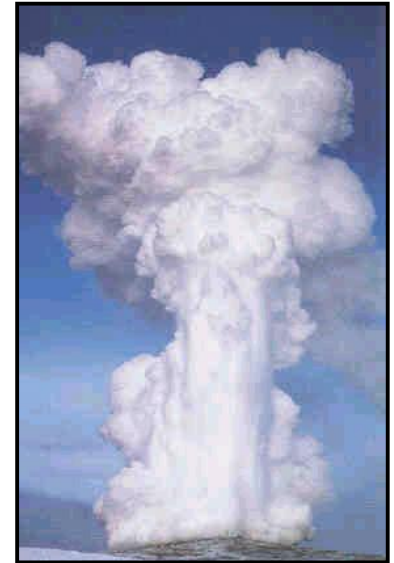
- * *Halococcus*: polissacarídeo sulfatado;
- * *Halobacterium*: glicoproteínas com cargas negativas.

c) Outras metanogênicas:

Methanococcus e *Methanospirillum*: proteínas;

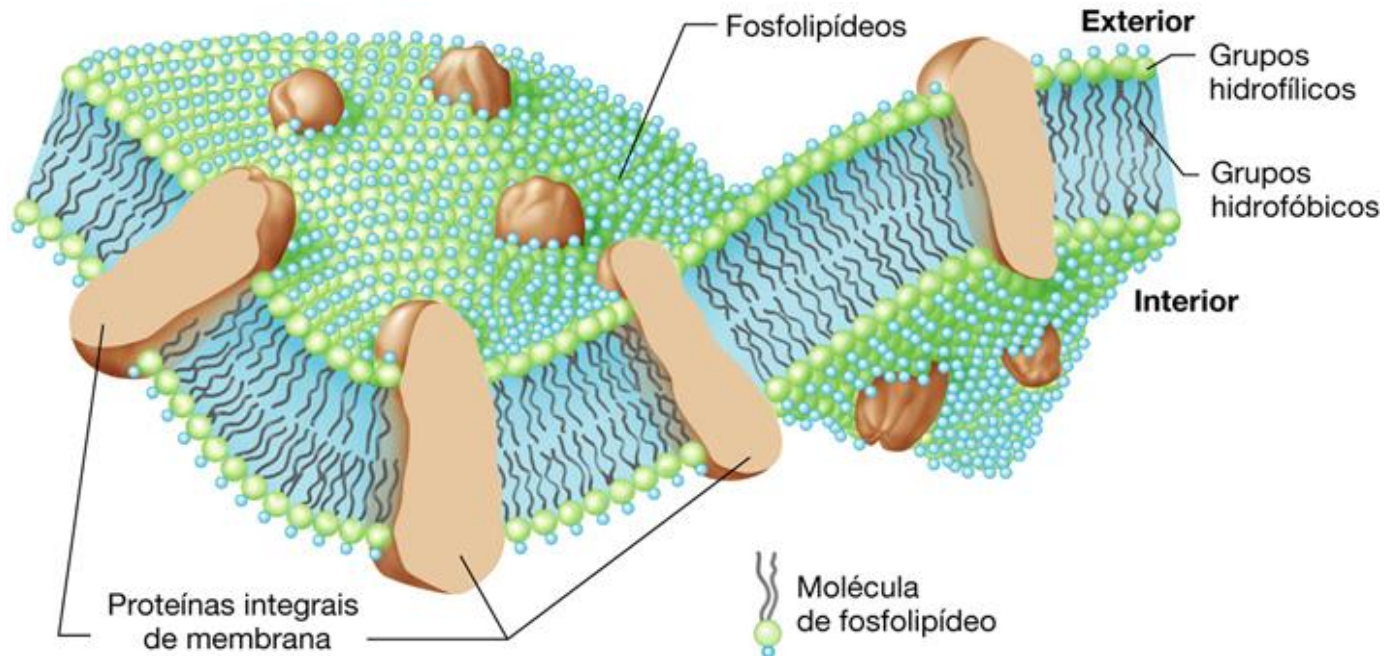
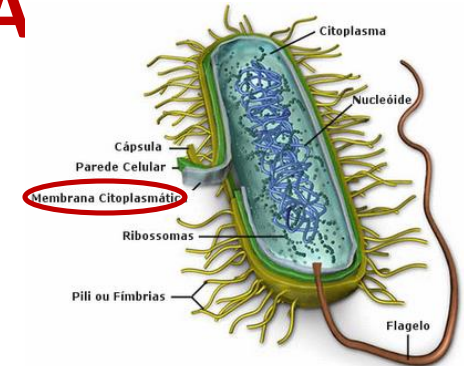
d) Hipertermofílicas:

- * *Sulfolobus*: glicoproteínas;
- * *Pyrodictium*: glicoproteínas (113°C).



MEMBRANA PLASMÁTICA

Composição: **lipídeos, proteínas e carboidratos**



Conservada em todos tipos celulares!!!

Tipos de lipídeos em BACTÉRIAS:

1. Glicerolipídeos
2. Glicolipídeos
3. Glicosfingolipídeos

<i>Escherichia coli</i>	
Fosfatidil etanolamina	70-75%
Fosfatidil glicerol (PG)	25%
Cardiolipina (CL)	5-10%

Porque essa diversidade na composição?

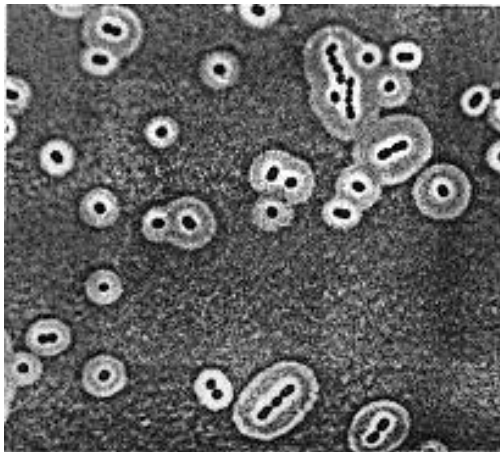
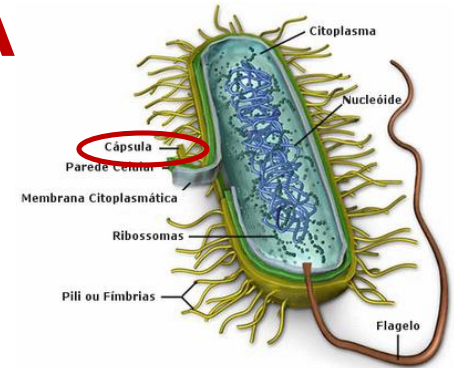
- A composição e o tipo de ácido graxo (ramificado ou não) depende do tipo de ambiente que a bactéria vive;
- Bactérias que vivem em temperaturas muito baixas, possuem uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados e ramificados, de modo a aumentar a fluidez da membrana;

GLICOCÁLICE – CAPSULA

Composição: glicoproteínas e/ou polissacarídeos:

Função:

- adesão;
- proteção contra dessecação e fagocitose;
- relacionada a patogenicidade.



Coloração negativa para visualização do glicocálice

CROMATÓFOROS E CLOROSSOMAS

Presentes e bactérias fotossintetizantes:

Ex: bactérias sulfurosas verdes.

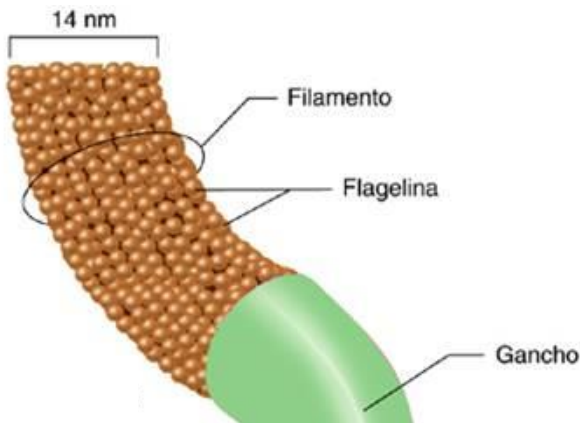
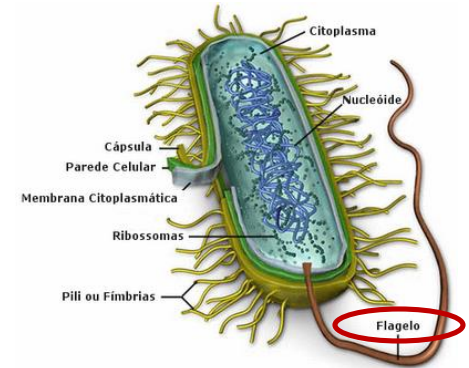
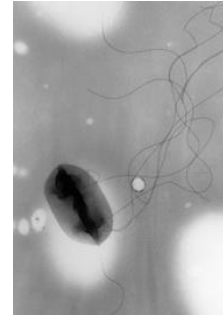


F. Rudy Turner and Michael T. Madigan

Ancestrais dos cloroplastos!!

FLAGELO

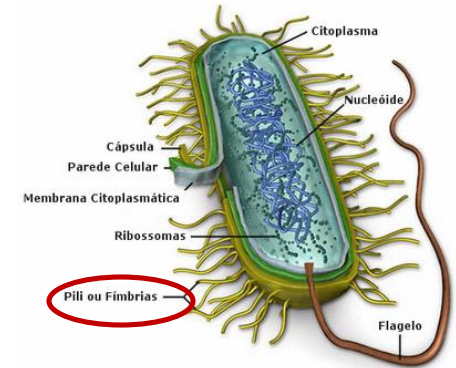
- ✓ mobilidade das bactérias e arqueas;
- ✓ estrutura flexível;
- ✓ semi-rígida;
- ✓ helicoidal;
- ✓ ancorada na superfície da célula.



Principais diferenças	Arqueae	Bactéria
Composição do flagelo	Vários tipos de flagelina	Único tipo de flagelina
Glicolisação	+	-
Diâmetro do filamento	10-14 nm	20 nm
Conservação das flagelinas	N-terminal conservado	N-e C- conservados

FÍMBRIAS E PILI

- Apêndices finos (3 a 10 nm);
- Retos e curtos;
- Natureza protéica – pilina.



Fimbrias

Numerosos: 1000/célula;

Proteínas adesinas;

Adesão específica da célula bacteriana a diferentes substratos.

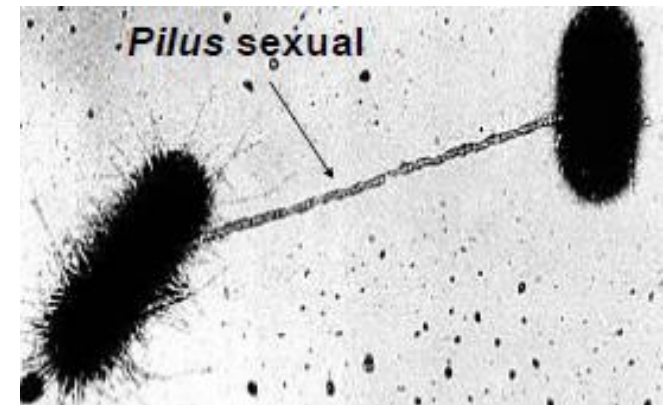
Pilus F ou fímbria sexual

< número 1 a 10;

Estrutura bastante longa e menos rígida;

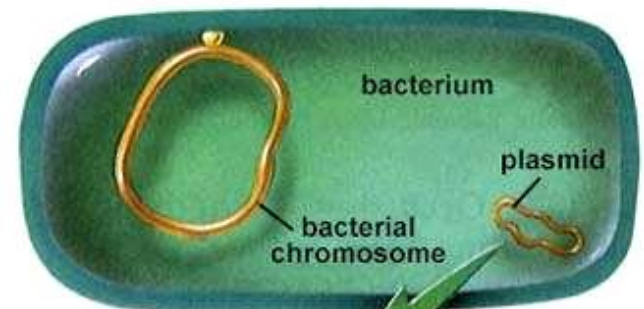
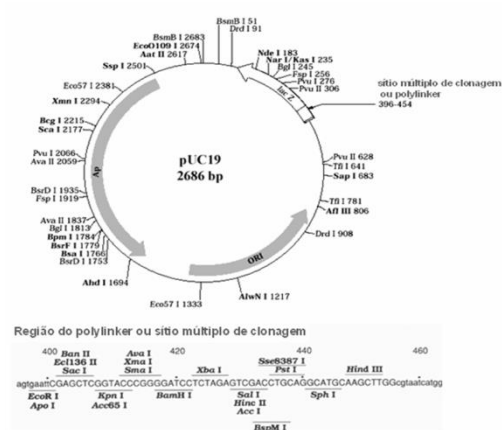
Reconhecimento de outras bactérias;

Transferência de genes denominado conjugação.



PROCARIOTOS E SEU GENOMA

- Cromossomo é muitas vezes uma única molécula circular;
- Podem apresentar plasmídeos (pequenos fragmentos de DNA circular e replicação autônoma);
- *Genoma pequeno e compacto (500 a 10000 genes);*



Os plasmídeos são muito utilizados na Engenharia Genética!

Eucariotos: englobam animais, vegetais, fungos uni e multicelulares, protistas unicelulares, oomicetos



Protista



Fungi

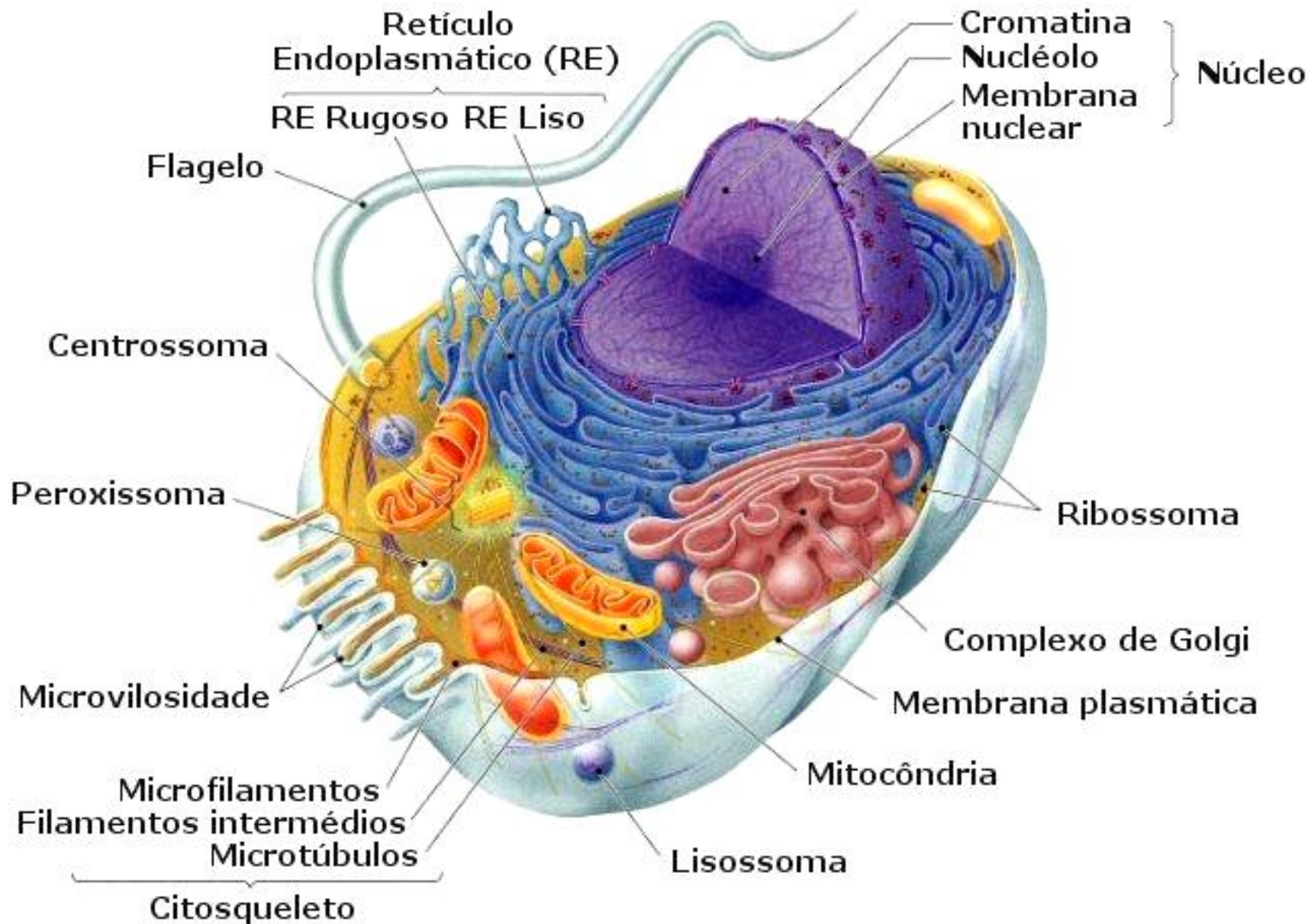


Plantae

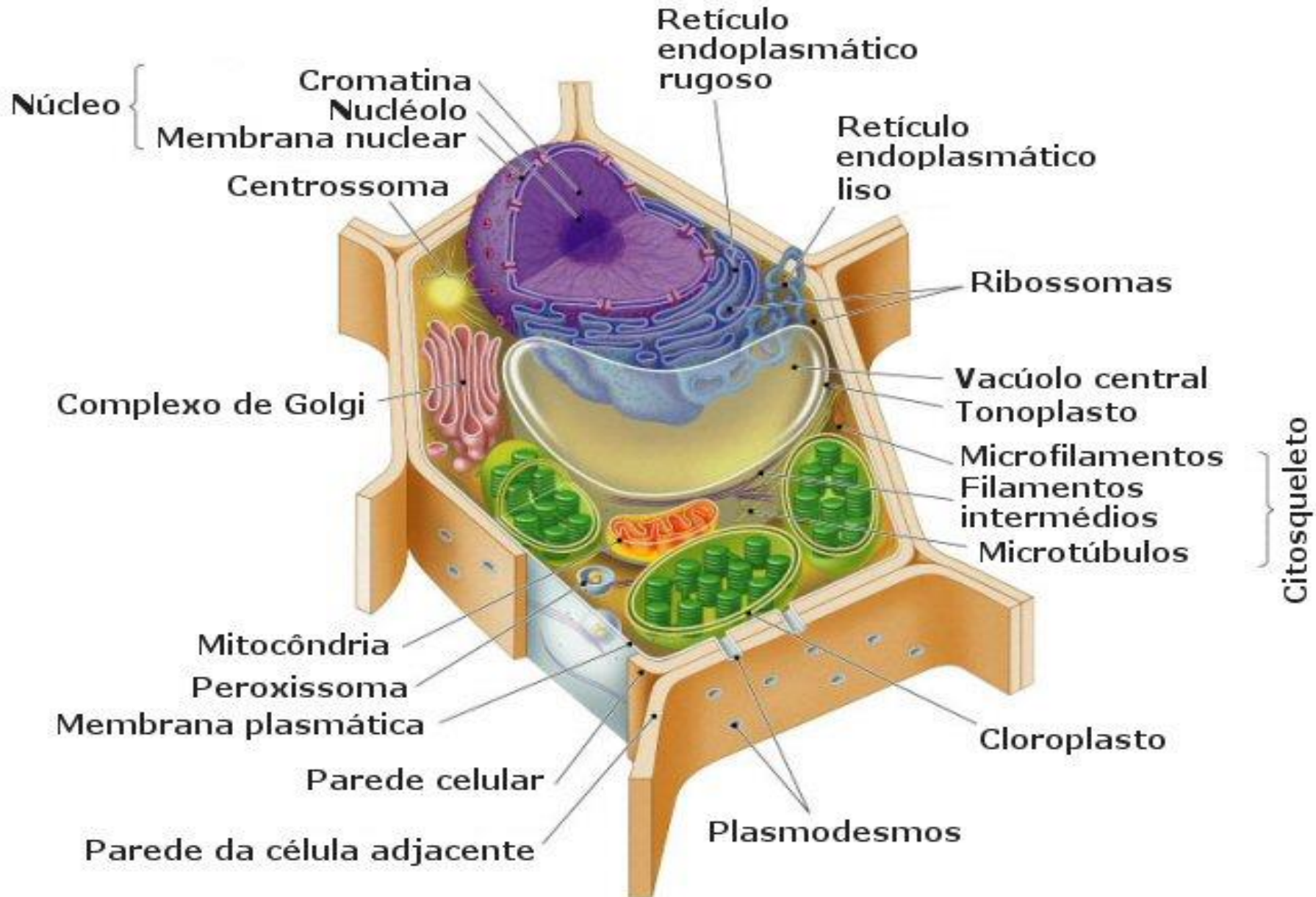


Animalia

CÉLULAS EUCARIÓTICAS (ANIMAL)

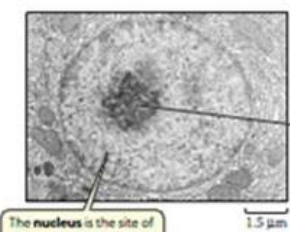


CÉLULAS EUCARIÓTICAS (VEGETAL)



Organização dos eucariotos (De Roberts et al. 2003)

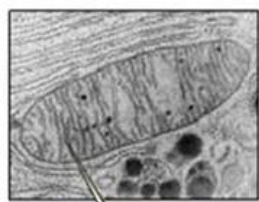
Principais componentes	Subcomponentes	Função principal
Membrana celular	Parede celular Cobertura celular Membrana plasmática	Proteção Interações celulares Permeabilidade, endo e exocitose
Núcleo	Cromossomos Nucléolo	Genes Síntese dos ribossomos
Citoplasma		
Citosol	Enzimas solúveis Ribossomos	Glicólise Síntese proteica
Citoesqueleto	Microtúbulos e Microfilamentos	Forma e mobilidade celular
Organelas microtubulares	Centrômeros e centríolos Corpusculos basais e cílios	Divisão celular Motilidade celular
Sistema de endomembrana	Membrana nuclear Retículos endoplasmático Complexo de Golgi Endossomos e lisossomos	Permeabilidade nuclear Síntese e processamento Secreção Digestão
Organelas de membrana	Mitocôndria Cloroplasto Perixossomo	Síntese de ATP Fotossíntese Proteção



Nucleolus

1.5 μm

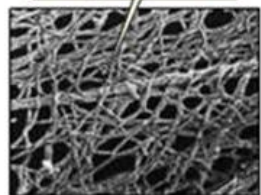
The nucleus is the site of most cellular DNA which, with associated proteins, comprises chromatin.



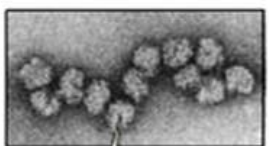
Mitochondria are the cell's power plants.

0.8 μm

A cytoskeleton composed of microtubules and microfilaments supports the cell and is involved in cell and organelle movement.



25 nm



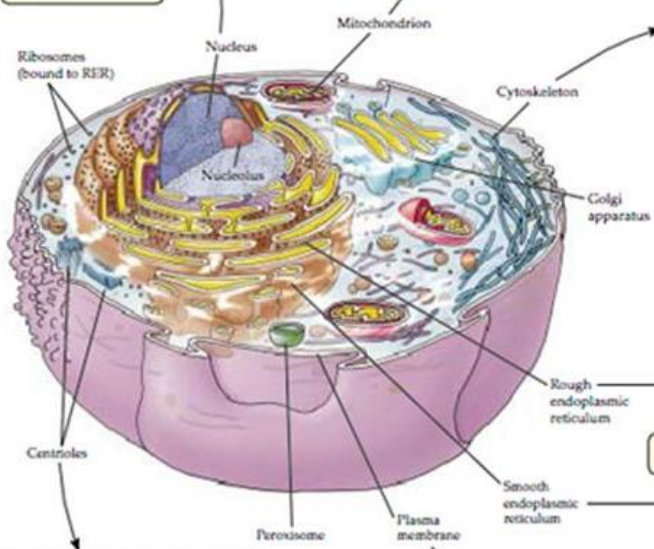
Ribosomes manufacture proteins.

25 nm

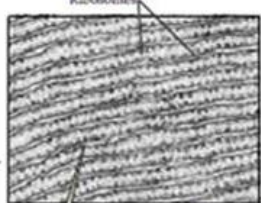
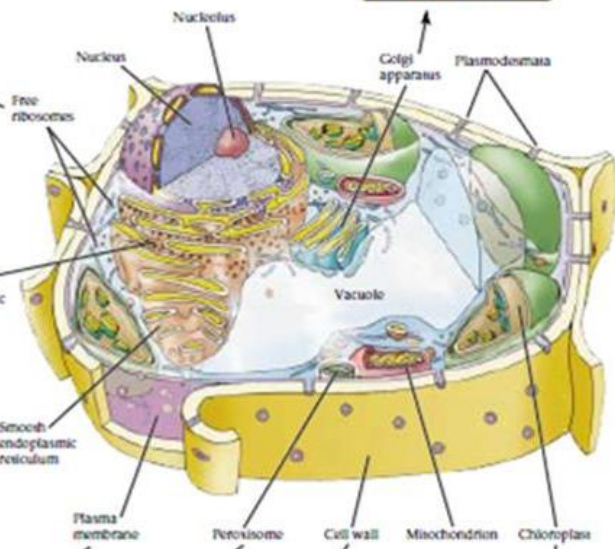


The Golgi apparatus processes and packages proteins.

0.5 μm

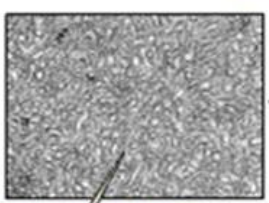


A PLANT CELL



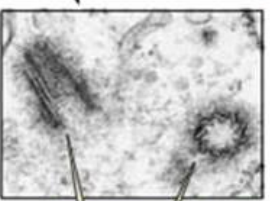
The rough endoplasmic reticulum is the site of much protein synthesis.

0.5 μm



Proteins and other molecules are chemically modified in the smooth endoplasmic reticulum.

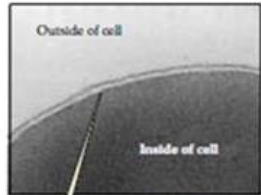
0.5 μm



Centrioles are associated with nuclear division.

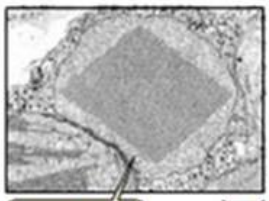
0.1 μm

AN ANIMAL CELL.



The plasma membrane separates the cell from its environment and regulates traffic of materials into and out of the cell.

30 μm



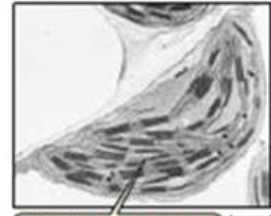
Peroxisomes break down toxic peroxides.

0.75 μm



A cell wall supports the plant cell.

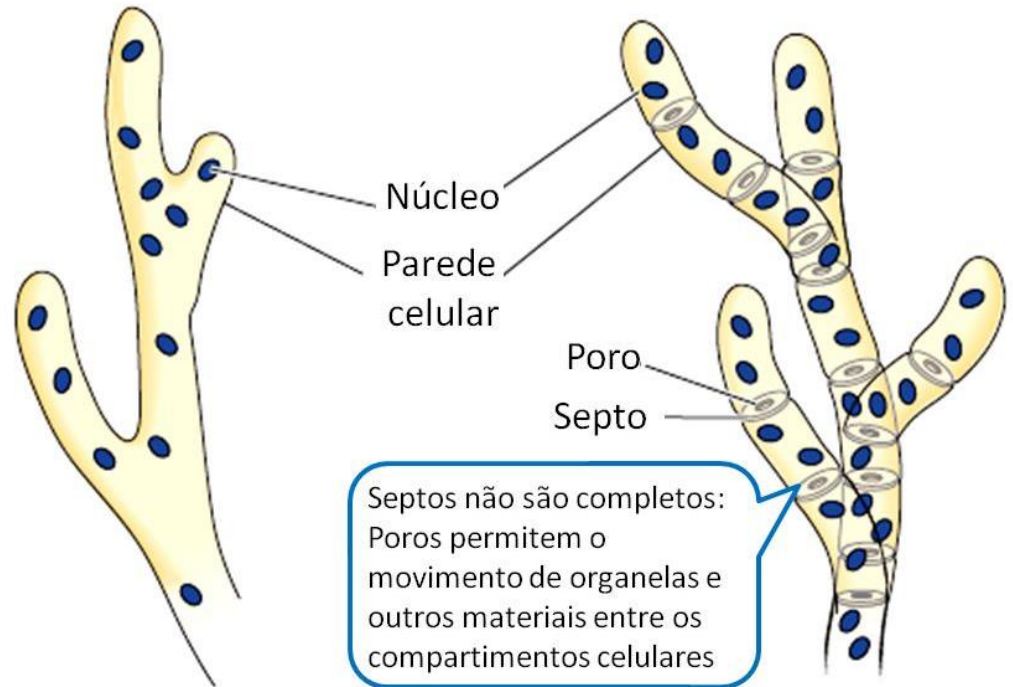
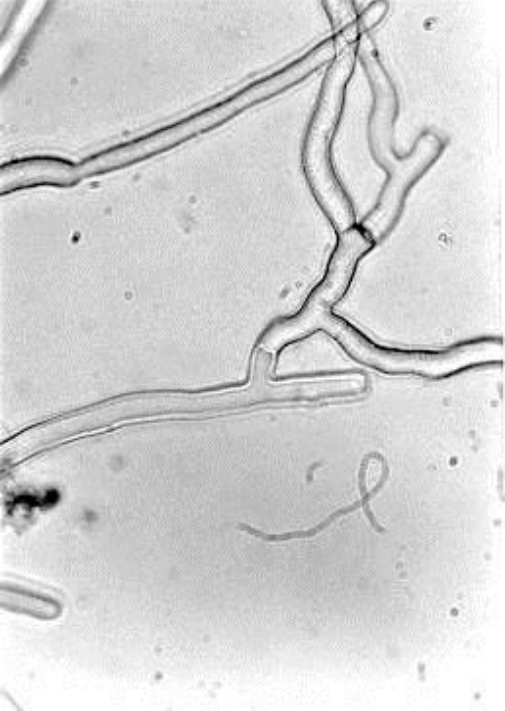
0.75 μm



Chloroplasts harvest the energy of sunlight to produce sugar.

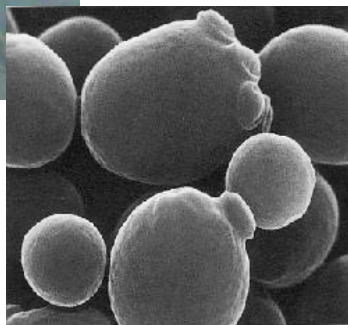
1 μm

FUNGOS



Hifa cenocítica

Hifa septada



HÁ TAMBÉM OS FUNGOS UNICELULARES!!

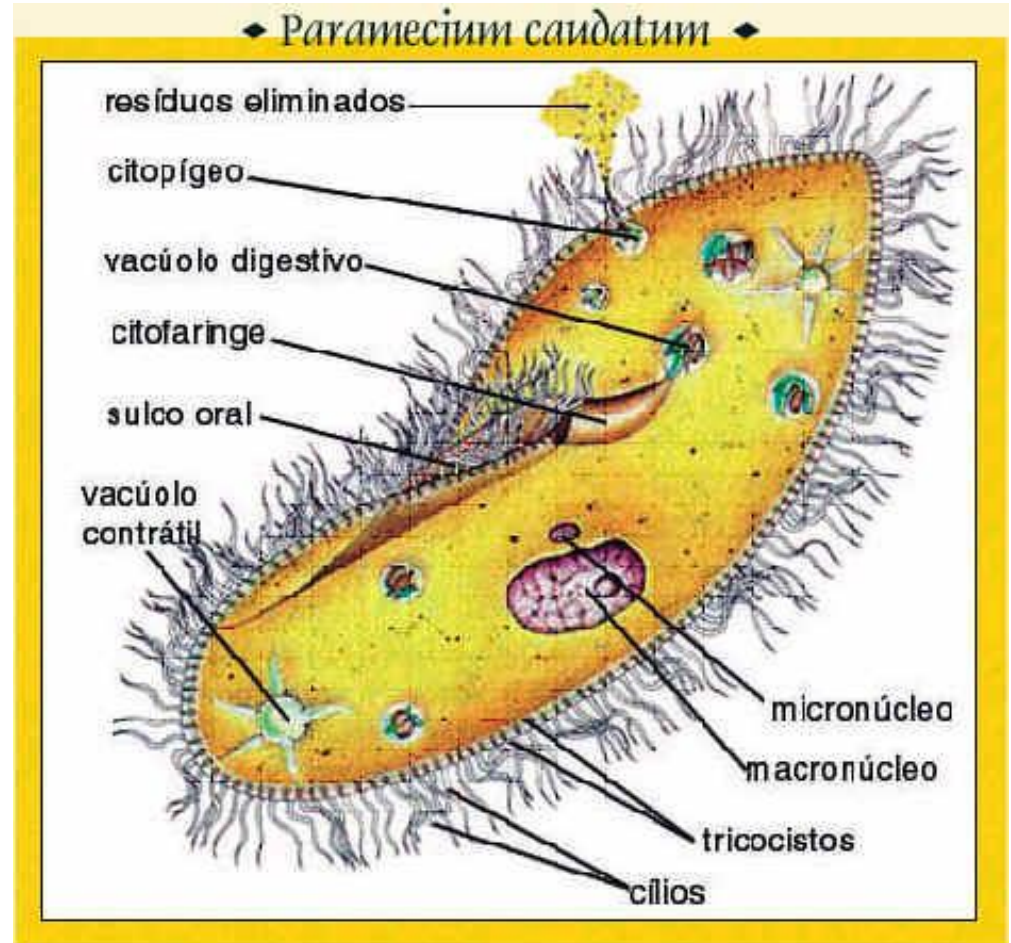


Armillaria ostoyae

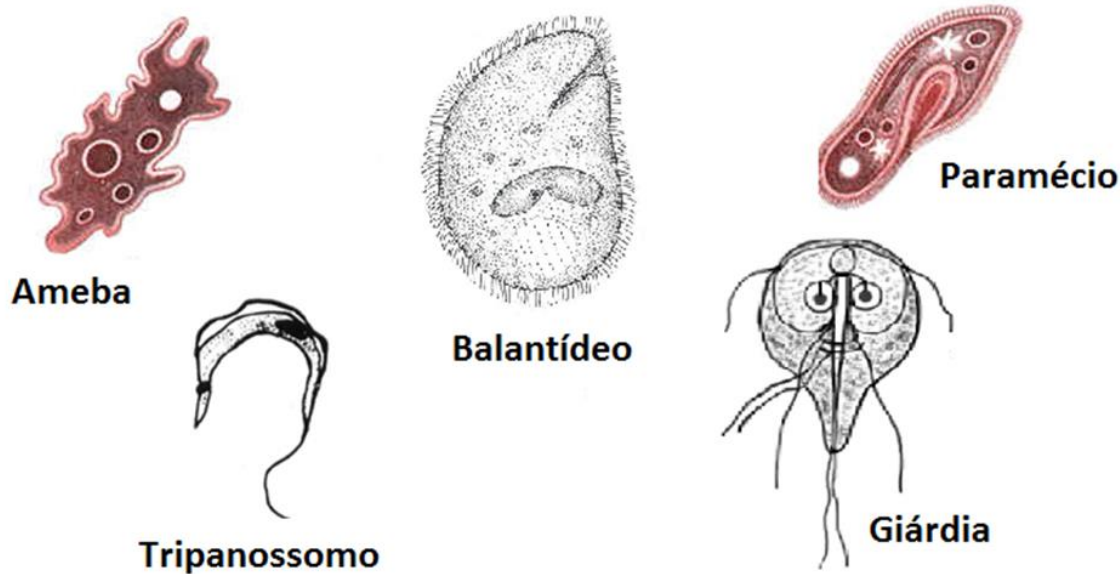


- ocupa 8,9 km² de floresta nas *Blue Mountains*, Estado de Oregon (EUA) → estima-se 2.400 anos de idade

PROTOZOÁRIOS



DIVERSIDADE ...

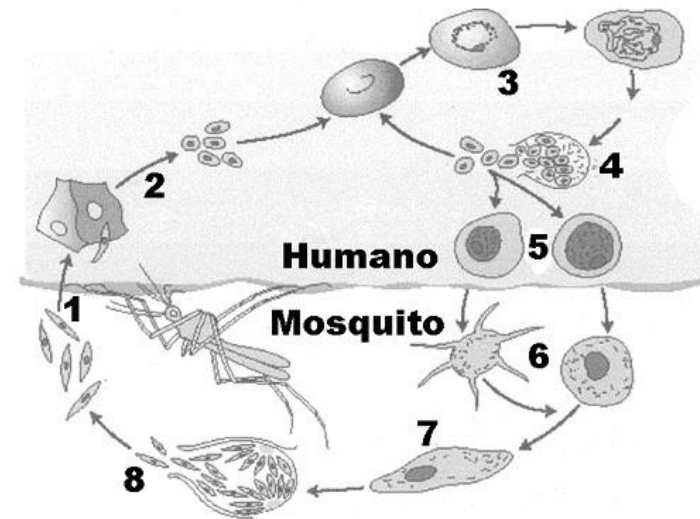


Giárdia – anaeróbica sem mitocôndria!

Na verdade tem uma mitocôndria extremamente pequena!!!

CAUSADORES DE DIVERSAS DOENÇAS ...

Dimorfismos celular
Grande variedade de composição de parede celular!



A Eukaryote without a Mitochondrial Organelle

Anna Karnkowska,^{1,2,7,*} Vojtěch Vacek,¹ Zuzana Zubáčová,¹ Sebastian C. Treitli,¹ Romana Petrželková,³ Laura Eme,⁴ Lukáš Novák,¹ Vojtěch Žárský,¹ Lael D. Barlow,⁵ Emily K. Herman,⁵ Petr Soukal,¹ Miluše Hroudová,⁶ Pavel Doležal,¹ Courtney W. Stairs,⁴ Andrew J. Roger,⁴ Marek Eliáš,³ Joel B. Dacks,⁵ Čestmír Věček,⁶ and Vladimír Hampl^{1,*}

¹Department of Parasitology, Charles University in Prague, Prague 12843, Czech Republic

²Department of Molecular Phylogenetics and Evolution, University of Warsaw, Warsaw 00478, Poland

³Department of Biology and Ecology, University of Ostrava, Ostrava 710 00, Czech Republic

⁴Department of Biochemistry and Molecular Biology, Dalhousie University, Halifax, NS B3H 4R2, Canada

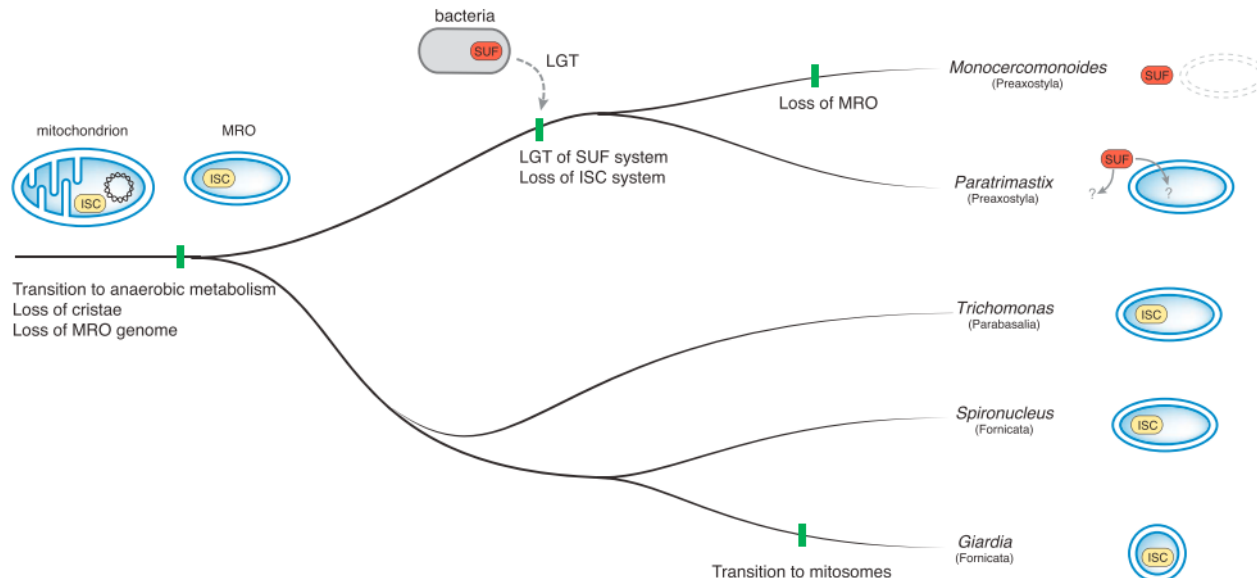
⁵Department of Cell Biology, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2H7, Canada

⁶Institute of Molecular Genetics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague 14220, Czech Republic

⁷Present address: Department of Botany, University of British Columbia, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada

*Correspondence: ankarn@biol.uw.edu.pl (A.K.), vlada@natur.cuni.cz (V.H.)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.053>



Células de procariotos

Estruturas exteriores	
Parede celular	Presente (proteína-polissacarídeo)
Membrana celular	Presente
Flagelo	Pode estar presente
Estruturas interiores	
R. E.	Ausente
Ribossomos	Presente
Microtúbulos	Ausente
Centríolos	Ausente
Complexo de Golgi	Ausente
Núcleo	Ausente
Mitocôndria	Ausente
Cloroplastos	Ausente
Cromossomo	Presente (muitas vezes único e circular)
Lisossomos	Ausente
Vacúolos	Ausente
Peroxisomos	Ausente

Células de eucariotos

Estruturas exteriores	
Parede celular	Pode estar presente (celulose, lignina, pectina, quitina...)
Membrana celular	Presente
Flagelo	Pode estar presente
Estruturas interiores	
R. E.	Presente
Ribossomos	Presente
Microtúbulos	Presente
Centríolos	Pode estar presente (animais)
Complexo de Golgi	Presente
Núcleo	Presente
Mitocôndria	Presente
Cloroplastos	Pode estar presente (plantas)
Cromossomo	Presente
Lisossomos	Pode estar presente (animais)
Vacúolos	Pode estar presente (plantas, fungos e protistas)
Peroxisossomos	Presente

Estruturas exteriores	Eucariotos	Procaríoto
Tamanho da célula	5 – 100 µm	0,1 – 1 µm
Parede celular	Pode estar presente (celulose, lignina, pectina, quitina, alginato, principalmente)	Pode estar presente (peptídeoglicana, pseudopeptídeoglicana)
Membrana celular	Presente	Presente
Locomoção	Flagelos ondulantes/cílios/movimento amebóide	Flagelo rotativo/cílios/deslizamento
Estruturas interiores		
Localização dos cromossomos	Núcleo com membrana	Nucleóide sem membrana
Cromossomo	Linear	Muitas vezes único e circular
DNA extracromossômico	Mitocondrial e Cloroplastidial	Plasmídios
Ribossomos	Presente (40 e 60S/80S)	Presente (30 e 50S/70S)
Microtúbulos/centrossomo	Presente (centríolos em células animais)	Ausente
Complexo de Golgi/ R.E.	Presente	Ausente
Vacúolos	Pode estar presente	Ausente
Mitocôndria	Presente (respiração)	Ausente (respiração na membrana)
Cloroplastos	Pode estar presente (plantas)	Ausente
Lisossomos	Pode estar presente (animais)	Ausente
Peroxisomos	Presente	Ausente

ESTUDO DIRIGIDO:

1. Diferenças entre Eucariotos e Procariotos.
2. Estrutura da célula de procarioto.
3. Diferenças entre Bactérias e Arqueas.
4. Estrutura da célula de eucarioto.
5. Função das organelas em eucariotos.

Capítulo 1 – Célula

De Robertis, E.M.F.; Hib, J. 2014.
Biologia Celular e Molecular. 16ª
Edição. Editora Guanabara Koogan,
Rio de Janeiro.

