

LFN 0225 – Microbiologia Geral

Microbiologia – histórico

Classificação dos seres vivos

Histórico da Microbiologia em cinco períodos:



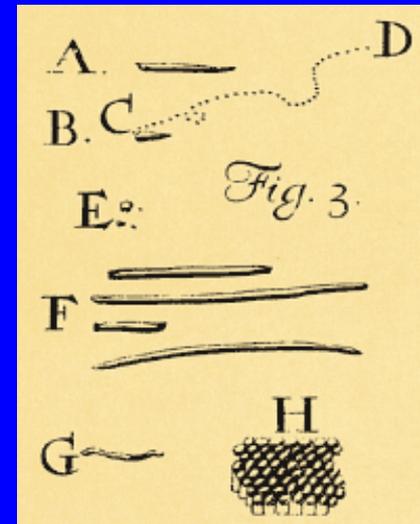
Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 1 - Descoberta

Microscópio construído por Antony van Leeuwenhoek (1674) e esquema de bactérias da cavidade oral humana observadas pelo mesmo



Aumento máximo de 200 a 300 vezes



“Animáculos” observados

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 1 - Descoberta

Algumas descobertas importantes na ciência são feitas por amadores, em vez de por cientistas profissionais. Uma das maiores figuras na história da microbiologia possuía seu próprio armazém, era zelador da prefeitura e servia como provador oficial de vinhos para a cidade de Delft, na Holanda. Antony van Leeuwenhoek (1632-1723; Figura P.1) estava familiarizado com o uso de lentes de aumento para inspecionar fibras e tecelagens de roupas. Como um *hobby*, ele polia lentes de vidro e as montava entre finas placas de prata ou bronze para formar simples microscópios (Figura P.2). Ele não foi a primeira pessoa a usar o microscópio para estudar organismos doentes ou outros organismos vivos extremamente pequenos. Mas Leeuwenhoek tinha uma curiosidade insaciável sobre o mundo natural, e a descrição detalhada que fez sobre o que viu tornou-o um dos fundadores da microbiologia.

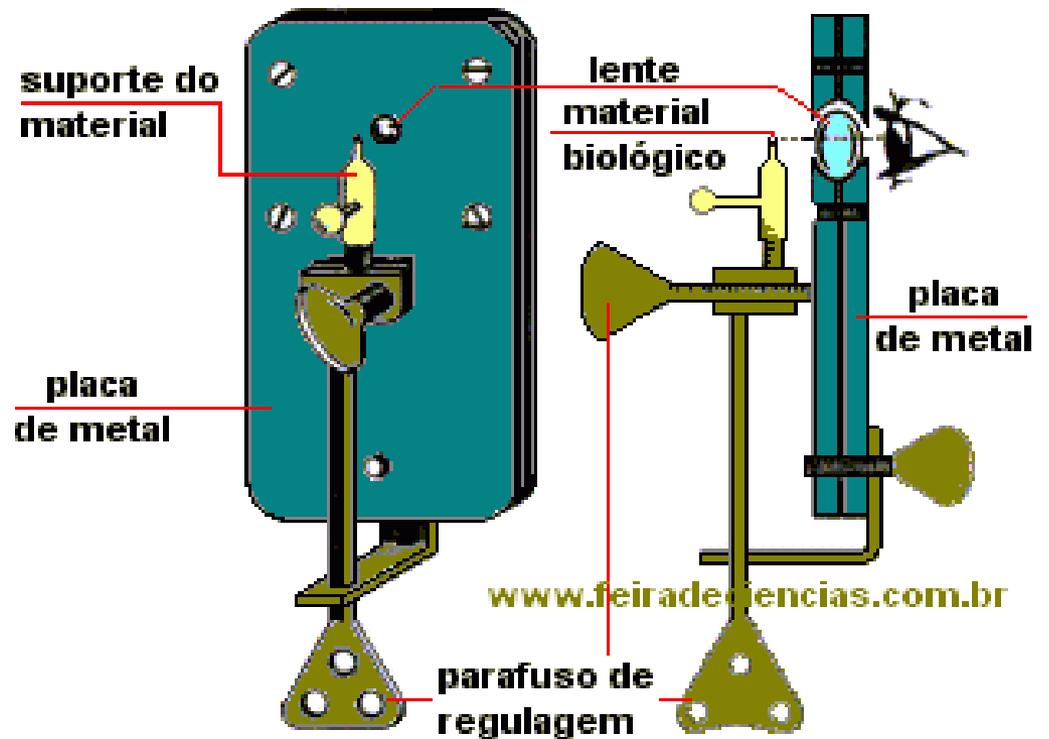


Pelczar. Vol. 1. Pág. 3

Antony van Leeuwenhoek – um dos fundadores da Microbiologia

Pronuncia-se "lêiven-ruk"

Microscópio de van Leeuwenhoek (1674)





Eu posso julgar por mim mesmo, apesar de ter boa higiene bucal, que todas as pessoas que vivem na Holanda não são tantas quanto os animais vivos que eu carrego em minha boca..."



10 - 100 trilhões de células
200-2000 trilhões de micróbios



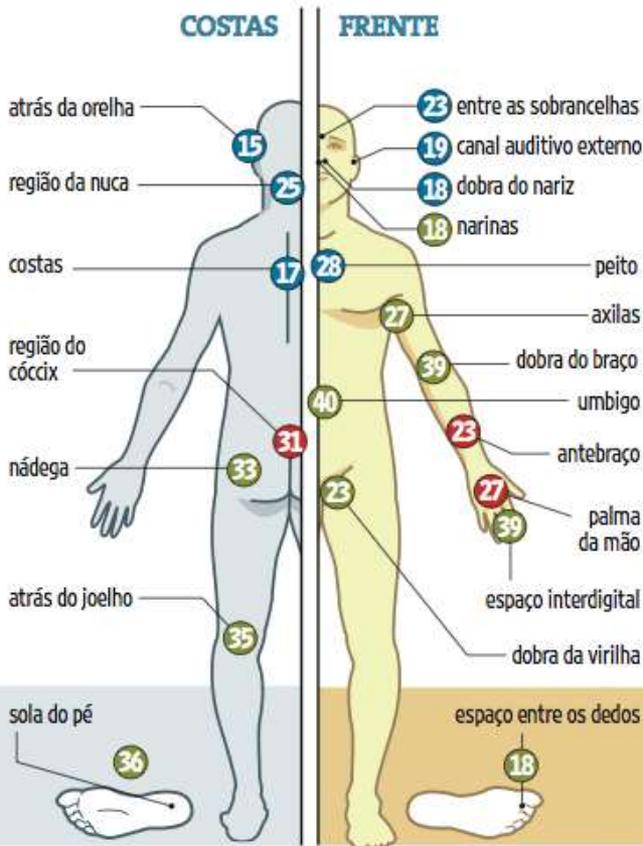
Cerca de metade da biomassa do planeta é constituída por microrganismos, sendo os 50% restantes distribuídos entre plantas (35%) e animais (15%).

Folha de S.P.

PELE COLONIZADA

Os 20 pontos do corpo humano ricos em bactérias

Números aproximados de espécies de microorganismos



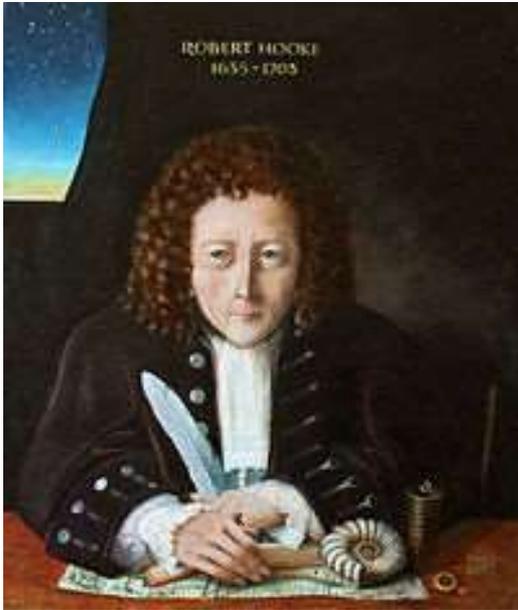
Fonte: "Science"

Você lava bem as suas mãos?

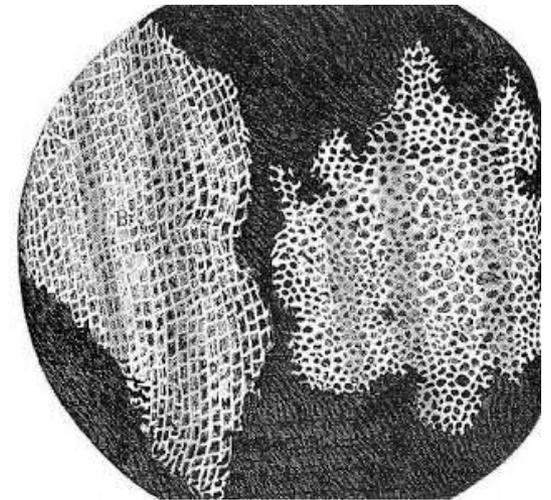
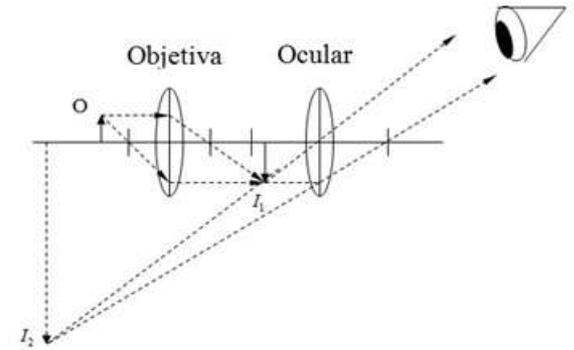


Em um simples beijo, trocamos 250 mil bactérias!!

Mononucleose infecciosa!
(Doença do beijo - Comum faixa etária 15 - 25 anos)



Robert Hooke* (1653-1703)

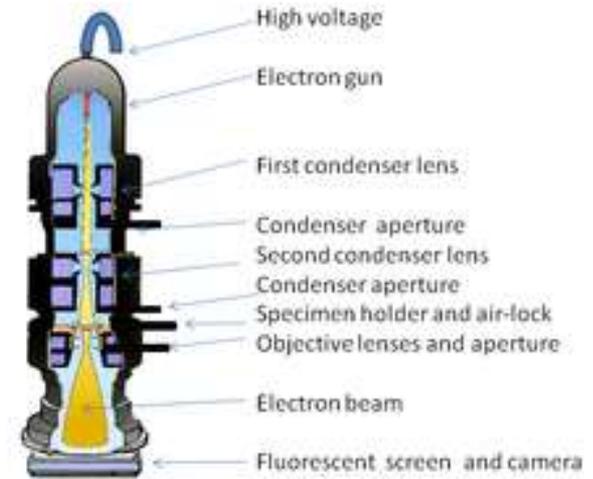


Microscópio *composto*

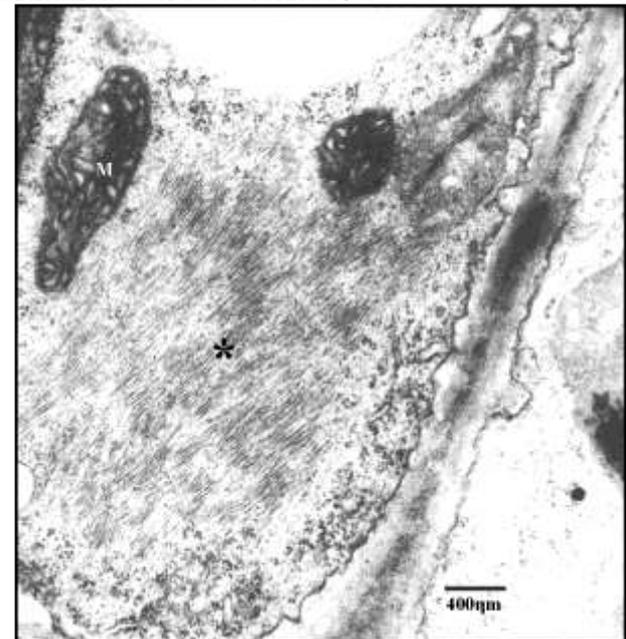
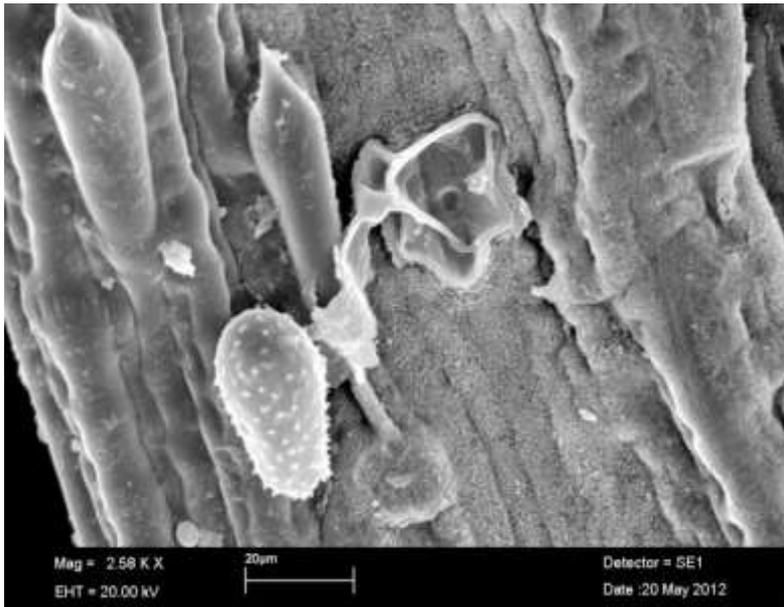
Cortes de cortiça:
descoberta das células

*(Cientista britânico)

Microscopia eletrônica – muito importante ao desenvolvimento da Microbiologia – a partir de 1940



Transmission Electron Microscope



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 2 – Qual a origem ?

Abiogênese
(geração espontânea)

X

Biogênese
(vida gera vida)

Período 2: Qual a origem dos microrganismos?

Abiogênese

- John Needham (1745) e o caldo de carne
- Spallanzani (1769) - frascos vedados

Needham >



1713 - 1781

Spallanzani >



1729 - 1799

Needham combatia Spallanzani dizendo que o ar era fundamental para a geração da vida!

Fórmula para gerar ratos, típica daquela época:
misturar roupas usadas com feixes de trigo e deixar repousar em um frasco aberto por aproximadamente 21 dias.

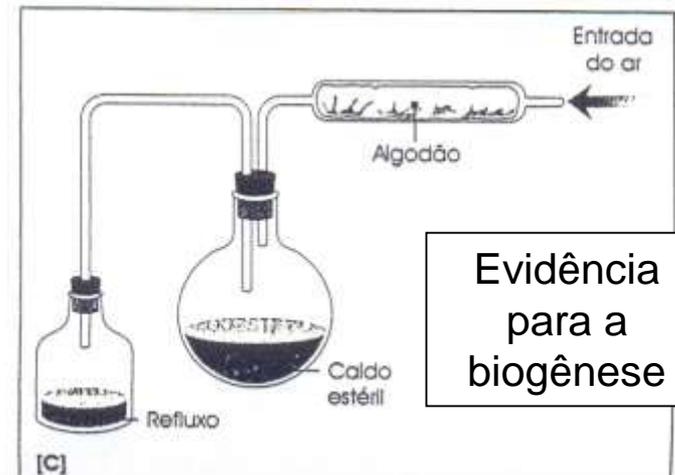
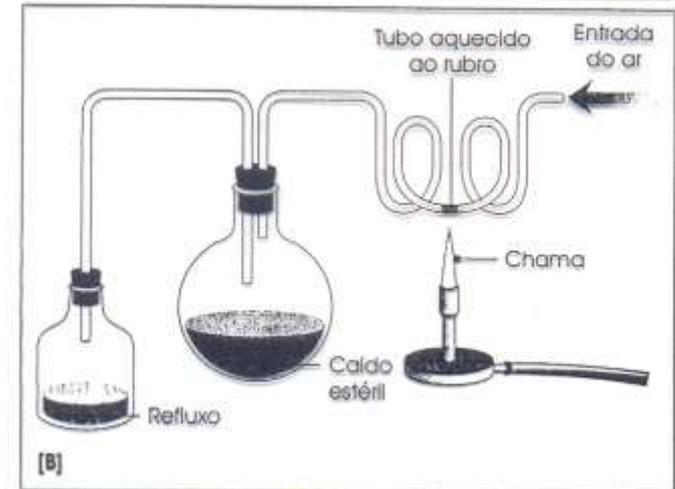
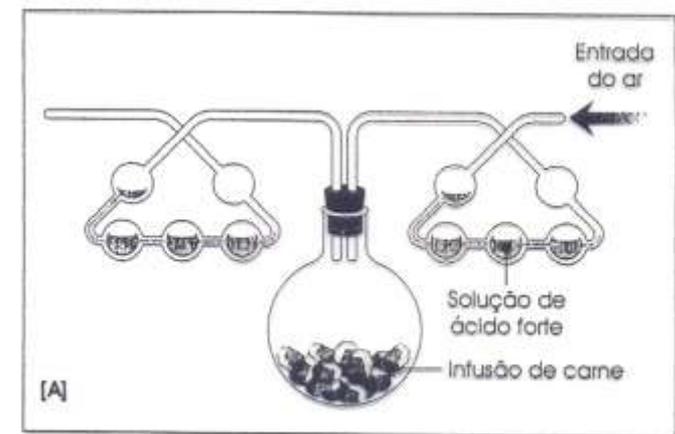
Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 2 – Qual a origem ?

Abiogênese
X
biogênese

- | | | |
|-----|------------|--------|
| (A) | - Schulze | (1836) |
| (B) | - Schwann | (1837) |
| (C) | - Schroder | (1854) |

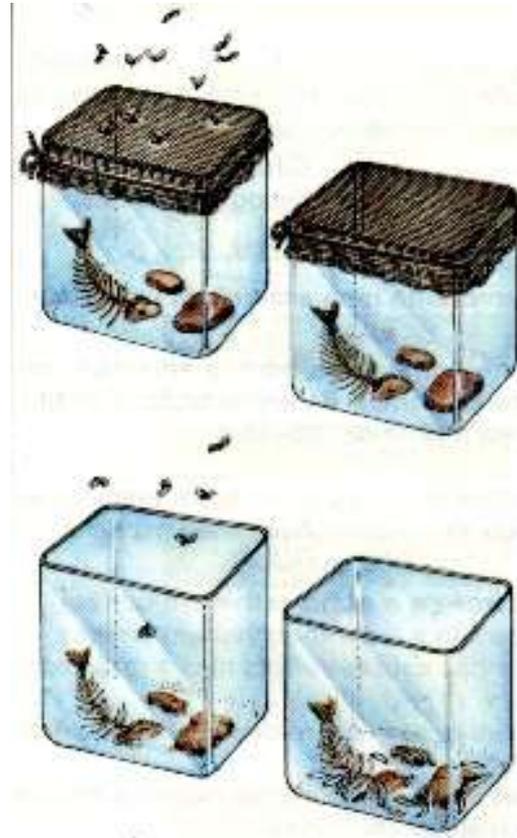
Controvérsia da “essencialidade do ar”
... o ar era essencial à vida e também para a
geração espontânea dos microrganismos ...



Evidência
para a
biogênese

Período 2: Qual a origem dos microrganismos? Biogênese

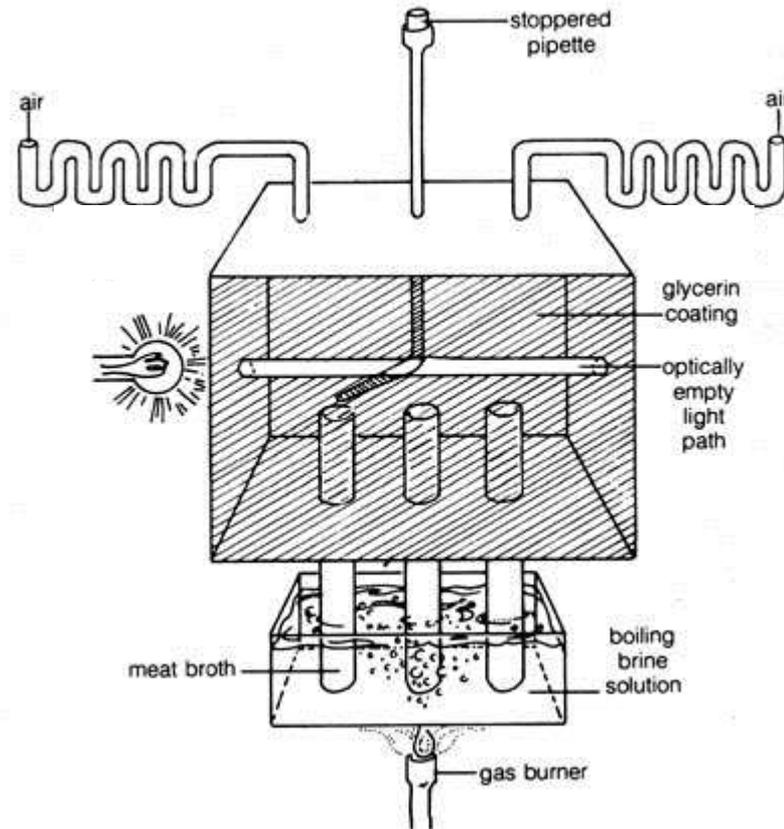
Francesco Redi* (1668) - larvas de insetos vinham dos ovos



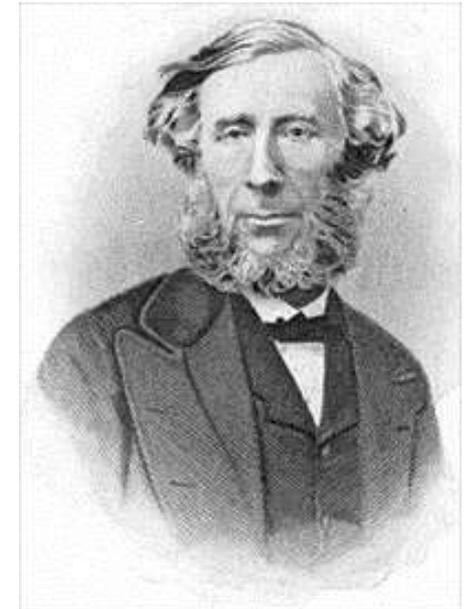
(*Médico italiano)

Período 2: Qual a origem dos microrganismos? Biogênese

Expoentes da biogênese: John Tyndall* e a caixa livre de poeira (câmara asséptica)



Abiogênese –
calor destruía
a “força vital”

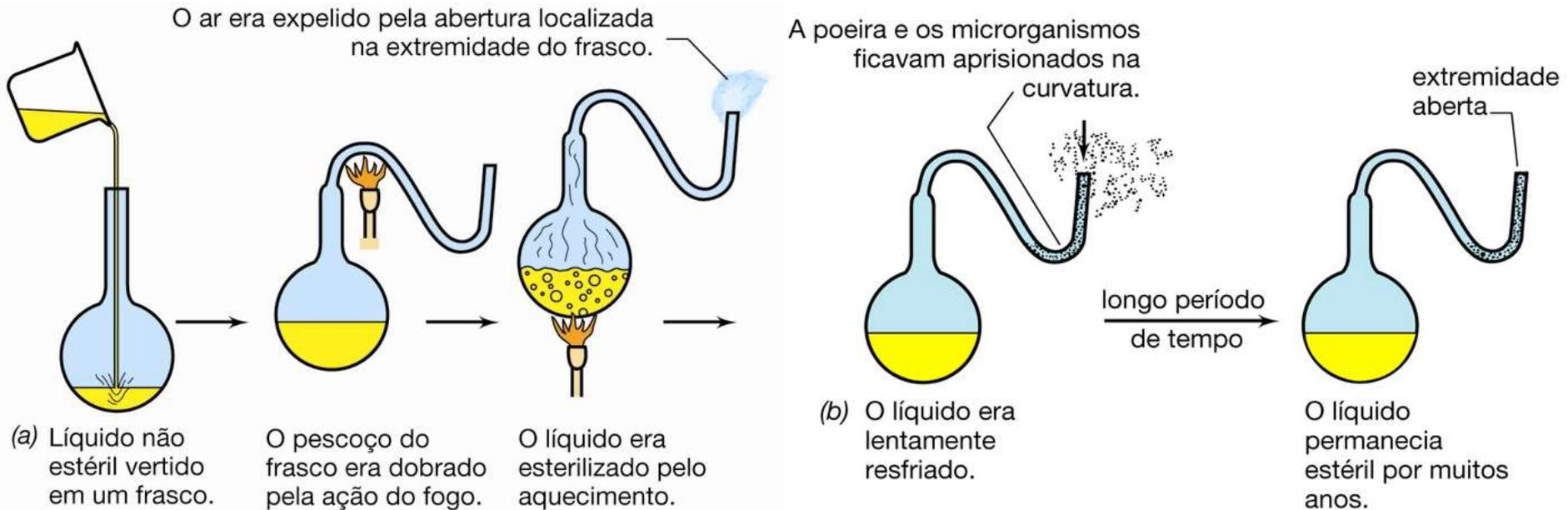


Tyndall (1820-1883)

(*Físico)

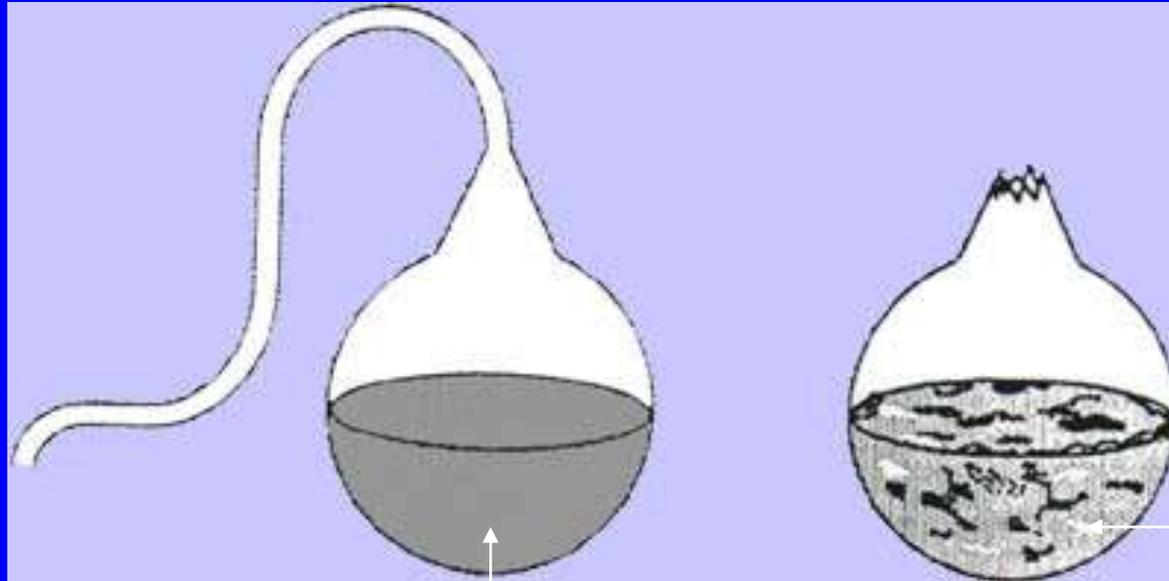
Período 2: Qual a origem dos microrganismos? Biogênese

Expoentes da biogênese: Louis Pasteur* (1822- 1895) e o pescoço de cisne (1860)



(*Químico francês)

O experimento de Louis Pasteur - frasco com pescoço de cisne



Enquanto o gargalo do frasco não foi quebrado, o caldo permaneceu claro e livre de microrganismos.

Quando o gargalo do frasco foi quebrado, o caldo se tornou turvo e cheio de microrganismos. Isso provou que os microrganismos tinham vindo do ar e não tinham sido gerados espontaneamente pelo próprio caldo.

Louis Pasteur



“Não há condição conhecida hoje em dia pela qual vocês possam afirmar que seres microscópicos vêm ao mundo sem germes, sem pais iguais a eles. Os que defendem isso exercitam o esporte das ilusões, das experiências malfeitas, viciadas por erros que não foram capazes de reconhecer e que não souberam como evitar”

(07/abril/1864 - Sorbonne)

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 3 – Qual a função ?

Teoria microbiana da fermentação (1850) - Pasteur

Período 3: Qual a função?

A Teoria Microbiana da Fermentação

... mais uma vez Pasteur!!

- Micróbios são os agentes fermentadores do vinho (**função**)
(a fermentação não produzia microrganismos)
- Microrganismos do suco de uva podem ser eliminados mediante aquecimento controlado (**pasteurização**)
- Após a pasteurização do suco de uva, adicionava uma amostra de vinho bom para produzir mais vinho de qualidade



"O vinho é um poço de microrganismos: uns lhe conferem vida,
outros o destroem"

Pasteur

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 3 – Qual a função ?

Teoria microbiana da fermentação (1850) - Pasteur

Requeima da batata (1845-1846) – Anton de Bary (1853)*



Phytophthora em batata

* Heinrich Anton de Bary – Médico-botânico alemão

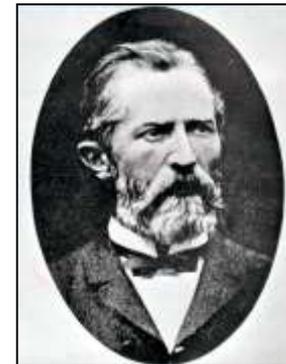
Período 3: Qual a função dos microrganismos?

Fato importante na área agrícola:

Epidemia da requeima da batata na Irlanda



De Bary (1853) concluiu que a doença era causada por
Phytophthora infestans



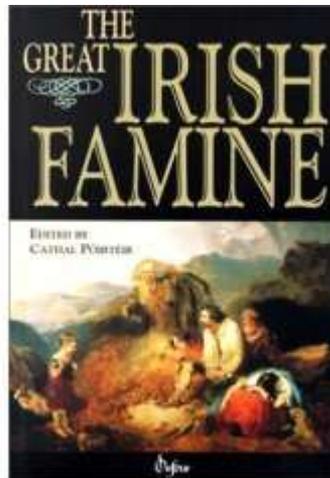
Anton de Bary
("Father of plant pathology")



A Grande Fome Irlandesa

1 milhão de óbitos

No mínimo mais um milhão de pessoas foram forçadas a deixar o país



Phytophthora, the unique plant destroyer



O “fungo” que fez de Kennedy o presidente dos Estados Unidos da América



The **Great Irish Potato Famine** or the **Great Hunger**, in Ireland between 1845 and 1852

- *Phytophthora infestans* repeatedly devastated potato plants (1846 to roughly 1856)
- Most people were solely reliant on this cheap crop at that time
- During the famine, approximately 1 million people died and a million more emigrated from Ireland, many to the USA
 - Also the Kennedy family



John F. Kennedy (president 1961)

Phytophthora, a small organism with great influence on world politics!

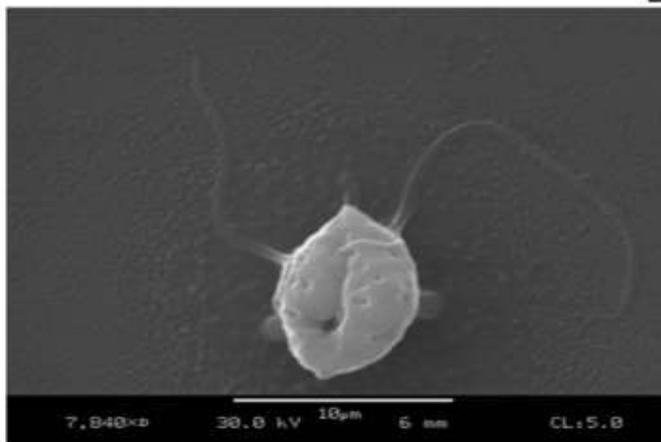
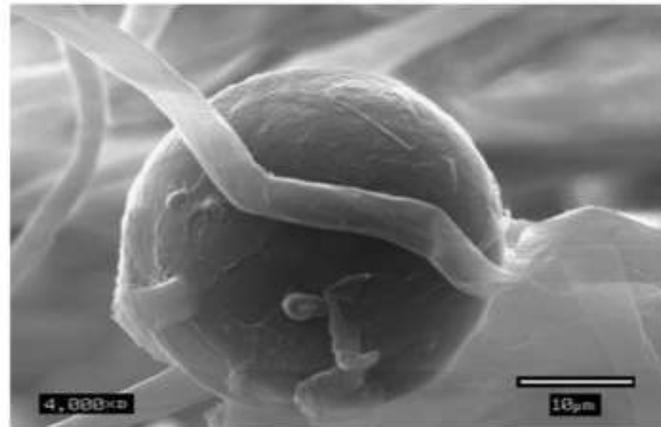


THE MONTY PYTHON PRESENTS

GANGS OF NEW YORK

NOW AVAILABLE ON
DVD AND VIDEO

O culpado: *Phytophthora infestans*, um fungo que não é fungo!



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 3 – Qual a função ?

Teoria microbiana da fermentação (1850) - Pasteur

Requeima da batata (1845-1846) – Anton deBary (1853)*

Teoria microbiana da doença (1876) – Koch**

* Heinrich Anton de Bary – Médico-botânico alemão

** Robert Koch – Médico alemão

Período 3: Qual a função dos microrganismos?

- Teoria Microbiana da Doença - 1876, Robert Koch

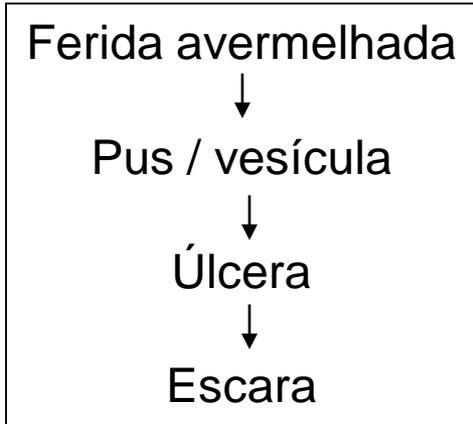


Descobriu agente causal do carbúnculo, hoje temível bactéria...

Seus Postulados ficaram famosos e são usados até hoje.

Carbúnculo - antrax (*Bacillus anthracis*)

Forma respiratória Insuficiência Morte



meio para culturas puras...outra contribuição de Koch:
a utilidade do ágar.



Fase 3: Qual a função dos microrganismos?

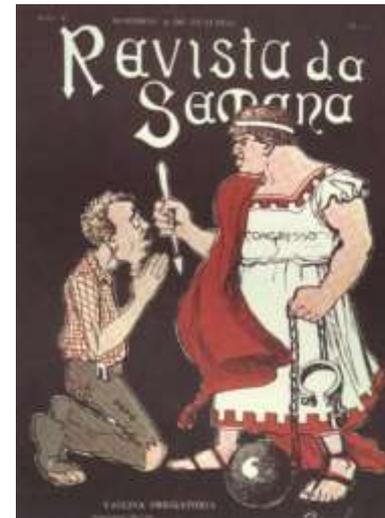
Teoria Microbiana da doença no Brasil

Oswaldo Cruz (1872-1917)



Febre amarela, peste bubônica
e varíola
Revolta da Vacina (varíola) em 1904

<http://portal.fiocruz.br/pt-br/node/473>



Capa da Revista
da Semana sobre
a Revolta da
Vacina, outubro
de 1904



Revolta da vacina (varíola)

Em meados de 1904, chegava a 1.800 o número de internações devido à varíola no Hospital São Sebastião. **Mesmo assim, as camadas populares rejeitavam a vacina, que consistia no líquido de pústulas de vacas doentes.** Afinal, era esquisita a idéia de ser inoculado com esse líquido. E ainda corria o boato de que quem se vacinava ficava com feições bovinas.

No Brasil, o uso de vacina contra a varíola foi declarado obrigatório para crianças em 1837 e para adultos em 1846. Mas essa resolução não era cumprida, até porque a produção da vacina em escala industrial no Rio só começou em 1884. **Então, em junho de 1904, Oswaldo Cruz motivou o governo a enviar ao Congresso um projeto para reinstaurar a obrigatoriedade da vacinação em todo o território nacional. Apenas os indivíduos que comprovassem ser vacinados conseguiriam contratos de trabalho, matrículas em escolas, certidões de casamento, autorização para viagens etc.**

Após intenso bate-boca no Congresso, a nova lei foi aprovada em 31 de outubro e regulamentada em 9 de novembro. Isso serviu de catalizador para um episódio conhecido como Revolta da Vacina. O povo, já tão oprimido, não aceitava ver sua casa invadida e ter que tomar uma injeção contra a vontade: ele foi às ruas da capital da República protestar. Mas a revolta não se resumiu a esse movimento popular.

Revolta da vacina (varíola)

Após um saldo total de 945 prisões, 461 deportados, 110 feridos e 30 mortos em menos de duas semanas de conflitos, Rodrigues Alves se viu obrigado a desistir da vacinação obrigatória. “Todos saíram perdendo. Os revoltosos foram castigados pelo governo e pela varíola. A vacinação vinha crescendo e despencou, depois da tentativa de torná-la obrigatória. A ação do governo foi desastrada e desastrosa, porque interrompeu um movimento ascendente de adesão à vacina”, explica Benchimol. **Mais tarde, em 1908, quando o Rio foi atingido pela mais violenta epidemia de varíola de sua história, o povo correu para ser vacinado, em um episódio avesso à Revolta da Vacina.**

Fase 3: Qual a função dos microrganismos?

Teoria Microbiana da doença no Brasil

Oswaldo Cruz (1872-1917)



Febre amarela, peste bubônica
e varíola
Revolta da Vacina (varíola) em 1904

http://www.suapesquisa.com/historiadobrasil/revolta_da_vacina.htm

Carlos Chagas (1878-1934)



Malária, tripanossomíase (Doença
de Chagas), gripe espanhola,
tuberculose, hanseníase

Trypanosoma cruzi em homenagem a O. Cruz

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 3 – Qual a função ?

Teoria microbiana da fermentação (1850) - Pasteur

Requeima da batata (1845-1846) – Anton deBary (1853)*

Teoria microbiana da doença (1876) – Koch**

Descoberta do vírus (1892) – Ivanovski***



Phytophthora em batata



* Heinrich Anton de Bary – Médico-botânico alemão

** Robert Koch – Médico alemão

*** Dmitri Josifovich Ivanovski – Cientista russo (Biólogo?)

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Microbiologia – histórico em cinco períodos

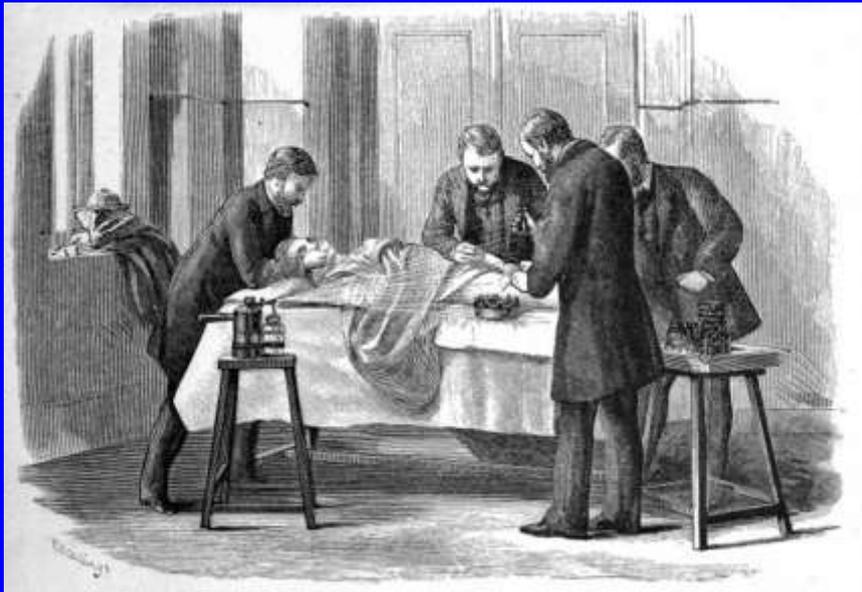
Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Técnicas assépticas – previnem infecções

(1860 – Lister, cirurgião inglês, fenol, cirurgias)



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Técnicas assépticas – previnem infecções

(1860 – Lister, cirurgião inglês, fenol, cirurgias)

Calda bordalesa – sulfato de cobre + hidróxido de cálcio

(1882 – Controle de fungos fitopatogênicos; acidental; míldio)



Míldio da videira



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Técnicas assépticas – previnem infecções

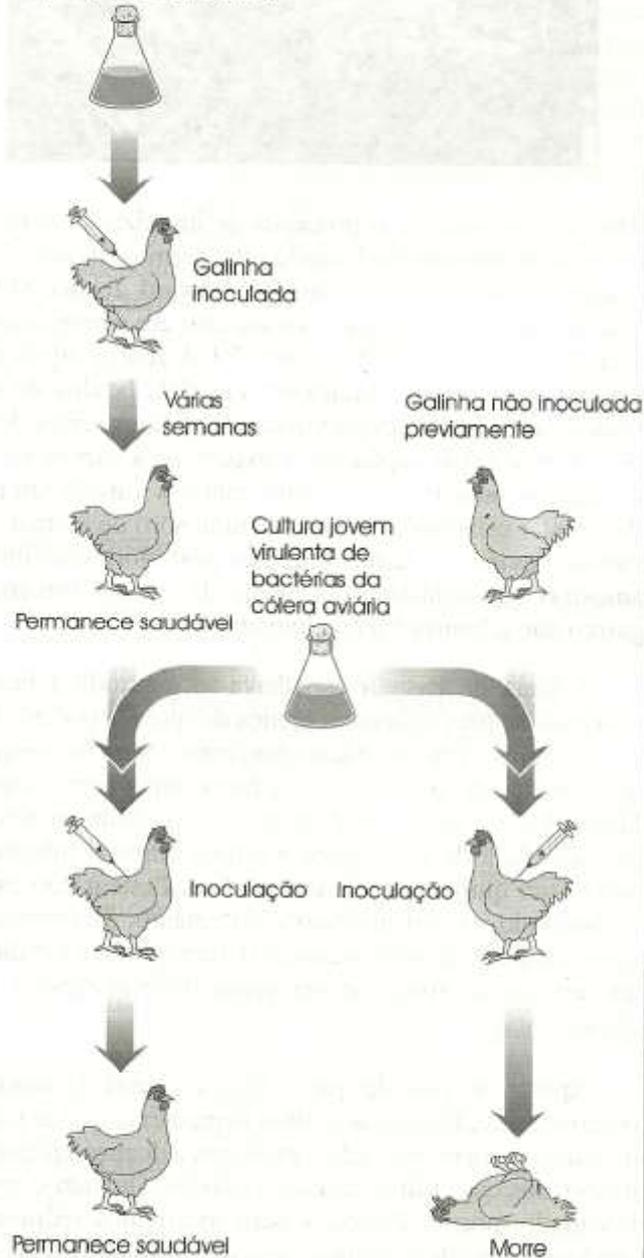
(1860 – Lister, cirurgião inglês, fenol, cirurgias)

Calda bordalesa – sulfato de cobre + hidróxido de cálcio

(1882 – Controle de fungos fitopatogênicos; acidental; míldio)

Imunização (1885 – Pasteur, cólera aviária)

Cultura pura de bactérias da cólera aviária com 8 semanas de incubação (cultura atenuada)



Pasteur x Cólera aviária (bactéria) x Imunização

Figura P.15 O princípio da imunização como demonstrado por Pasteur. Inicialmente Pasteur inoculou as galinhas com uma cultura velha de bactérias que causam a cólera aviária; essas galinhas permaneceram saudas. Várias semanas mais tarde, ele inoculou as mesmas galinhas com uma cultura jovem das bactérias. Esta cultura virulenta foi inócua às galinhas previamente inoculadas, mas foi fatal para as galinhas não inoculadas. Esse experimento mostrou que as culturas "velhas" de bactérias da cólera aviária, embora incapazes de produzir doença, eram capazes de produzir substâncias protetoras no sangue, denominadas "anticorpos"

Período 4: Como controlar os microrganismos?

Vacinação

Edward Jenner, 1798 - trabalho pioneiro com varíola

(Varíola bovina → varíola humana)



Vacinação de James Phipps



Período 4: Como controlar os microrganismos?

Vacinação

Edward Jenner, 1798 - trabalho pioneiro com varíola

(Varíola bovina → varíola humana)



Vacinação de James Phipps



Pasteur - desvendou o princípio da **vacinação*** (cólera aviária)
- Vacina da raiva - 1885 - Joseph Meister (9 anos)

(Mordido por lobo raivoso)

*Cultura avirulenta = vacina (do latim vacca, vaca)

Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Técnicas assépticas – previnem infecções

(1860 – Lister, cirurgião inglês, fenol, cirurgias)

Calda bordalesa – sulfato de cobre + hidróxido de cálcio

(1882 – Controle de fungos fitopatogênicos; acidental; míldio)

Imunização (1885 – Pasteur, cólera aviária)

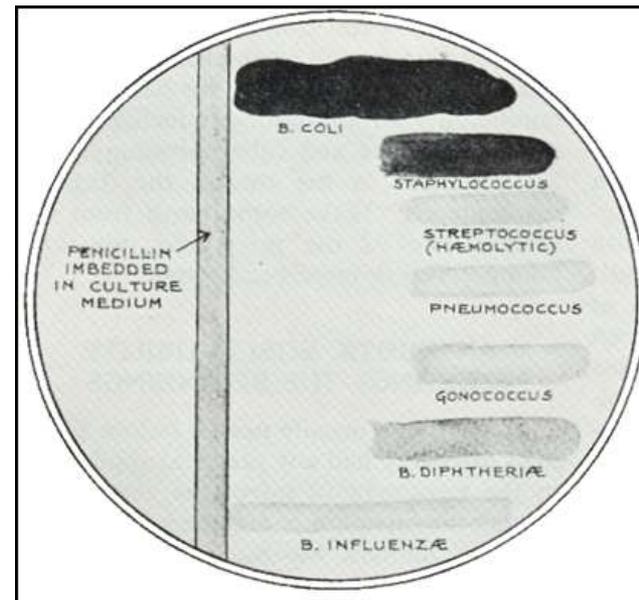
Penicilina (1928 – Fleming, microbiologista escocês)

Período 4: Como controlar os microrganismos?

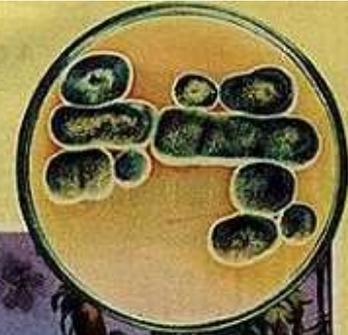
Alexander Fleming - penicilina - 1928



Penicillium



Thanks to PENICILLIN
...He Will Come Home!



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 4 – Como controlá-los ?

Anti-sepsia – inibição/destruição dos agentes patogênicos

(1846 – Semmelweis, médico húngaro, soluções cloradas, febre puerperal)

Técnicas assépticas – previnem infecções

(1860 – Lister, cirurgião inglês, fenol, cirurgias)

Calda bordalesa – sulfato de cobre + hidróxido de cálcio

(1882 – Controle de fungos fitopatogênicos; acidental; míldio)

Imunização (1885 – Pasteur, cólera aviária)

Penicilina (1928 – Fleming, microbiologista escocês)

1970 – NIH (EUA) – Declara vitória sobre os micróbios



Microbiologia – histórico em cinco períodos

Período 5 – Fase genômica (contemporânea)

- Biotecnologia: utilização de organismos vivos para a realização de processos químicos definidos, visando a aplicação industrial
- DNA recombinante: intensa utilização de microorganismos e seus genes (transgenia). Década de 1970
- Genômica: sequenciamento de genomas
- Re-classificação dos seres vivos: Carl Woese. Início da década de 1970



Fase 5: Fase genômica (contemporânea)



Mamão papaia transgênico contendo gene de vírus

Classificação dos seres vivos

Principais esquemas de classificação dos organismos vivos

Linnaeus

Esquema de Classificação	Reinos	Organismos Incluídos
Linnaeus (1753) *	Plantae Animalia	Bactérias, fungos, algas, plantas Protozoários e animais superiores

(* Carolus Linnaeus - Médico e botânico sueco)

Principais esquemas de classificação dos organismos vivos

Haeckel

Esquema de Classificação	Reinos	Organismos Incluídos
Linnaeus (1753)	Plantae Animalia	Bactérias, fungos, algas, plantas Protozoários e animais superiores
Haeckel (1865) *	Plantae Animalia Protista	Algas multicelulares e plantas Animais Microrganismos, incluindo bactérias, protozoários, algas, bolores e leveduras

(Protista – microrganismos com características tanto de plantas, como de animais)

(* Ernst H. Haeckel - Zoologista alemão)

Principais esquemas de classificação dos organismos vivos

Whittaker

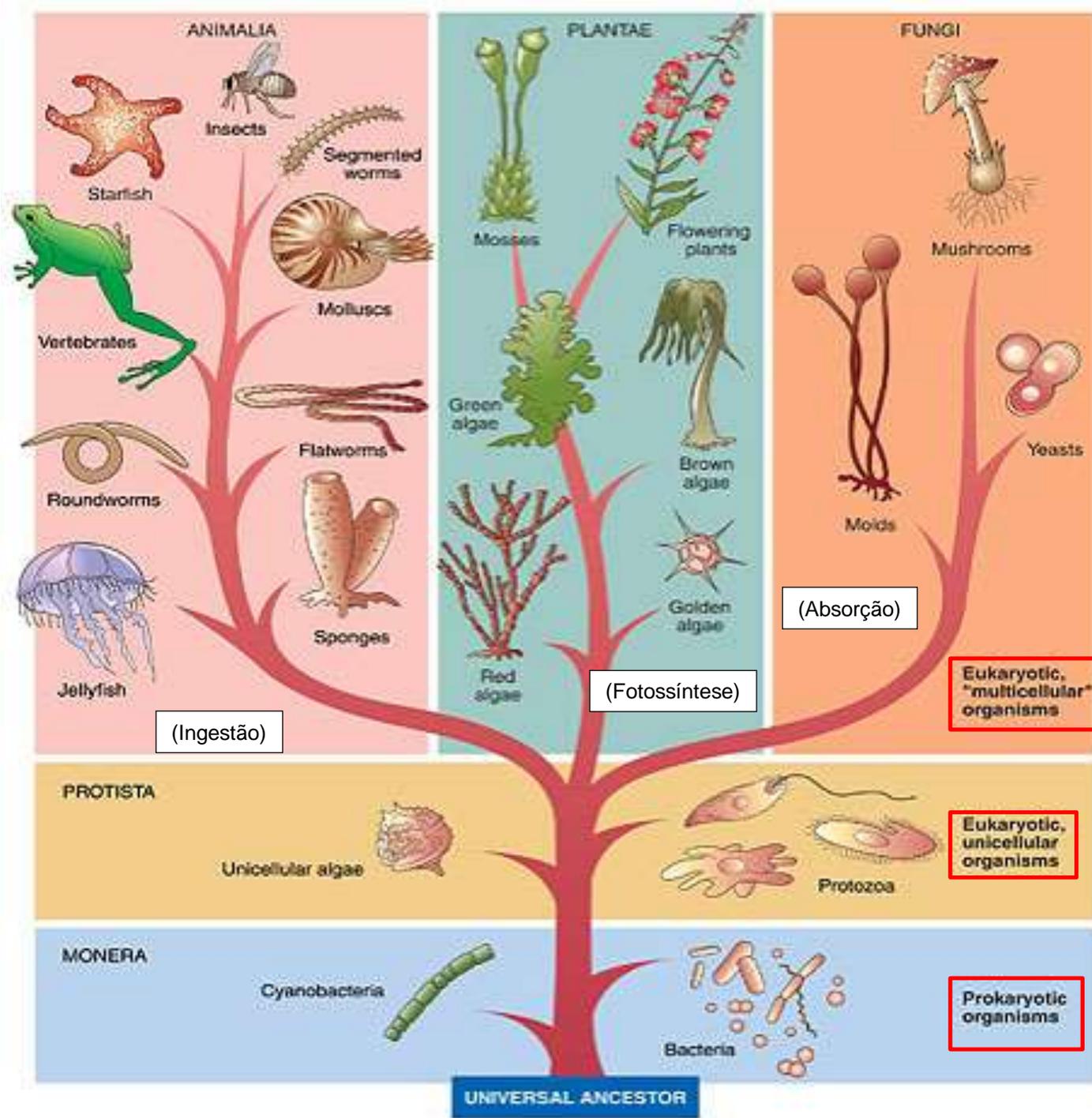
Esquema de Classificação	Reinos	Organismos Incluídos
Linnaeus (1753)	Plantae Animalia	Bactérias, fungos, algas, plantas Protozoários e animais superiores
Haeckel (1865)	Plantae Animalia Protista	Algas multicelulares e plantas Animais Microrganismos, incluindo bactérias, protozoários, algas, bolores e leveduras
Microscópio eletrônico (1940)		
Whittaker * (1969)	Plantae Animalia Protista Fungi Monera	Algas multicelulares e plantas Animais Protozoários e algas unicelulares Bolores e leveduras Todas as bactérias (procariontes)

(* Robert H. Whittaker - Botânico norte-americano)

Classificação
dos seres
vivos

Whitaker*

(*Obtenção dos nutrientes)



Principais esquemas de classificação dos organismos vivos

Woese

Esquema de Classificação	Reinos	Organismos Incluídos
Linnaeus (1753)	Plantae Animalia	Bactérias, fungos, algas, plantas Protozoários e animais superiores
Haeckel (1865)	Plantae Animalia Protista	Algas multicelulares e plantas Animais Microorganismos, incluindo bactérias, protozoários, algas, bolores e leveduras
Whittaker (1969)	Plantae Animalia Protista Fungi Monera	Algas multicelulares e plantas Animais Protozoários e algas unicelulares Bolores e leveduras Todas as bactérias (procariontes)
Nascimento da Biologia Molecular - DNA (1970)		
Woese (1977)	Archaeobacteria Eubacteria Eucaryotes	Bactérias que produzem gás metano, requerem altas concentrações de sal ou requerem altas temperaturas Todas as outras bactérias, incluindo aquelas mais familiares aos microbiologistas, tais como causadoras de doenças, bactérias do solo e da água e bactérias fotossintéticas Protozoários, algas, fungos, plantas e animais

Sistemas de classificação

Sistema de Carl Woese (1990)

Domínio Archaea

Domínio Bacteria

Domínio Eucarya → Reinos Animalia

Fungi

Plantae

Protozoa

Chromista

Classificação molecular dos seres vivos

Carl Woese (Universidade de Illinois / final década de 70)

OBJETIVO

- Determinar cronômetro evolucionário

METODOLOGIA

- Sequenciamento de bases de DNA e RNA

CARACTERÍSTICAS

- Suficientemente antigo
- Universalmente distribuído
- Moderamente conservado entre as espécies

Classificação molecular dos seres vivos

- a) Sequência do gene que codifica o ribossomo
- b) Comparar a sequência obtida dos vários organismos

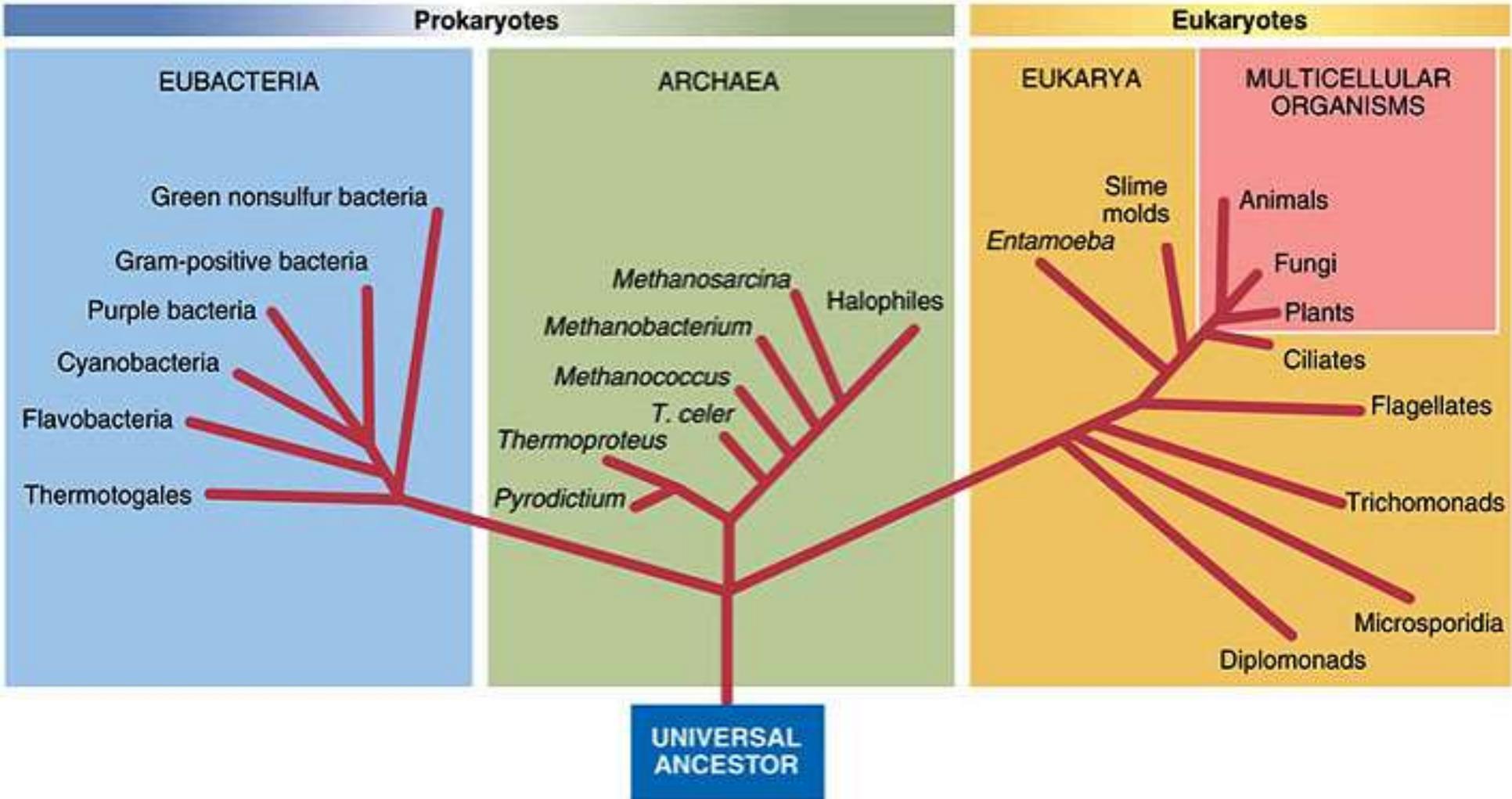
<u>Gorila</u>	ATC CTA CTA GGC AGT ACT AGT GGT GTC ...
<u>Homem</u>	ATC G TA CTA GGC AGT ACT AGT GGT GTC ...
<u>Xanthomonas</u>	C TC A CC C GA G CG G CC ACA TGC C AA GTA ...

O GENE RIBOSSOMAL É UM CRONÔMETRO EVOLUTIVO !

(ácido ribonucléico ribossômico - rRNA)

Classificação dos seres vivos

Woese



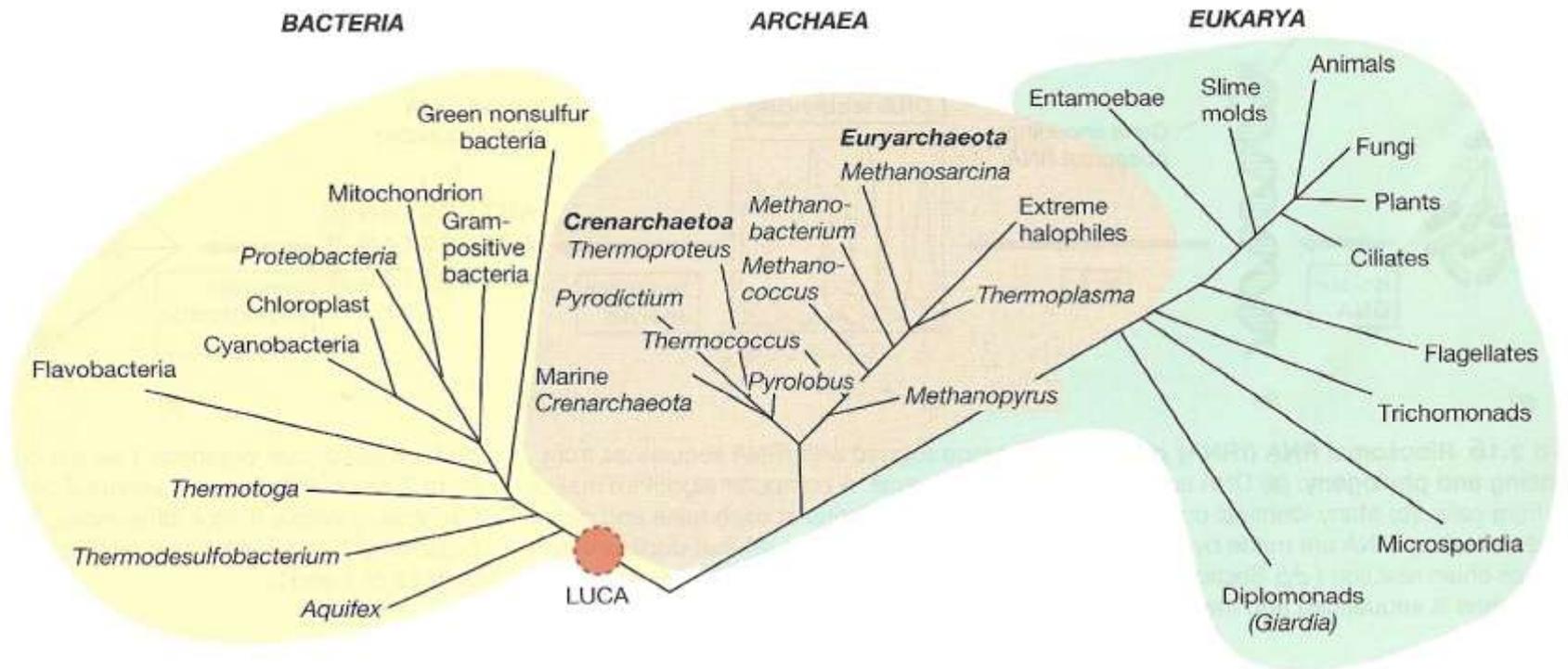
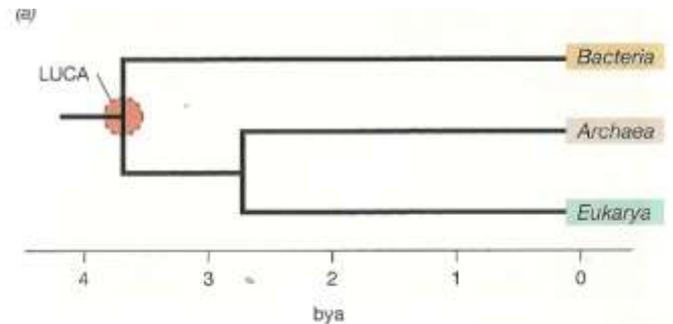


Figure 2.17 The phylogenetic tree of life as defined by comparative rRNA gene sequencing. The tree shows the three domains of organisms and a few representative groups in each domain. All *Bacteria* and *Archaea* and most *Eukarya* are microscopic organisms; only plants, animals, and fungi contain macro-organisms. Phylogenetic trees of each domain can be found in Figures 2.19, 2.28, and 2.32. LUCA, last universal common ancestor.

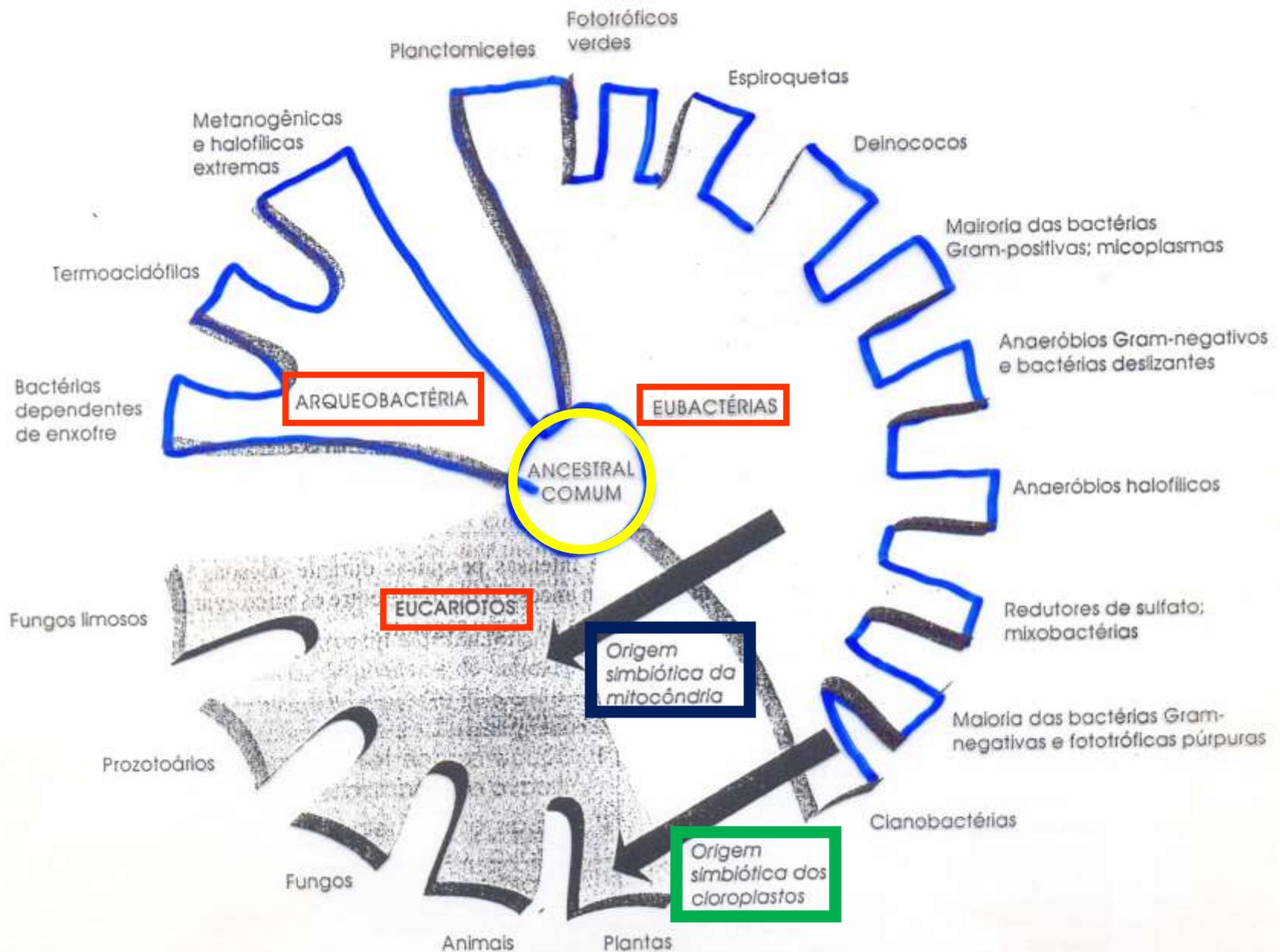
Classificação dos seres vivos

Woese

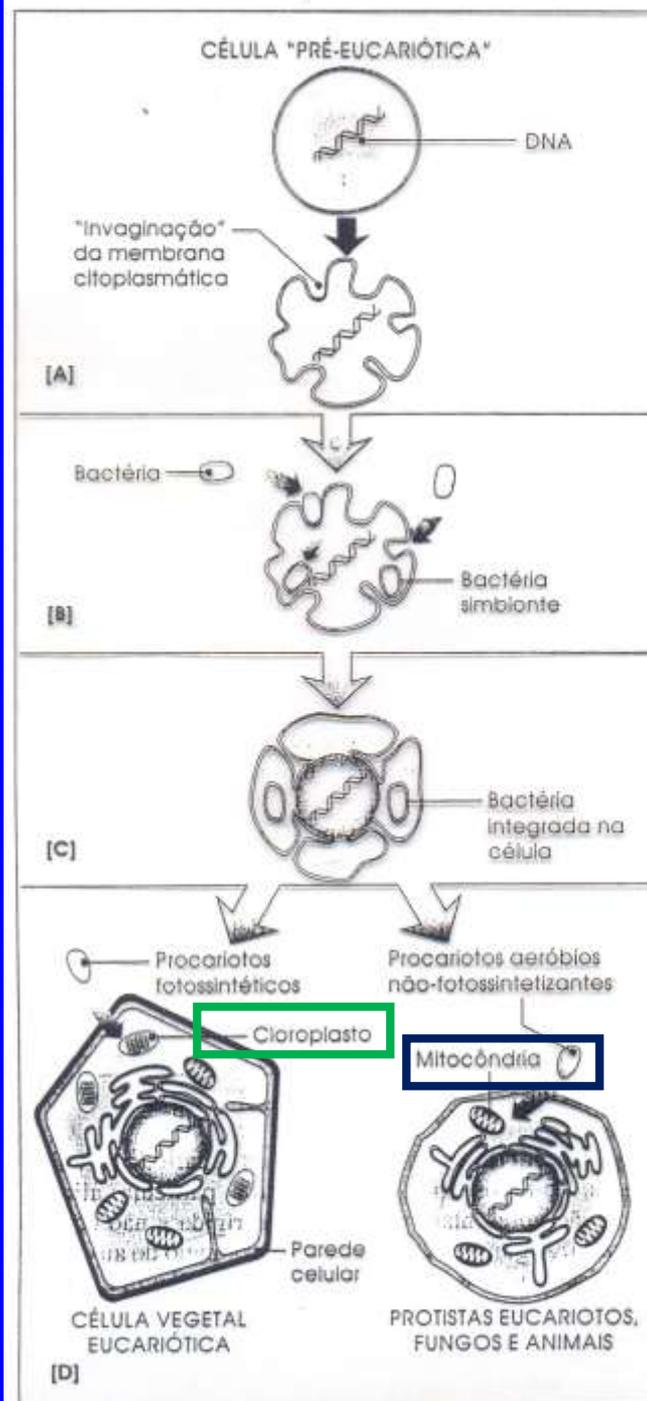
Brock 2012

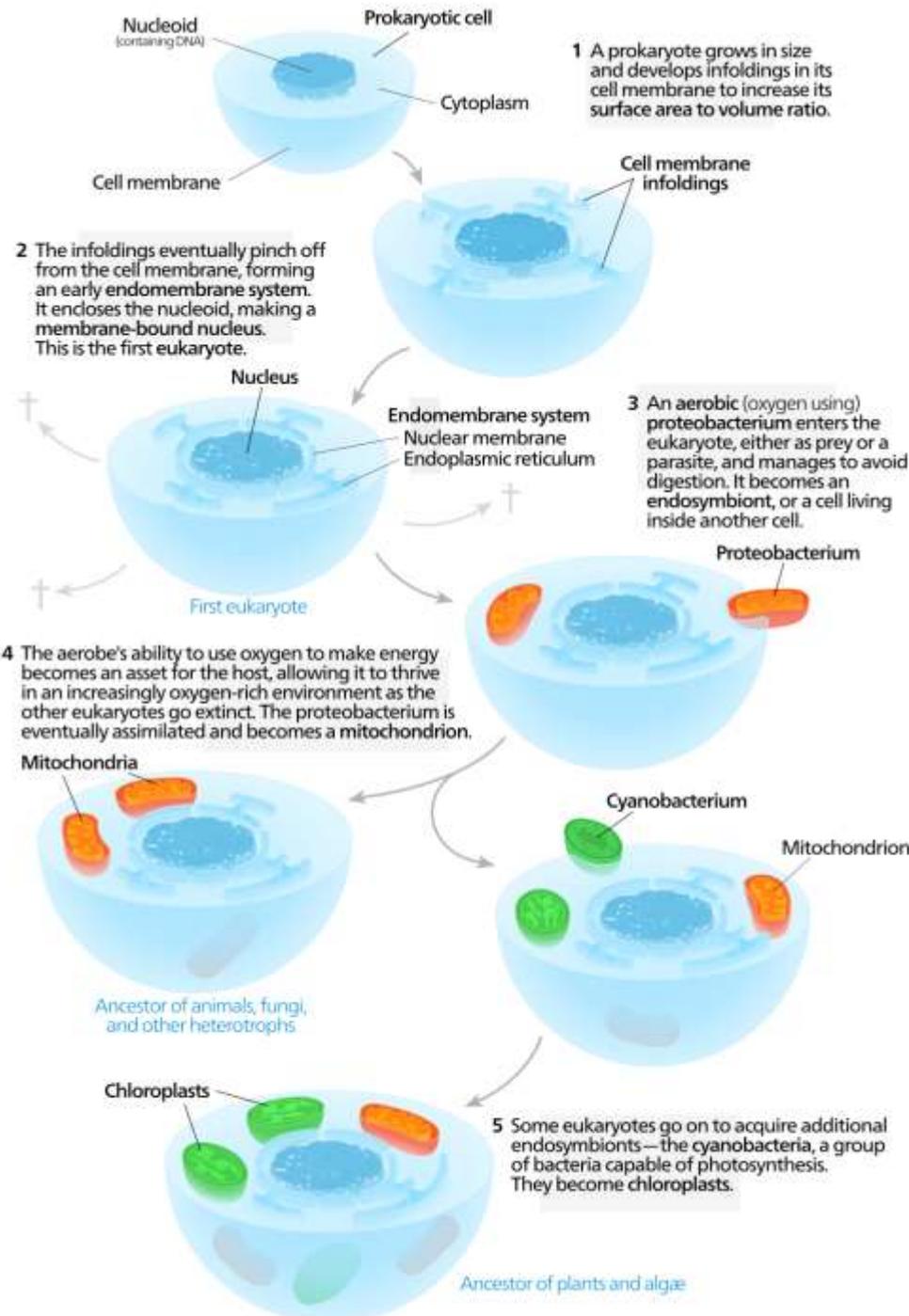


Teoria endossimbiótica



Teoria endossimbiótica

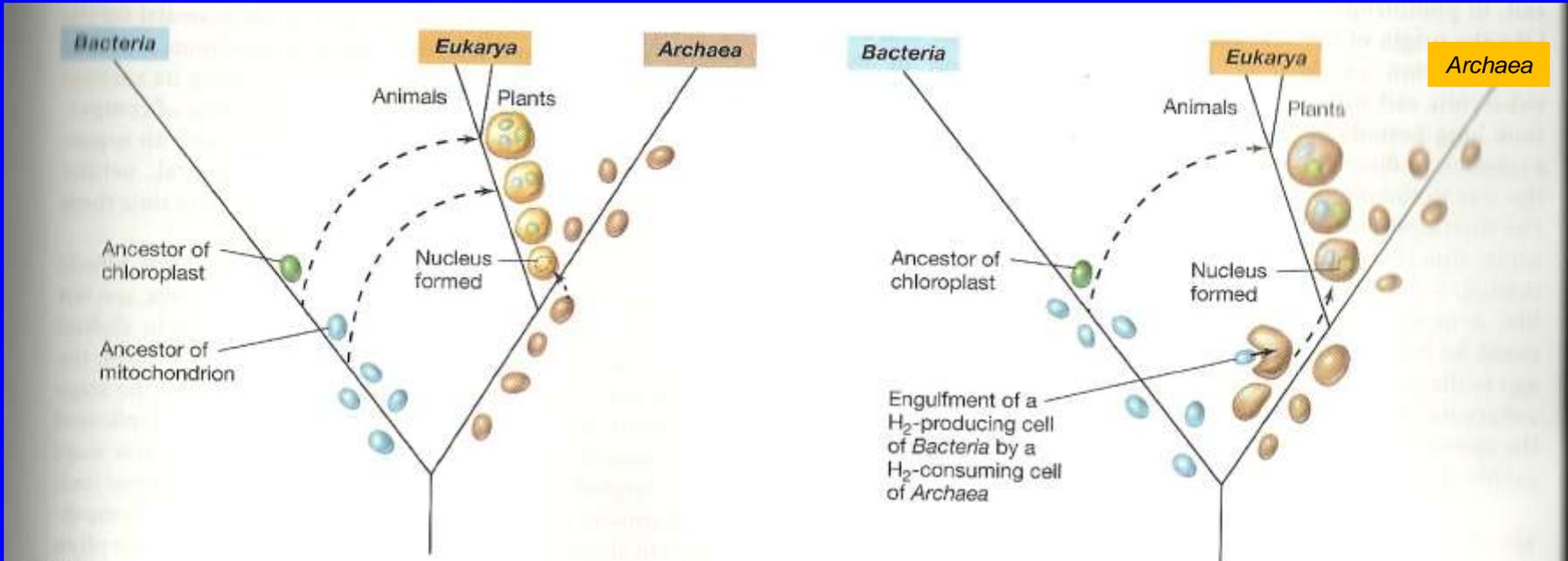




Autogenous model

By Kelvinsong - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25295406>

Teoria endossimbiótica



(a)

(b)

Figure 16.9 Endosymbiotic models for the origin of the eukaryotic cell. (a) The nucleated line diverged from the archaeal line and later acquired by endosymbiosis the bacterial ancestor of the mitochondrion and then the cyanobacterial ancestor of the chloroplast, at which point the nucleated line diverged into the lineages giving rise to plants and animals. (b) The hydrogen hypothesis. The bacterial ancestor of the mitochondrion was taken up endosymbiotically by a species of Archaea and the nucleus developed later followed by the endosymbiotic acquisition of the cyanobacterial ancestor of the chloroplast. Note the position of the mitochondrion and chloroplast on the universal phylogenetic tree shown in Figure 16.16.

Chimeric models

Sistemas de classificação

Sistema de Adl et al (2005)*

- Proposta de classificação dos eucariontes com ênfase na taxonomia dos protistas
- Com base nesse modelo algumas tradicionais categorias (classe, subclasse, ordem e reinos) estão sendo deixadas de lado
- A proposta contempla a existência de seis “super-grupos”:
Amoebozoa, Opisthokonta, Rhizaria, Archaeplastida, Chromalveolata, Excavata

* Com base em estudos ultra-estruturais e moleculares filogenéticos (Society of Protozoologists)

A classificação dos eucariotos, segundo Adl et al.(2005)

<u>Super-groups</u>	<u>First rank</u>	<u>Second rank, examples</u>	<u>Comments</u>
Amoebozoa	-	-	Amoebae, slime moulds
Opisthokonta	Fungi Metazoa*	Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota Animalia	-
Rhizaria	-	-	Foraminifera, Radiolaria
Archaeplastida	Chloroplastida*	-	Green algae, land plants
Chromoalveolata	Stramenopiles**	Oomycetes	-
Excavata	-	-	Heterotrophic flagellates

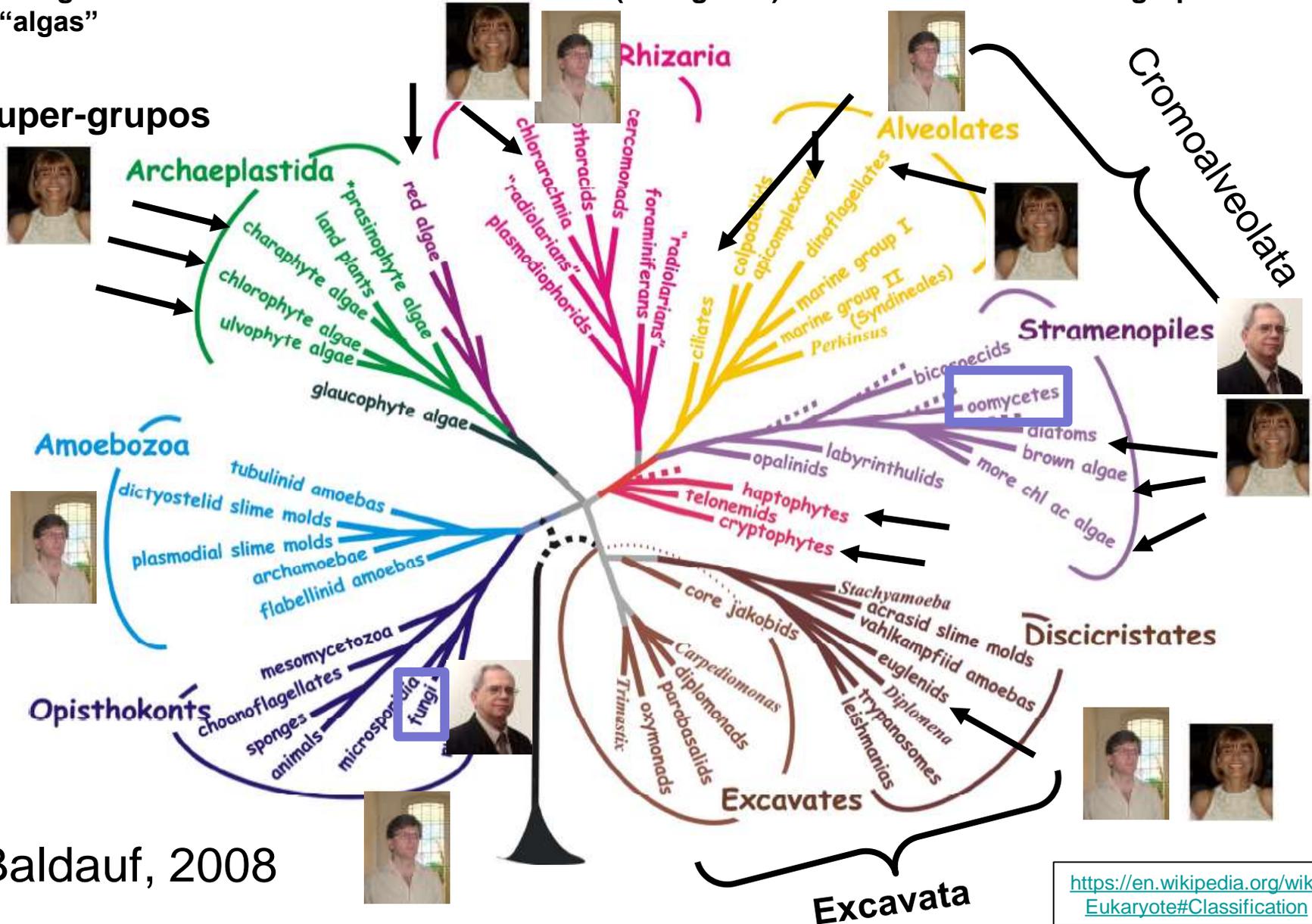
* Clados com grupos multicelulares

** Chromists (Cavalier-Smith juntou Stramenopiles + Cryptophytes + Haptophytes)

Megaevolução dos eucariotos

Árvore filogenética baseada em dados moleculares (multigenes) e ultraestruturais. Setas: grupos tratados como "algas"

6 Super-grupos



Baldauf, 2008

<https://en.wikipedia.org/wiki/Eukaryote#Classification>

Literatura

Pelczar et al. Microbiologia – Conceitos e Aplicações. 1996. Vol. 1.
Prólogo – Descobrimo o mundo microbiano
Cap. 2 – Objetivos da microbiologia

Madigan et al. Microbiologia de Brock. 2004.
Cap. 1 – Microrganismos e microbiologia
Cap. 2 – Uma visão geral da vida microbiana

Adl et al. . 2005

The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. Journal of Eukaryotic Microbiology 52(5): 399-451.

Baldauf, S.L. 2008.

An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. Journal of Systematics and Evolution 46(3): 263-273.

