

*Disciplina QBQ1151: Introdução à Bioquímica
Química Noturno*

Origem da Vida e Organização Celular

Marcelo S. da Silva

07/08/2023

Origem da Vida e Organização Celular

- **Curiosidade: Origem dos átomos;**
- **Origem da vida;**
- **Organização celular;**
- **Outras curiosidades e Discussão;**
- **Bibliografia**

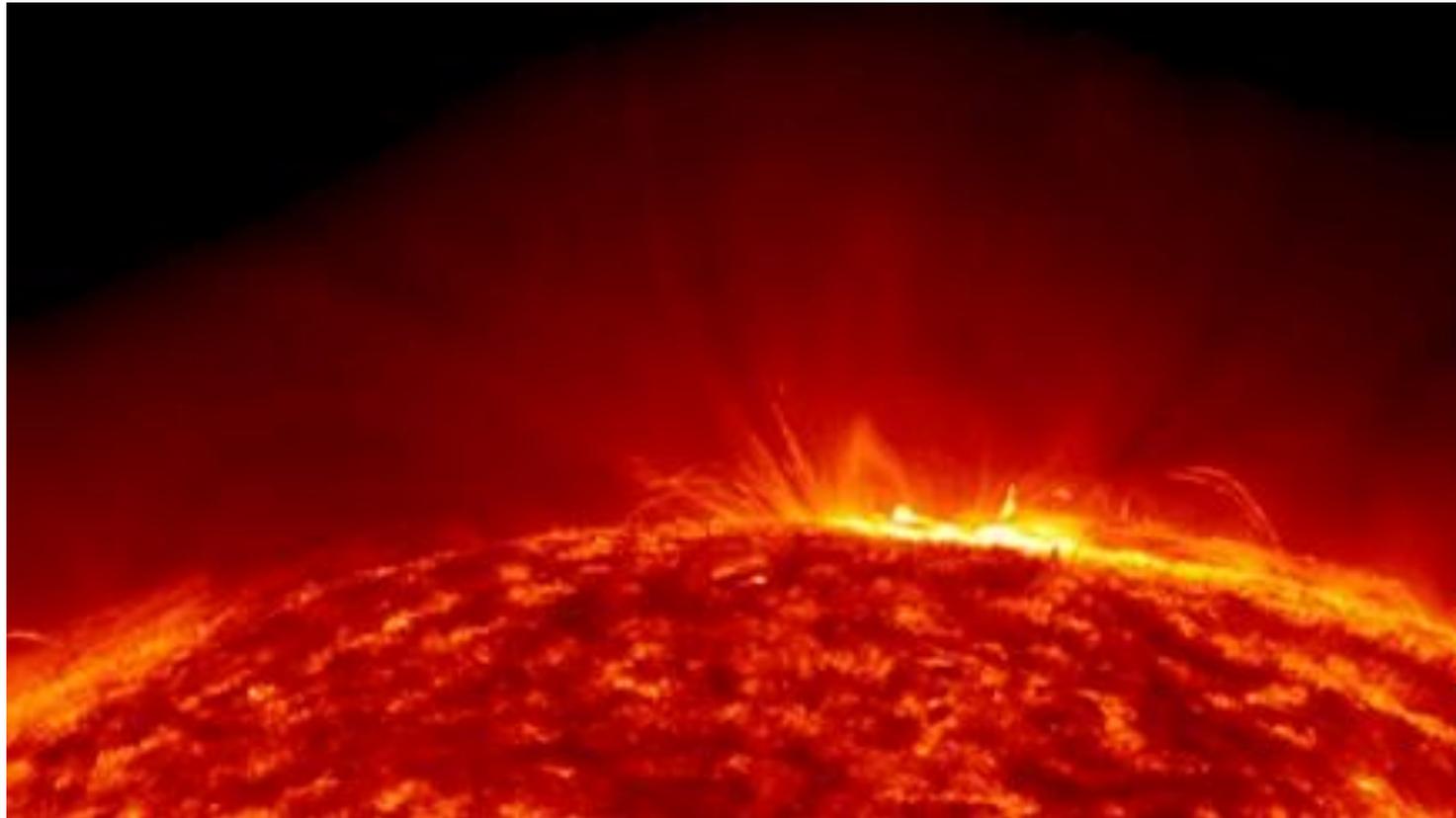
Origem da Vida e Organização Celular

- **Curiosidade: Origem dos átomos;**
- Origem da vida;
- Organização celular;
- Outras curiosidades e Discussão;
- Bibliografia

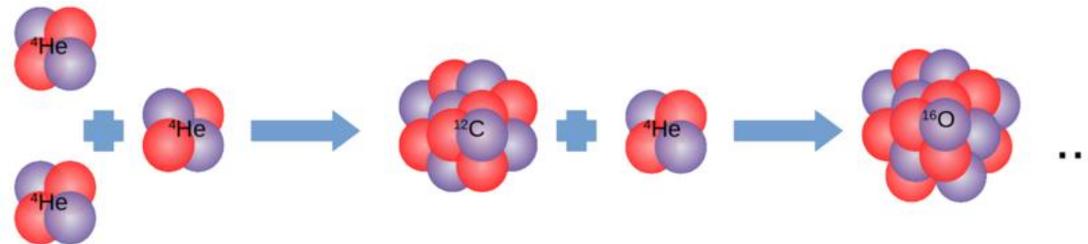
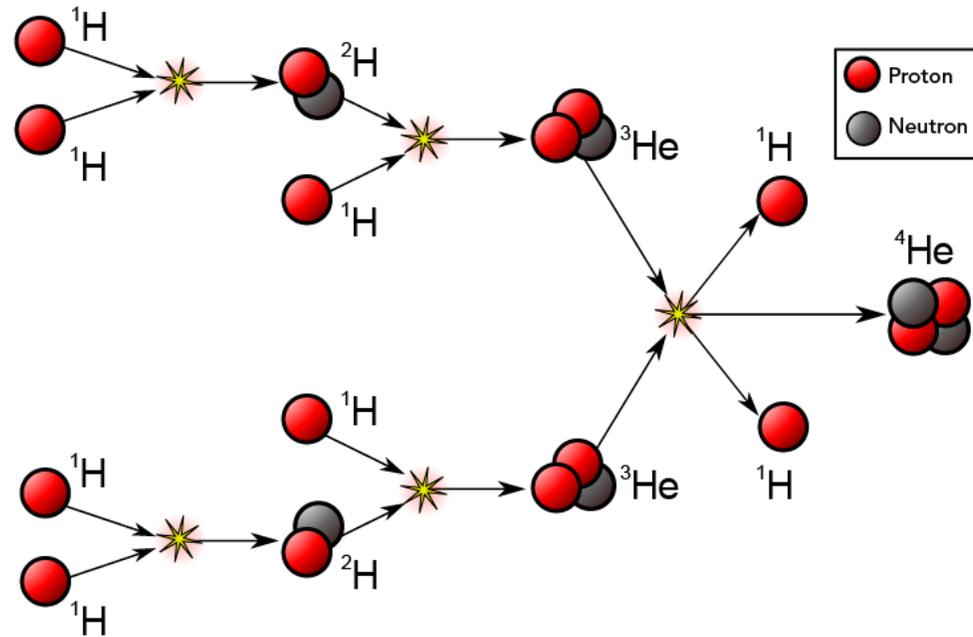
De onde vem os átomos?

“O nitrogênio em nosso DNA, o cálcio em nossos dentes, o ferro em nosso sangue e o carbono em nossas tortas de maçã foram produzidos no interior de estrelas em colapso. Nós somos feitos de material estelar”.

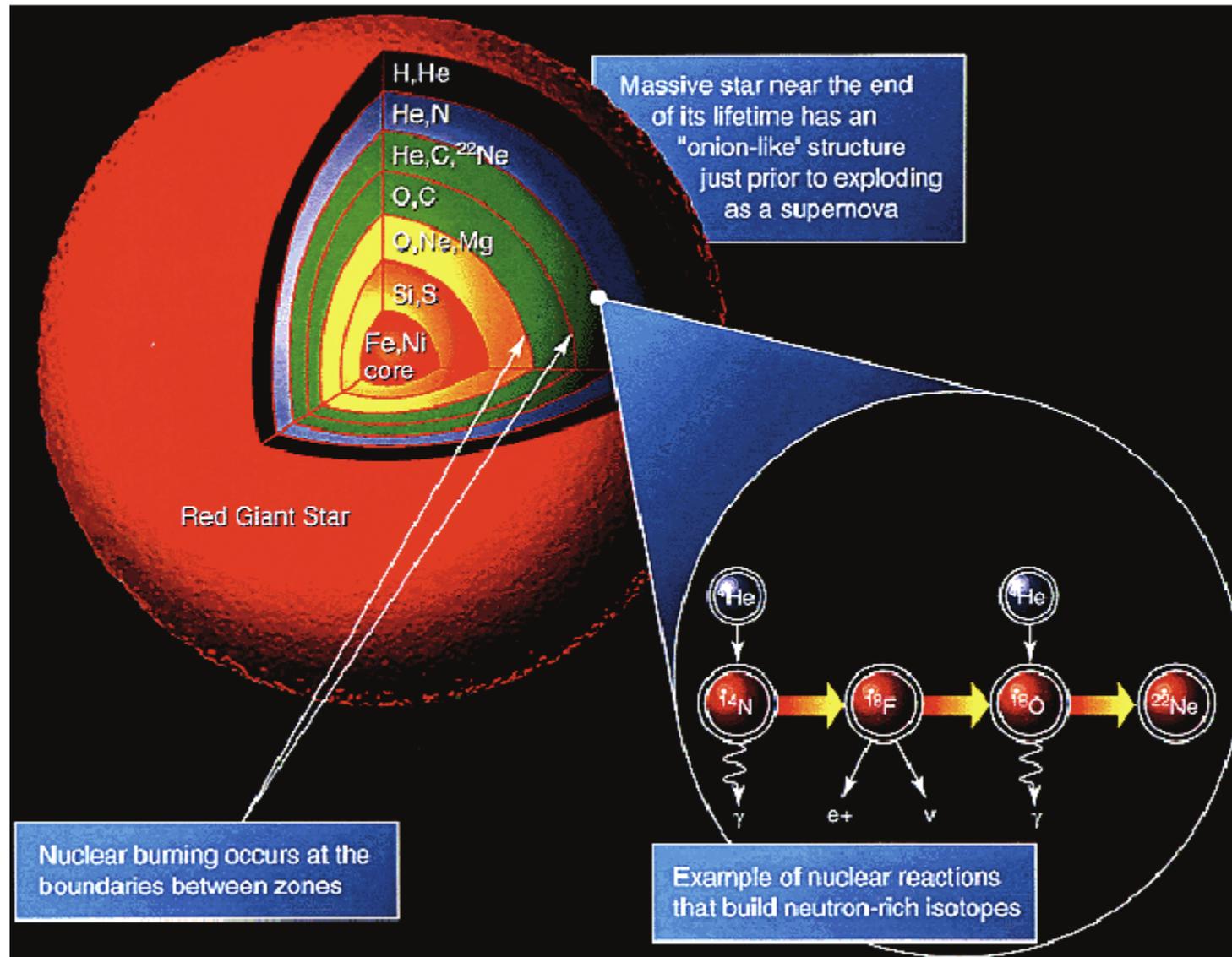
Carl Sagan, Cosmos



Nucleossíntese Estelar: Como as estrelas sintetizam elementos químicos?



Nucleossíntese Estelar: Como as estrelas sintetizam elementos químicos?



Origem da Vida e Organização Celular

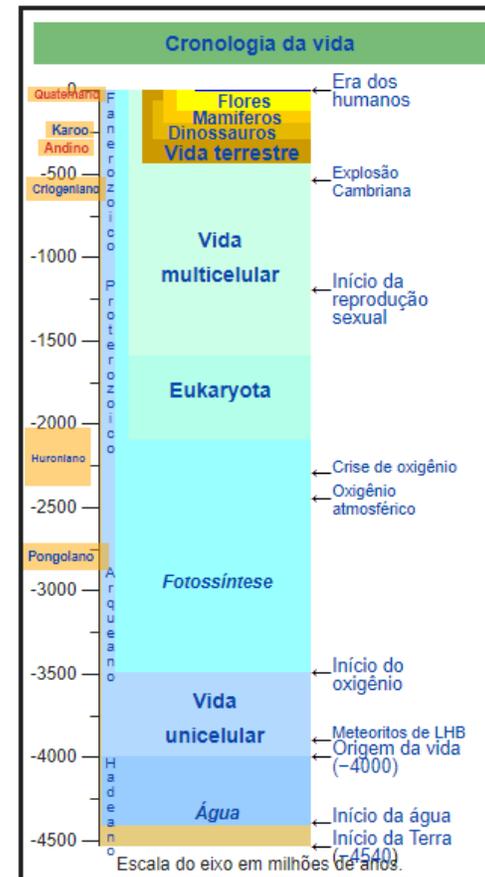
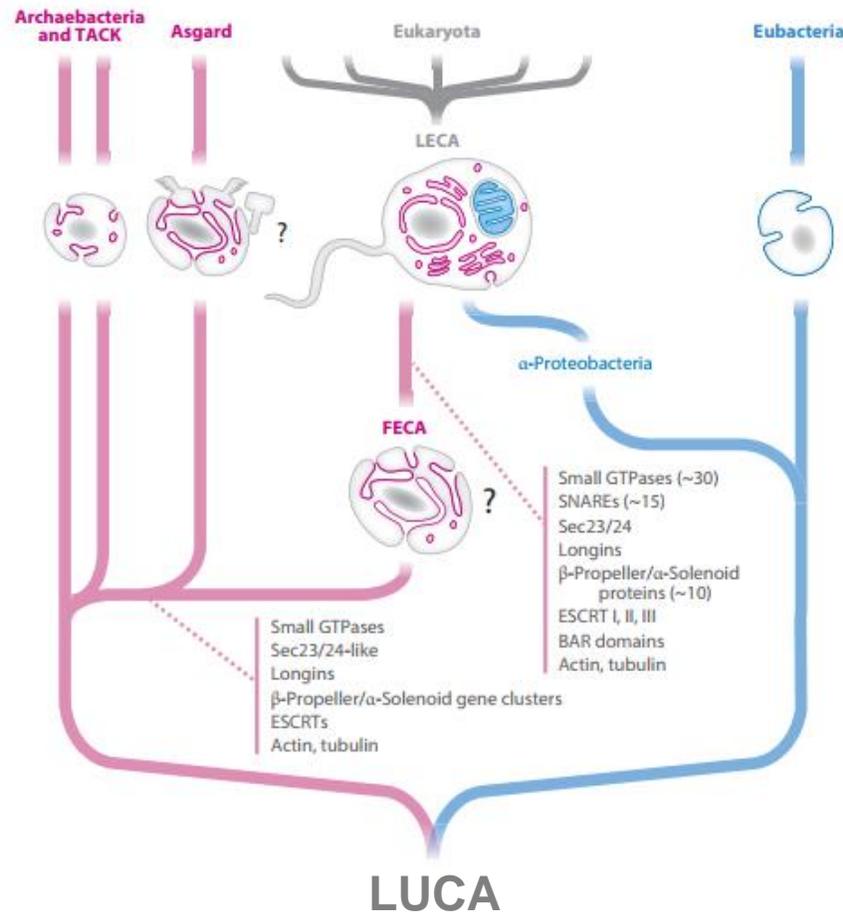
- **Curiosidade: Origem dos átomos;**
- **Origem da vida;**
- **Organização celular;**
- **Outras curiosidades e Discussão;**
- **Bibliografia**

Origem da Vida e Organização Celular

- Curiosidade: Origem dos átomos;
- **Origem da vida;**
- Organização celular;
- Outras curiosidades e Discussão;
- Bibliografia

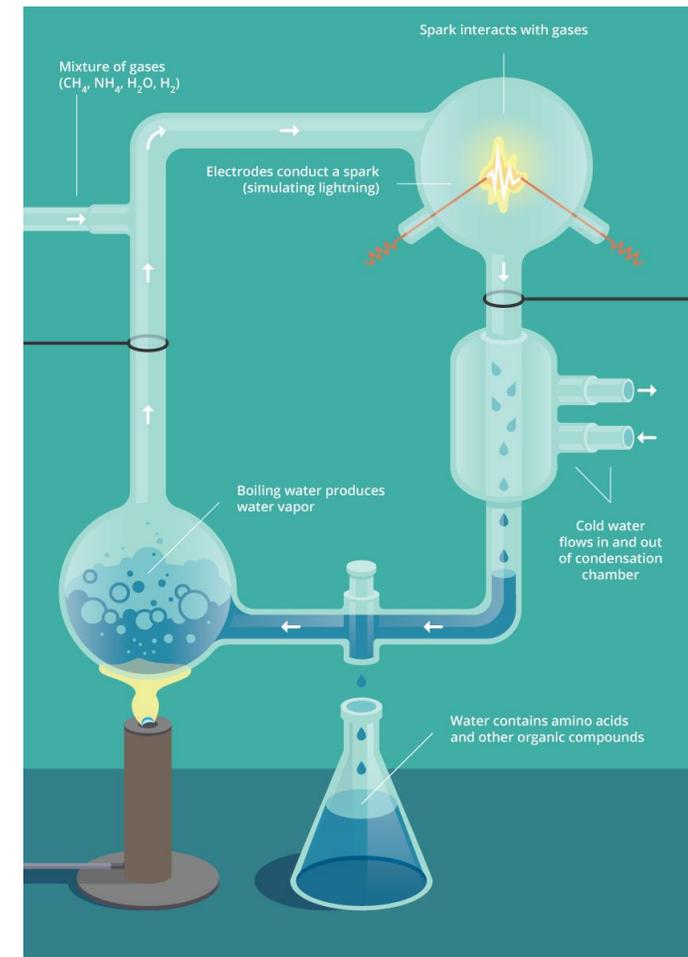
Origem da Vida

- A vida na Terra surgiu há cerca de 4 bilhões de anos.
- Os primeiros microrganismos provavelmente eram simples e possuíam a capacidade de extrair energia de compostos químicos e, mais tarde, da luz solar.



Origem da Vida – Hipótese Oparin-Haldane

- Desenvolvida ~1930 de maneira independente por Aleksandr Oparin e Jonh B. S. Haldane.
- Hipótese: Diferentes tipos de coacervados (organização de substâncias orgânicas em um sistema isolado) podem ter se formado nos oceanos da Terra primitiva.
- Em 1952, **Stanley Miller** e **Harold C. Urey** testaram essa hipótese em laboratório, que consistiu basicamente em simular as condições da Terra primitiva (sistema fechado contendo H_2 , NH_3 , CH_4 , H_2O). Experimento gerou → 5 aminoácidos.
- Em 2007, após a morte de Miller, cientistas examinaram alguns frascos selados preservados dos experimentos originais e encontraram mais de 20 aminoácidos diferentes.



Curiosidade: Origem dos carboidratos

- Em 2011, um grupo de pesquisa da universidade de York conseguiu gerar açúcares simples a partir de condições pré-bióticas.

Organic & Biomolecular Chemistry

Dynamic Article Links 

Cite this: *Org. Biomol. Chem.*, 2012, **10**, 1565

www.rsc.org/obc

PAPER

Asymmetric organocatalytic formation of protected and unprotected tetroses under potentially prebiotic conditions^{†‡}

Laurence Burroughs,^a Paul A. Clarke,^{*a} Henrietta Forintos,^b James A. R. Gilks,^b Christopher J. Hayes,^{*b} Matthew E. Vale,^{a,b} William Wade^a and Myriam Zbytniewski^a

Received 26th October 2011, Accepted 10th November 2011
DOI: 10.1039/c1ob06798b

- Obs.: Carboidratos são as bases para a formação dos ácidos nucleicos

Origem da Vida – Hipótese *RNA world*

- Em 1962 Alexander Rich propôs pela primeira vez este conceito e, em 1986, Walter Gilbert cunhou o termo.
- Hipótese: A vida na Terra começou com uma simples molécula de RNA que poderia se copiar sem ajuda de outras moléculas. Esta hipótese tem ganhado cada vez mais notoriedade na comunidade acadêmica.

Ribozimas
RNAs com propriedades catalíticas



Sidney Altman e Thomas R. Chech



Prêmio Nobel Química 1989

Curiosidade: Seria a vida uma consequência inevitável?

- Seria a vida um produto inevitável da termodinâmica?
- Hipótese proposta por Jeremy England: Grupos aleatórios de moléculas podem se auto-organizar para absorver e dissipar de forma mais eficiente a energia do meio. Sistemas auto-organizados parecem ser essenciais no universo.

PNAS

Spontaneous fine-tuning to environment in many-species chemical reaction networks

Jordan M. Horowitz^{a,1} and Jeremy L. England^{a,1,2}

^aPhysics of Living Systems Group, Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139

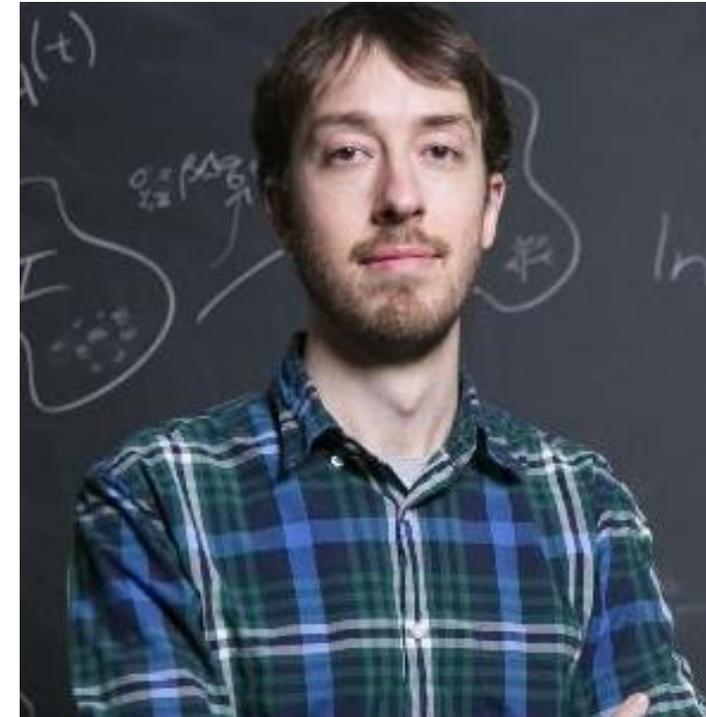
Edited by Stanislas Leibler, The Rockefeller University, New York, NY, and approved June 12, 2017 (received for review January 12, 2017)

A chemical mixture that continually absorbs work from its environment may exhibit steady-state chemical concentrations that deviate from their equilibrium values. Such behavior is particularly interesting in a scenario where the environmental work sources are relatively difficult to access, so that only the proper orchestration of many distinct catalytic actors can power the dissipative flux required to maintain a stable, far-from-equilibrium steady state. In this article, we study the dynamics of an in-silico chemical network with random connectivity in an environment that makes strong thermodynamic forcing available only to rare combinations of chemical concentrations. We find that the long-time dynamics of such systems are biased toward states that exhibit a fine-tuned extremization of environmental forcing.

nonequilibrium thermodynamics | adaptation | chemical reaction networks | self-organization | energy seeking

Check for updates

plexly as a function of the system state. However, to illustrate the relationship between dynamics and thermodynamics in a simple example, we first consider a chemical network with only two possible species A and B (with concentrations denoted by the same symbols) that interconvert with rate constants $k_{A \rightarrow B} = k_{B \rightarrow A}$. In the absence of driving, this network's unique dynamical fixed point is the chemical equilibrium in which $A^* = B^*$. We wish to analyze how an external drive may stabilize new fixed points away from equilibrium. Thus, we now imagine coupling this system to an external source of chemical driving by allowing the same reaction to also proceed via a new pathway with rates $k'_{A \rightarrow B} \exp[\mathcal{F}(A, B)] = k'_{B \rightarrow A}$ (Fig. 1A). The introduction of this new reaction branch may seem surprising at first, but it is quite natural. It simply reflects that there was always another reaction $A \xrightarrow{D} B$ that could have happened in principle as the result of a catalyst D in the environment, except that it was neg-



Origem da Vida e Organização Celular

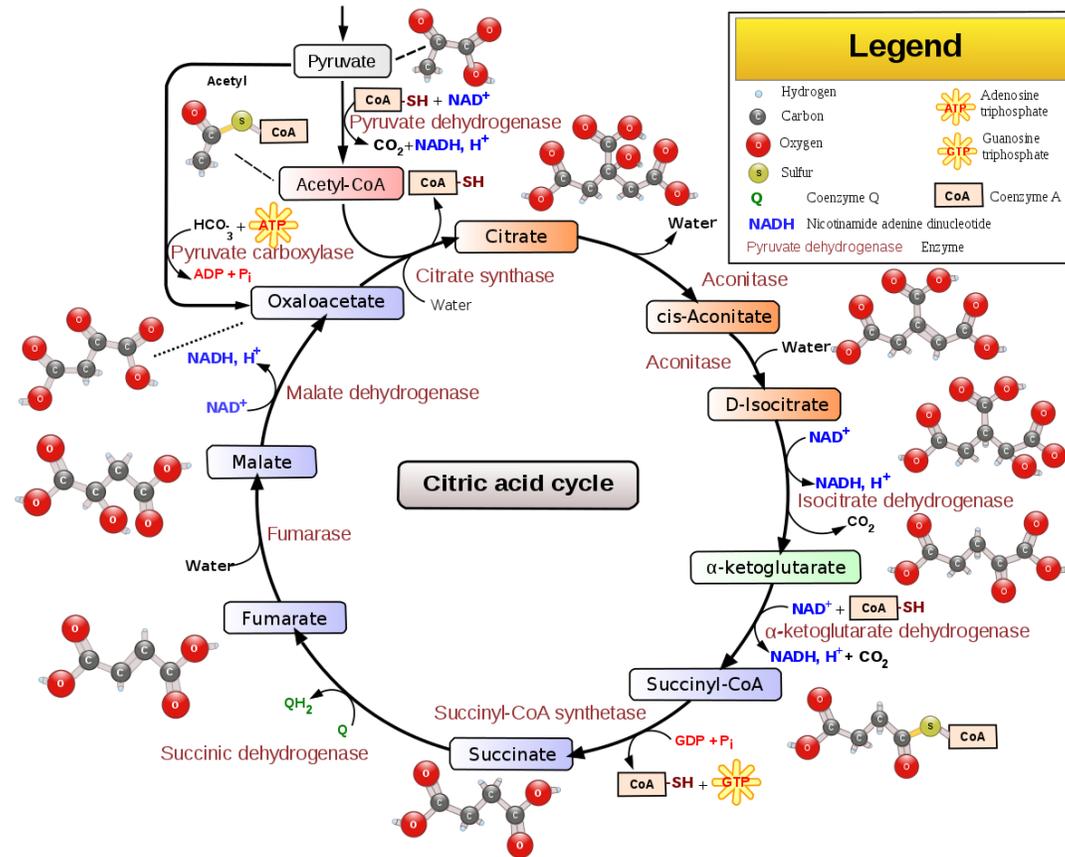
- **Curiosidade: Origem dos átomos;**
- **Origem da vida;**
- **Organização celular;**
- **Outras curiosidades e Discussão;**
- **Bibliografia**

Origem da Vida e Organização Celular

- Curiosidade: Origem dos átomos;
- Origem da vida;
- **Organização celular;**
- Outras curiosidades e Discussão;
- Bibliografia

Bioquímica

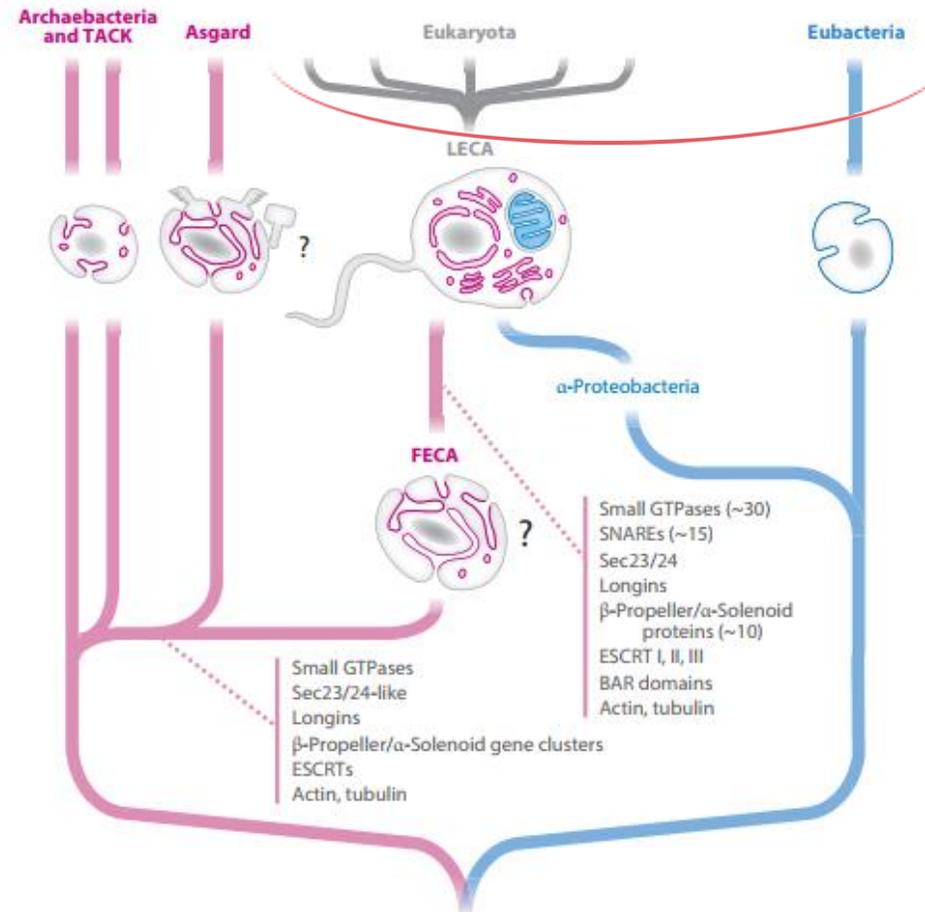
- **Bioquímica:** Busca compreender como as reações químicas e moléculas interagem para gerar as propriedades dos seres vivos.



Extraído de Wikipedia.com

- **Seres vivos:** Sistemas complexos que reúnem características únicas como reprodução, evolução e manutenção do metabolismo (conjunto de reações químicas que ocorrem no interior do seres vivos).

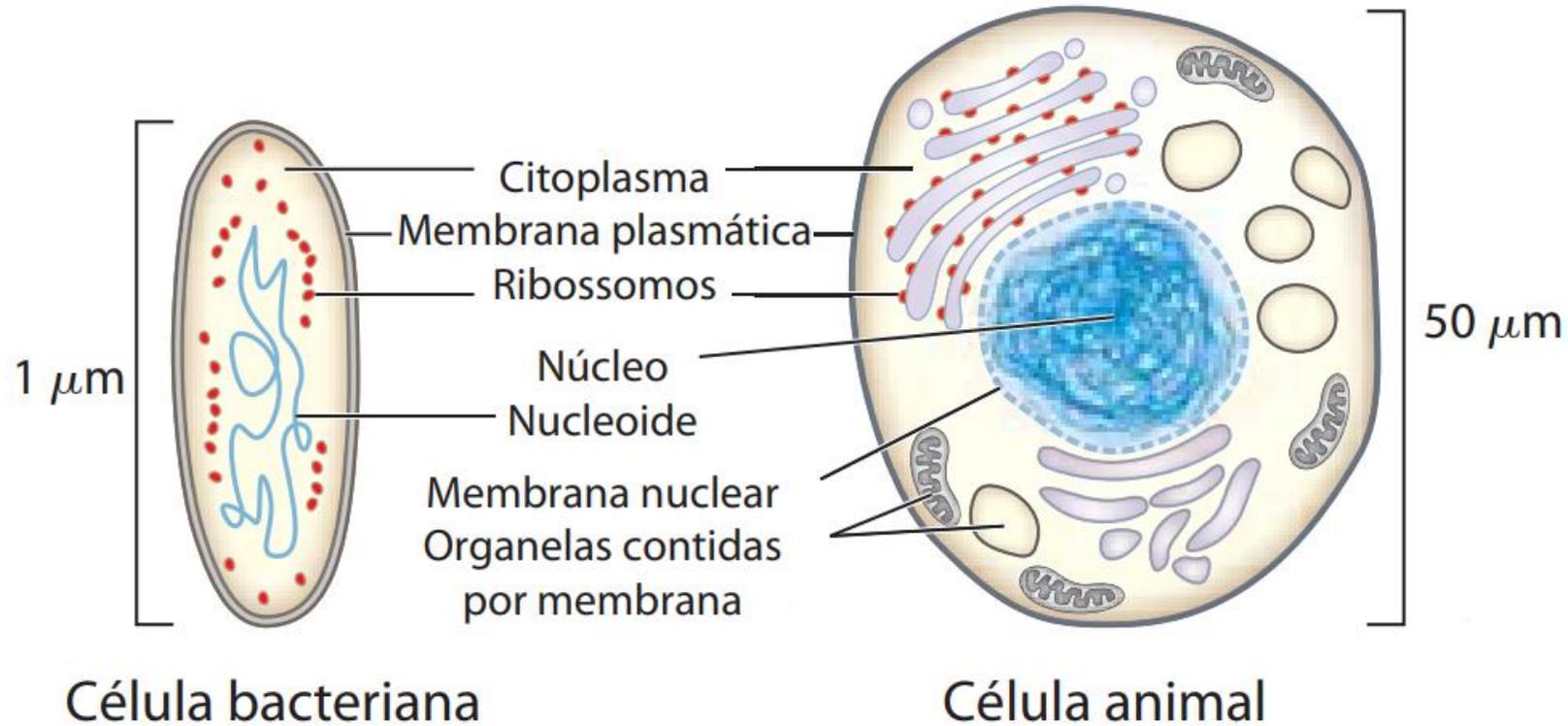
Os domínios da vida



- Existem três grupos (Domínios) distintos de vida (Bacteria, Archaea e Eukarya);
- Abordaremos principalmente os aspectos relacionados à Bacteria e Eukarya.

Organização Celular

Características comuns à maioria das células



Extraído de Nelson and Cox, Princípios de Bioquímica de Lehninger

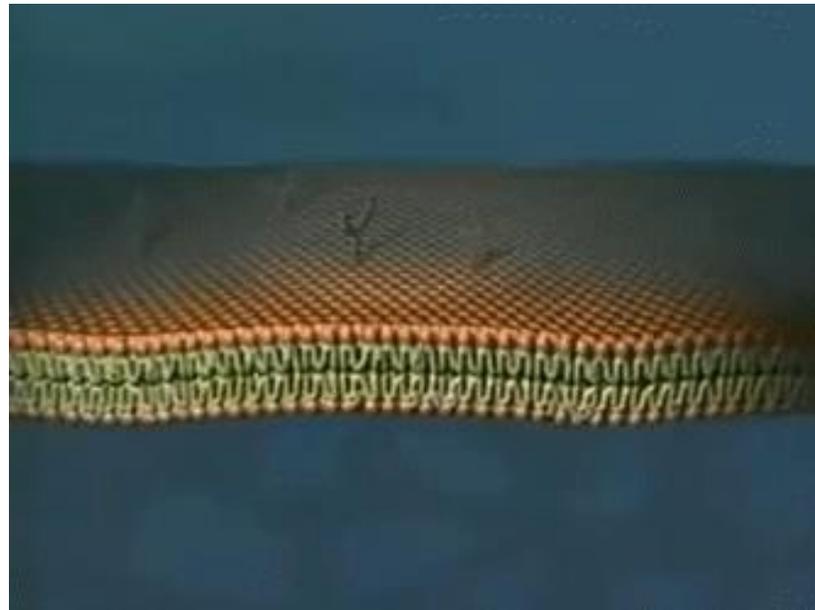
Obs: Células são as unidades estruturais e funcionais de todos os seres vivos.

Organização Celular

Características comuns entre procariotos e eucariotos

Membrana plasmática:

- Define o contorno da célula, separando seu conteúdo do ambiente;
- Composta por uma camada de fosfolipídios alinhados e proteínas, formando uma barreira resistente, flexível e hidrofóbica ao redor da célula.
- É impermeável para a maioria dos solutos polares ou carregados, mas é permeável a compostos apolares.



Organização Celular

Características comuns entre procariotos e eucariotos

Citoplasma:

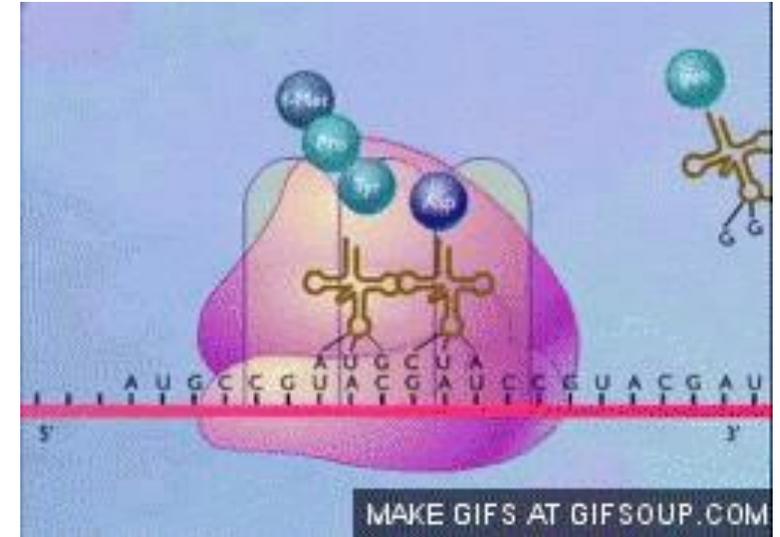
- Composto por uma solução aquosa (citosol), e uma grande variedade de partículas em suspensão com funções específicas.
 - Citosol: solução altamente concentrada que contém enzimas, RNAs, aminoácidos, nucleotídeos, metabólitos, coenzimas, íons inorgânicos, etc. Excelente sistema-tampão → aminoácidos livres.
 - Componentes particulados: estruturas supramoleculares como ribossomos, proteossomos e, no caso dos eucariotos, organelas membranosas.

Organização Celular

Características comuns entre procariotos e eucariotos

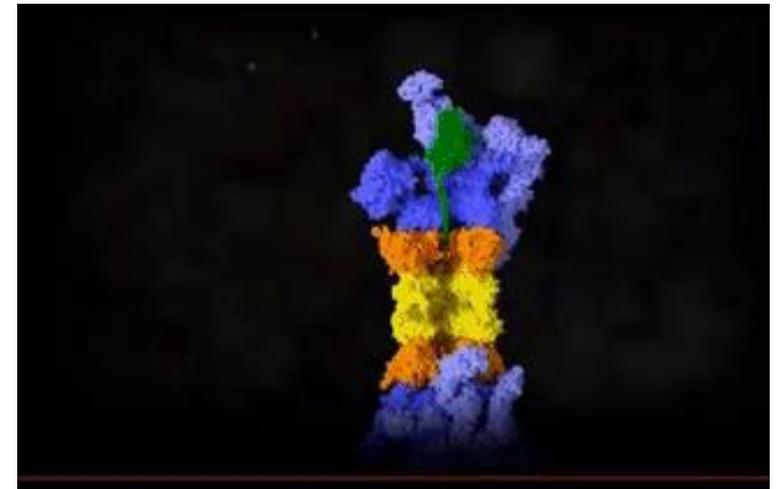
Ribossomos:

- Responsável pela síntese de proteínas;
- Tradução: processo pelo qual a informação presente no mRNA, uma sequência de nucleotídeos, será traduzida numa sequência de aminoácidos, dando origem a um polipeptídeo (proteína).



Proteossomos:

- Complexo protéico responsável pela degradação de proteínas;
- Proteínas indesejadas são marcadas com ubiquitina (ubiquitinação), que as direciona para o proteossomo.

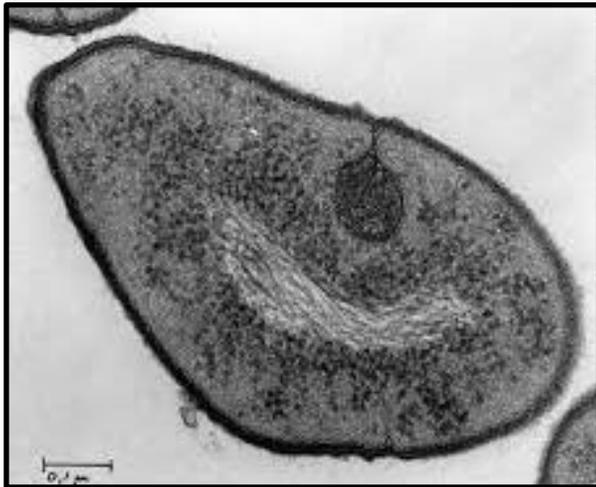


Organização Celular

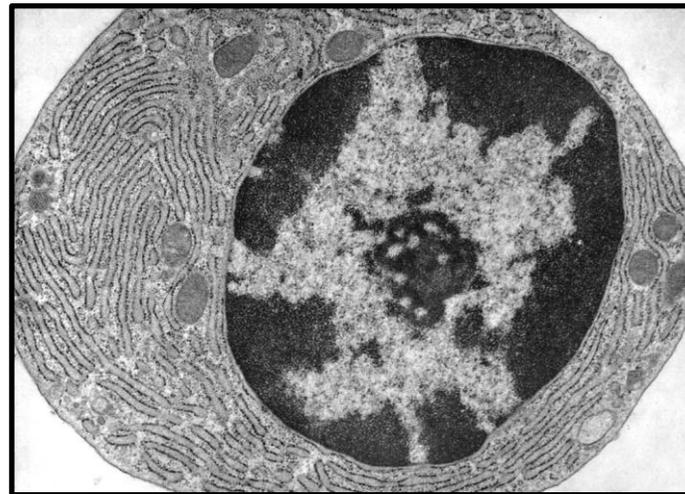
Características comuns entre procariotos e eucariotos

Nucleóide (procariotos) ou Núcleo (eucariotos)

- Local onde o genoma é armazenado com suas proteínas associadas;
- O genoma é replicado a cada processo de divisão celular;

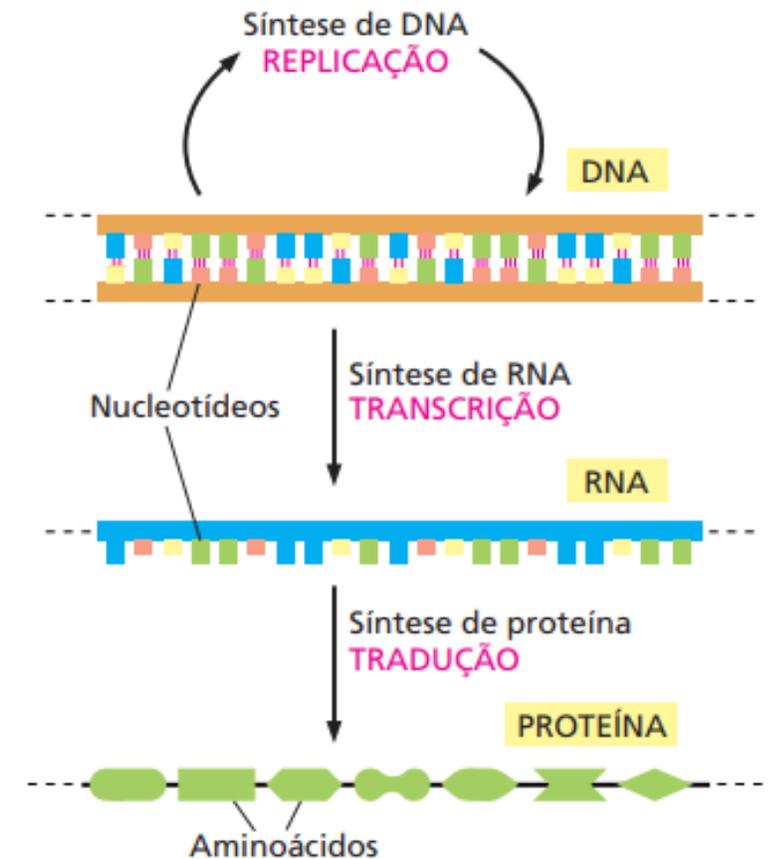


Streptococcus pneumoniae (Bacteria)



Célula genérica eucariótica

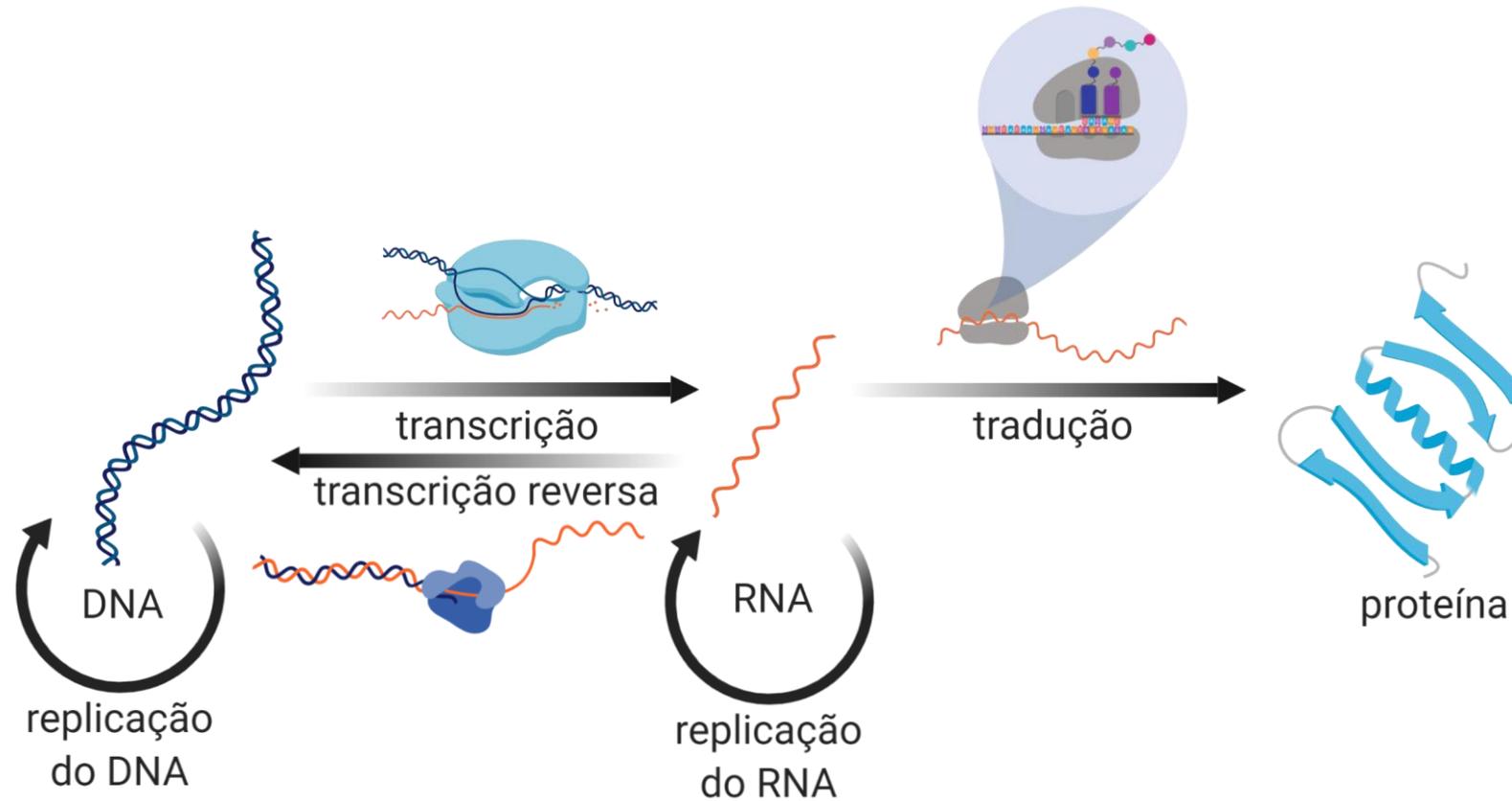
Genoma: toda a informação hereditária de um organismo que está codificada em seu DNA (ou, no caso de alguns vírus, no RNA).



'Dogma' central da Biologia Molecular

Dogma central da biologia molecular

Proposto inicialmente por Francis Crick em 1957



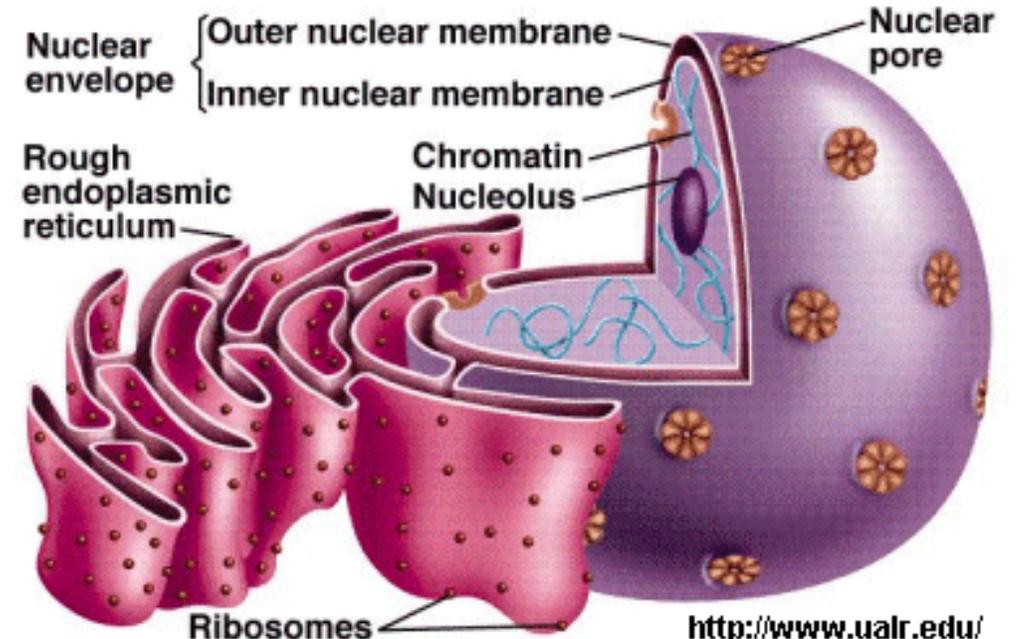
Conceito que busca explicar os mecanismos de manutenção e transmissão da informação genética.

Organização Celular

Características **exclusivas dos eucariotos**

Envoltório Nuclear (carioteca)

- Conjunto de membranas que reveste o núcleo dos eucariotos, separando o conteúdo nuclear do citoplasmático.
- É formada por uma membrana dupla (constituídas por uma bicamada lipídica). A membrana externa é associada ao retículo endoplasmático rugoso (RER).
- Poros nucleares: facilitam e regulam a troca de material (proteínas e mRNA) entre o núcleo e o citoplasma.

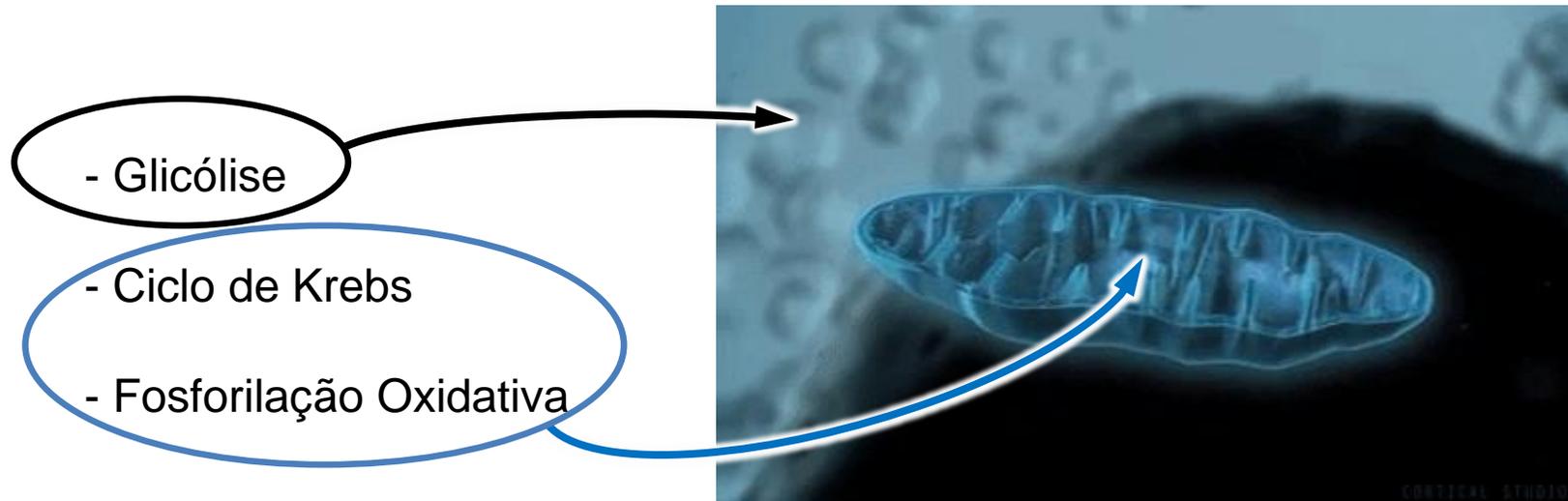


Organização Celular

Características **exclusivas dos eucariotos**

Organelas membranosas

- Organelas complexas que normalmente desempenham mais de uma função metabólica;
- Mitocôndria: Respiração celular → conjunto de 3 etapas relacionadas que gera **ATP**, CO_2 e H_2O a partir da degradação de moléculas orgânicas (carboidratos e lipídios).



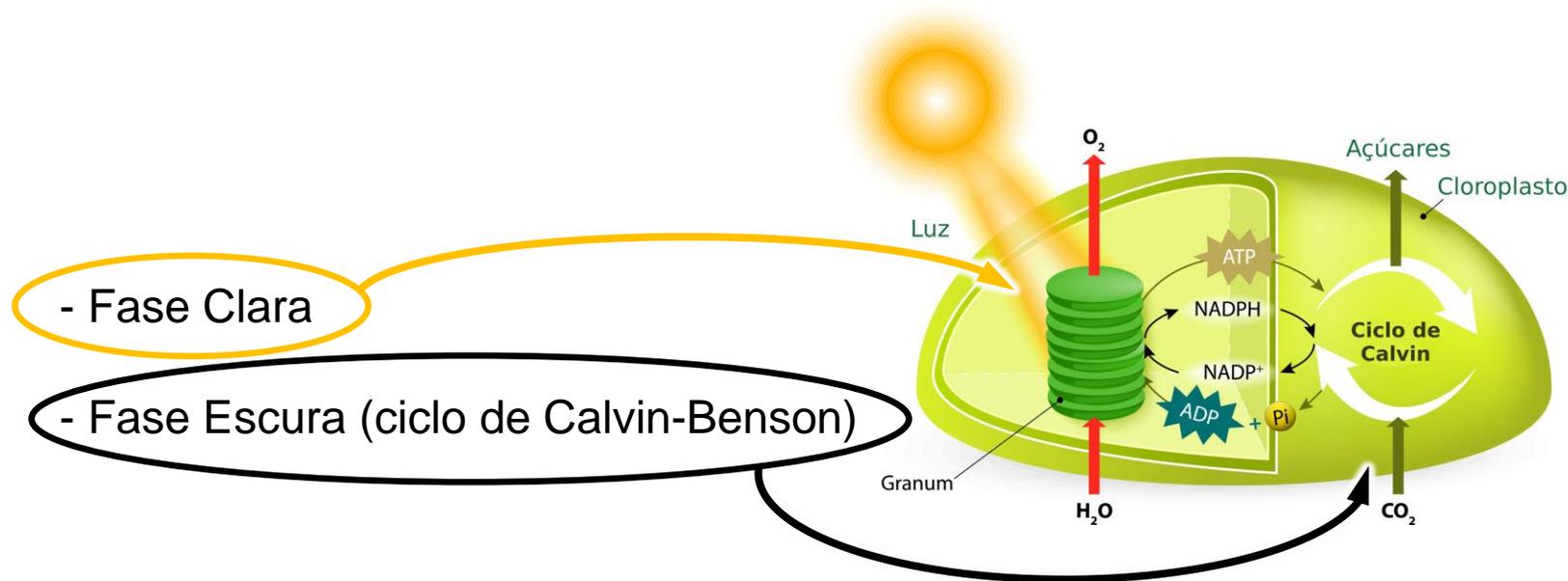
Obs: apresenta seu próprio DNA e ribossomos

Organização Celular

Características **exclusivas dos eucariotos**

Organelas membranosas

- Organelas complexas que normalmente desempenham mais de uma função metabólica;
- Cloroplasto (céls. vegetais e algas): Fotossíntese → Utilização da luz solar para fixar carbono, gerando O_2 e glicose ($C_6H_{12}O_6$) a partir de CO_2 e H_2O . Dividida em 2 fases:



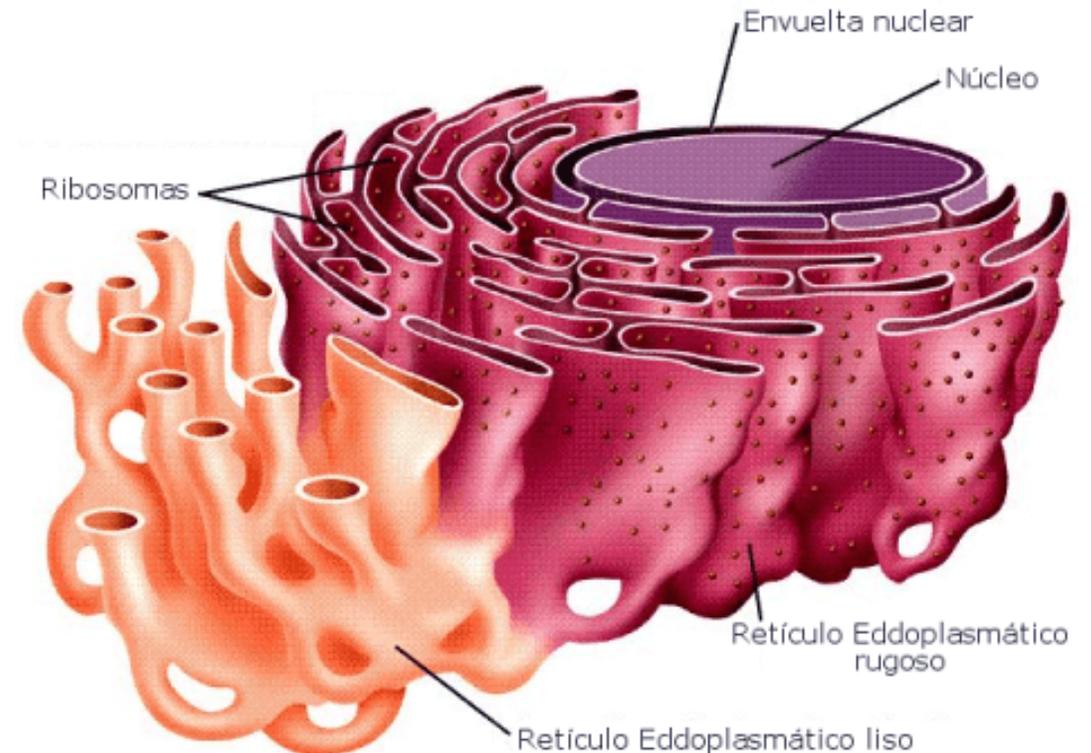
Obs: apresenta seu próprio DNA e ribossomos

Organização Celular

Características **exclusivas dos eucariotos**

Organelas membranosas

- Organelas complexas que normalmente desempenham mais de uma função metabólica;
- Retículos endoplasmáticos (RER e REL): estruturas membranosas compostas de 'sacos' achatados. Estão relacionados com a síntese de moléc. orgânicas.
- RER: Síntese protéica rápida e eficiente, modificações pós-traducionais, montagem de complexos protéicos, etc.
- REL: Produção de lipídios (fosfolipídios de membrana, hormônios esteróides)



Organização Celular

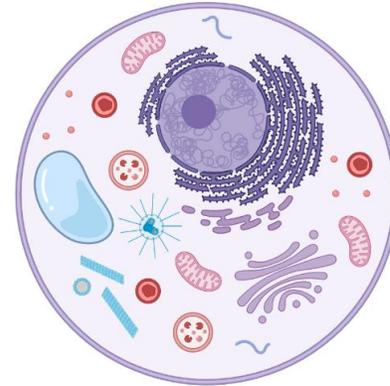
Características **exclusivas dos eucariotos**

Organelas membranosas

- Organelas complexas que normalmente desempenham mais de uma função metabólica;
- Aparelho de Golgi: Conjunto de compartimentos achatados definidos por membranas (cisternas) descontínuas. Possui diversas funções dentre as quais transporte (direcionamento) protéico, síntese de polissacarídeos e glicosilação de proteínas que serão secretadas.



Resumos das principais diferenças entre procariotos e eucariotos



Células Procarióticas	Células Eucarióticas
Ausência de carioteca (envoltório nuclear)	Presença de carioteca (envoltório nuclear)
Ausência de organelas membranosas (mitocôndria, Golgi, RE, etc.)	Presença de organelas membranosas (mitocôndria, Golgi, RE, etc.)
Cromossomos circulares	Cromossomos lineares
Genes predominantemente organizados em óperons	Genes predominantemente com promotores individuais
Transcrição acoplada à tradução	Não há transcrição acoplada à tradução
Ausência de Histonas	Presença de Histonas
RNA pol (única)	RNA pol I, II e III

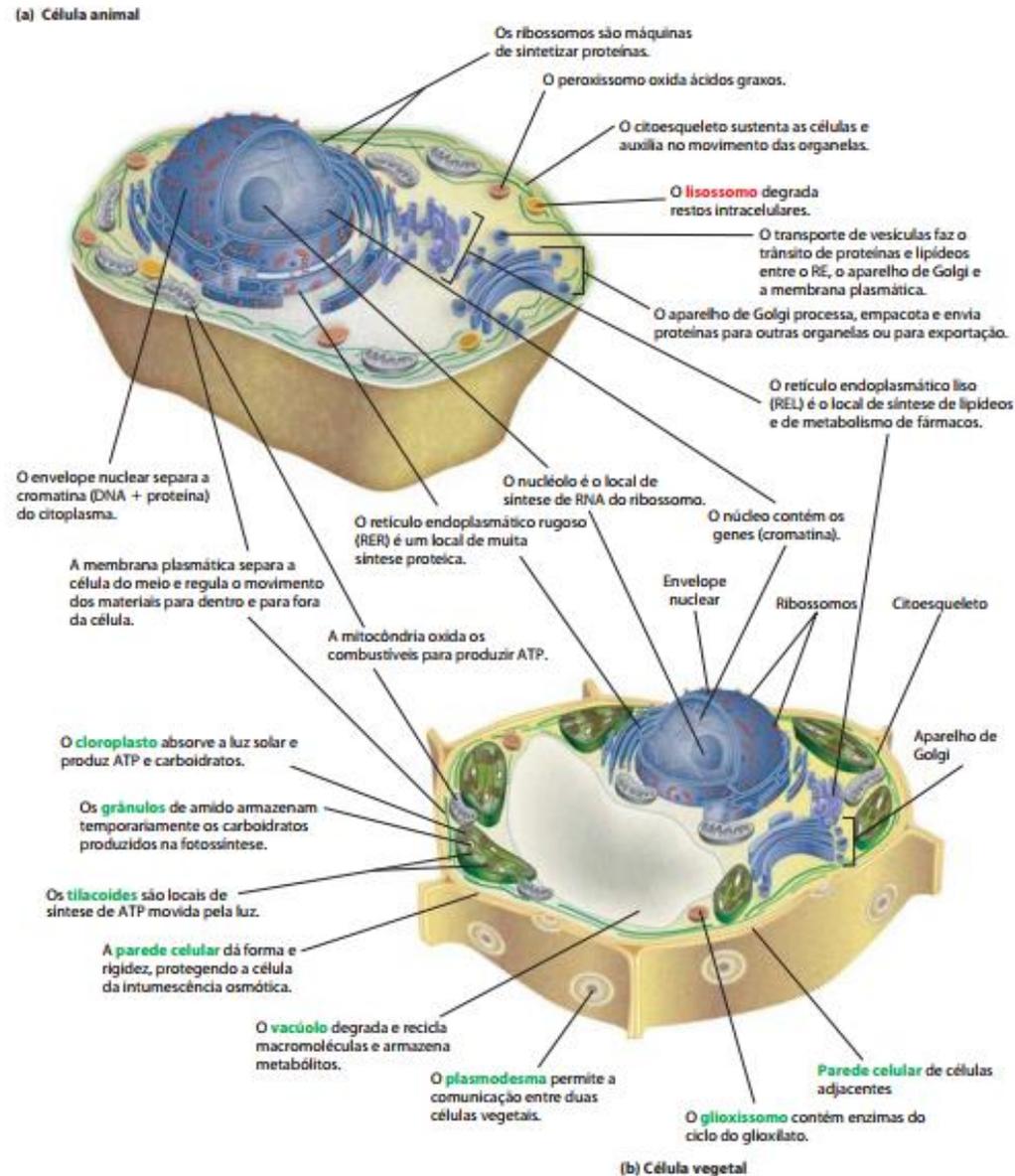
Origem da Vida e Organização Celular

- **Curiosidade: Origem dos átomos;**
- **Origem da vida;**
- **Organização celular;**
- **Outras curiosidades e Discussão;**
- **Bibliografia**

Origem da Vida e Organização Celular

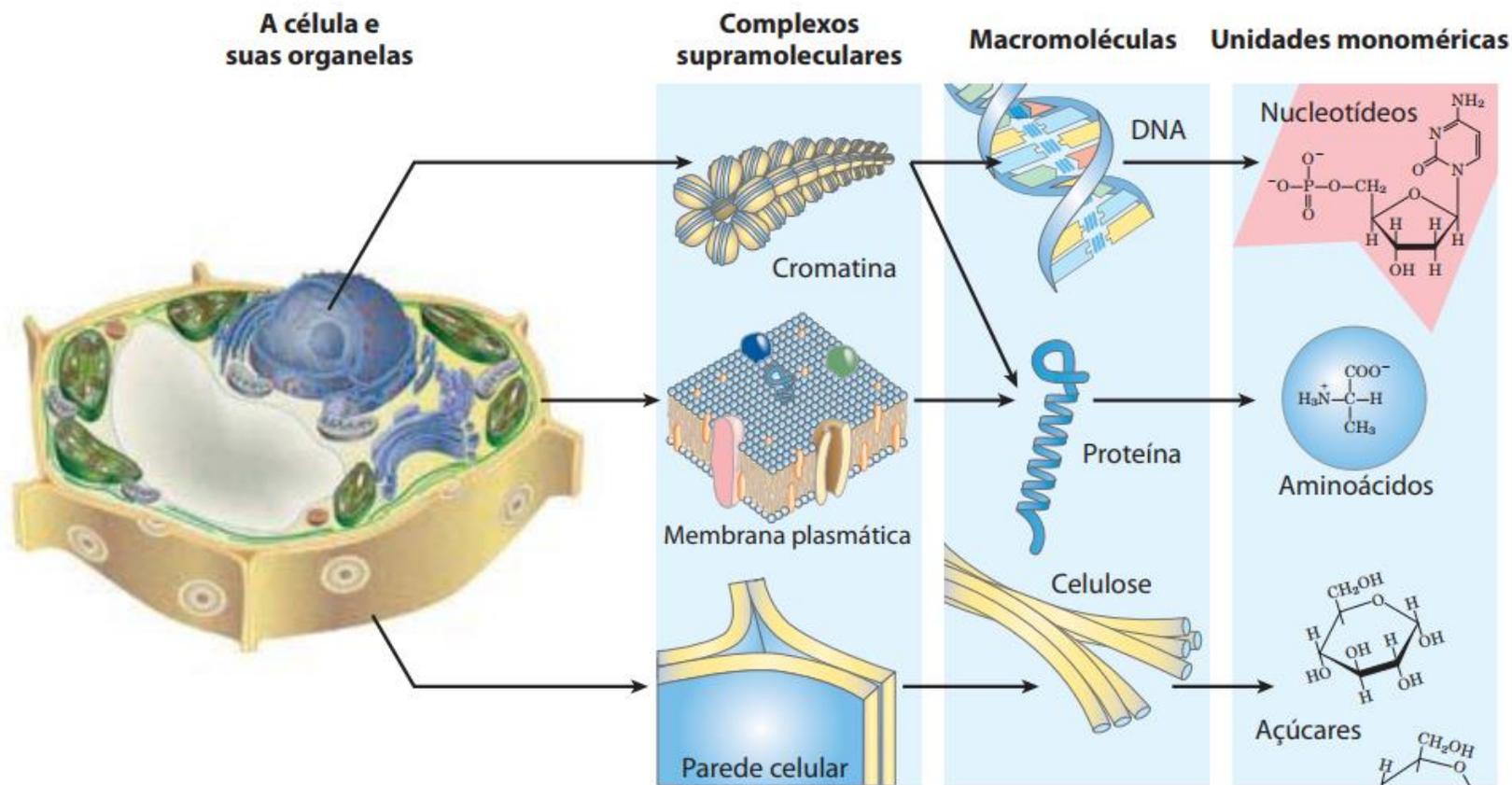
- Curiosidade: Origem dos átomos;
- Origem da vida;
- Organização celular;
- **Outras curiosidades e Discussão;**
- Bibliografia

Curiosidade: resumo das principais diferenças entre células animais e vegetais



Curiosidade: Hierarquia estrutural na organização molecular das células

- Algumas organelas (e outras macroestruturas) são feitas de complexos supramoleculares, que por sua vez são feitos de moléculas menores e de subunidades moleculares ainda menores.



Por que um futuro químico deve estudar Bioquímica?

Aplicações de conceitos e “ferramentas”

- Uso de organismos vivos para síntese de compostos de interesse econômico;
- Síntese enzimática de compostos (química verde).

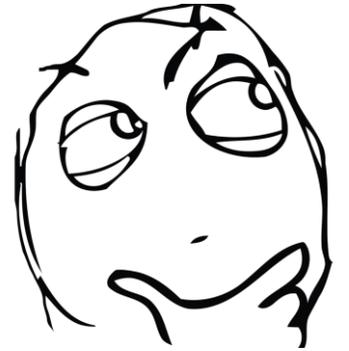
Biologia estrutural

- Métodos analíticos;
- Química ambiental e forense, controle de qualidade;
- Novas abordagens de estudo de seres vivos (biologia de sistemas);

Questões para discussão na próxima aula

Vírus

- Vírus são seres vivos?



Respiração celular em procariotos (bactérias)?

- Como ocorre a respiração aeróbica procariótica?

Bibliografia

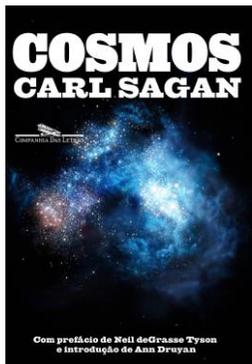
Referências básicas

- NELSON, David. L. e COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 2018. **Capítulo 1**
- ALBERTS, Bruce, et al., **Fundamentos da Biologia Celular**. Porto Alegre: Artmed, 2017. **Capítulo 1**



Bibliografia complementar

- Sagan, Carl. **Cosmos**. São Paulo, Companhia das Letras, 2016.



**Obrigado
pela atenção!**

Dúvidas? Não hesitem em escrever no fórum de
dúvidas e discussões do e-disciplinas