



## BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

Professora Me. Eloiza Muniz Capparros



Acesse o seu livro também disponível na versão digital.

Quando identificar o ícone **QR-CODE**, utilize o aplicativo **Unicesumar Experience** para ter acesso aos conteúdos online. O download do aplicativo está disponível nas plataformas:



Google Play



App Store

## UNICESUMAR

Av. Guedner, 1610 - Jardim Aclimação  
Cep 87050-900 - MARINGÁ - PARANÁ  
unicesumar.edu.br  
44 3027.6360

## UNICESUMAR EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

NEAD - Núcleo de Educação a Distância  
Bloco 4 - MARINGÁ - PARANÁ  
unicesumar.edu.br  
0800 600 6360

as imagens utilizadas neste  
livro foram obtidas a partir  
do site SHUTTERSTOCK.COM

## FICHA CATALOGRÁFICA

C397 **CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ.** Núcleo de Educação a Distância; **CAPPARROS**, Eloiza Muniz.

**Biologia Celular e Molecular.** Eloiza Muniz Capparros.  
Maringá-Pr.: Unicesumar, 2019.  
264 p.

"Graduação - EaD".

1. Biologia Celular. 2. Molecular. 3. EaD. I. Título.

ISBN 978-85-459-1756-4

CDD - 22 ed. 574.87  
CIP - NBR 12899 - AACR/2

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário  
João Vivaldo de Souza - CRB-8 - 6828

Impresso por:

### Reitor

Wilson de Matos Silva

### Vice-Reitor

Wilson de Matos Silva Filho

### Pró-Reitor Executivo de EAD

William Victor Kendrick de Matos Silva

### Pró-Reitor de Ensino de EAD

Janes Fidélis Tomelin

### Presidente da Mantenedora

Cláudio Ferdinandi

### NEAD - Núcleo de Educação a Distância

#### Diretoria Executiva

Chrystiano Mincoff

James Prestes

Tiago Stachon

#### Diretoria de Graduação e Pós-graduação

Kátia Coelho

#### Diretoria de Permanência

Leonardo Spaine

#### Diretoria de Design Educacional

Débora Leite

#### Head de Produção de Conteúdos

Celso Luiz Braga de Souza Filho

#### Head de Curadoria e Inovação

Tania Cristiane Yoshie Fukushima

#### Gerência de Produção de Conteúdo

Diogo Ribeiro Garcia

#### Gerência de Projetos Especiais

Daniel Fuverki Hey

#### Gerência de Processos Acadêmicos

Taessa Penha Shiraishi Vieira

#### Gerência de Curadoria

Carolina Abdalla Normann de Freitas

#### Supervisão de Produção de Conteúdo

Nádila Toledo

#### Coordenador de Conteúdo

Gustavo Affonso Pisano Mateus

#### Designer Educacional

Hellyery Agda

#### Projeto Gráfico

Jaime de Marchi Junior

José Jhonny Coelho

#### Arte Capa

Arthur Cantareli Silva

#### Ilustração Capa

Bruno Pardino

#### Editoração

José Jhonny Coelho

Humberto Garcia da Silva

#### Qualidade Textual

Jaqueline M. Ikeda Loureiro

#### Ilustração

Marta Sayuri Kakitani



Professor  
Wilson de Matos Silva  
Reitor

Em um mundo global e dinâmico, nós trabalhamos com princípios éticos e profissionalismo, não somente para oferecer uma educação de qualidade, mas, acima de tudo, para gerar uma conversão integral das pessoas ao conhecimento. Baseamo-nos em 4 pilares: intelectual, profissional, emocional e espiritual.

Iniciamos a Unicesumar em 1990, com dois cursos de graduação e 180 alunos. Hoje, temos mais de 100 mil estudantes espalhados em todo o Brasil: nos quatro campi presenciais (Maringá, Curitiba, Ponta Grossa e Londrina) e em mais de 300 polos EAD no país, com dezenas de cursos de graduação e pós-graduação. Produzimos e revisamos 500 livros e distribuimos mais de 500 mil exemplares por ano. Somos reconhecidos pelo MEC como uma instituição de excelência, com IGC 4 em 7 anos consecutivos. Estamos entre os 10 maiores grupos educacionais do Brasil.

A rapidez do mundo moderno exige dos educadores soluções inteligentes para as necessidades de todos. Para continuar relevante, a instituição de educação precisa ter pelo menos três virtudes: inovação, coragem e compromisso com a qualidade. Por isso, desenvolvemos, para os cursos de Engenharia, metodologias ativas, as quais visam reunir o melhor do ensino presencial e a distância.

Tudo isso para honrarmos a nossa missão que é promover a educação de qualidade nas diferentes áreas do conhecimento, formando profissionais cidadãos que contribuam para o desenvolvimento de uma sociedade justa e solidária.

Vamos juntos!



## Janes Fidélis Tomelin

Pró-Reitor de Ensino de EaD

## Kátia Solange Coelho

Diretoria de Graduação e Pós

## Débora do Nascimento Leite

Diretoria de Design Educacional

## Leonardo Spaine

Diretoria de Permanência

Seja bem-vindo(a), caro(a) acadêmico(a)! Você está iniciando um processo de transformação, pois quando investimos em nossa formação, seja ela pessoal ou profissional, nos transformamos e, consequentemente, transformamos também a sociedade na qual estamos inseridos. De que forma o fazemos? Criando oportunidades e/ou estabelecendo mudanças capazes de alcançar um nível de desenvolvimento compatível com os desafios que surgem no mundo contemporâneo.

O Centro Universitário Cesumar mediante o Núcleo de Educação a Distância, o(a) acompanhará durante todo este processo, pois conforme Freire (1996): “Os homens se educam juntos, na transformação do mundo”.

Os materiais produzidos oferecem linguagem dialógica e encontram-se integrados à proposta pedagógica, contribuindo no processo educacional, complementando sua formação profissional, desenvolvendo competências e habilidades, e aplicando conceitos teóricos em situação de realidade, de maneira a inseri-lo no mercado de trabalho. Ou seja, estes materiais têm como principal objetivo “provocar uma aproximação entre você e o conteúdo”, desta forma possibilita o desenvolvimento da autonomia em busca dos conhecimentos necessários para a sua formação pessoal e profissional.

Portanto, nossa distância nesse processo de crescimento e construção do conhecimento deve ser apenas geográfica. Utilize os diversos recursos pedagógicos que o Centro Universitário Cesumar lhe possibilita. Ou seja, acesse regularmente o Studeo, que é o seu Ambiente Virtual de Aprendizagem, interaja nos fóruns e enquetes, assista às aulas ao vivo e participe das discussões. Além disso, lembre-se que existe uma equipe de professores e tutores que se encontra disponível para sanar suas dúvidas e auxiliá-lo(a) em seu processo de aprendizagem, possibilitando-lhe trilhar com tranquilidade e segurança sua trajetória acadêmica.

**Professora Me. Eloiza Muniz Capparros**

Doutoranda em Ciências Ambientais, pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, PEA-UEM (2015-). Mestre em Biologia das Interações Orgânicas, pelo Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, PGB-UEM (2013-2015). Especialista em Análises Clínicas, pela Unicesumar (2016-2017). Especialista em Análises Ambientais, pela Unicesumar (2014-2015). Especialista em Biologia da Conservação e da Fauna Silvestre, pela Universidade Estadual de Maringá (2013-2014). Bióloga licenciada e bacharel pela Universidade Estadual de Maringá (2008-2012). <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4419086T0>>

**SEJA BEM-VINDO(A)!**

Você ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, no qual você conhecerá diversos aspectos relacionados aos seres vivos, suas relações e seu metabolismo. Uma das bases da Biologia (ou das Ciências Biológicas) é a Biologia Celular, ou, como ela também pode ser chamada, Citologia. Nessa disciplina, você irá conhecer a célula de maneira aprofundada, identificando cada elemento de sua estrutura, suas organelas, seu metabolismo, a comunicação entre células e também o material genético e a divisão celular.

Ao mesmo tempo em que você estuda os princípios de Citologia, você também será atualizado sobre os estudos e as técnicas mais recentemente desenvolvidas para trabalhar com células, o que só foi possível com os avanços da Biologia Molecular. Assim, essa disciplina se propõe a integrar os principais conceitos relativos à Biologia Celular e Molecular, os quais constituirão a base conceitual de que você precisará para estudar os seres vivos ao longo do seu curso de graduação.

Para que esse objetivo seja alcançado, você estudará as células sob diferentes perspectivas apresentadas ao longo das cinco unidades:

Na Unidade 1 (Estrutura, Função e Evolução das Células), você conhecerá os principais elementos celulares e funções; você também terá uma ideia sobre os principais paradigmas que sustentam a evolução das células. Nesta unidade será abordado o histórico da Biologia Celular; será apresentada uma visão panorâmica sobre a evolução das células; você aprenderá a identificar os principais tipos celulares (procariotos e eucariotos); será abordada a relação dos vírus com as células e você irá reconhecer a organização estrutural, a constituição e as principais moléculas encontradas no interior das células.

A Unidade 2 (Envoltórios Celulares, Citoplasma e Citoesqueleto) apresentará a você os principais aspectos a respeito dos componentes externos à célula, você conhecerá a estrutura e a função da Membrana Plasmática, da Parede Celular e do Glicocálix. Você também aprenderá em quais tipos de célula é possível encontrar cada um dos envoltórios; conhecerá as trocas que a célula realiza com o meio extracelular, tanto as trocas ativas quanto as passivas; estudará sobre a estrutura, a composição e as funções do citoplasma nos diferentes tipos celulares; conhecerá o citoesqueleto e como ele se relaciona com os movimentos celulares; aprenderá sobre a comunicação celular por meio de sinais químicos, como os hormônios e os neurotransmissores.

A Unidade 3 (Organelas Celulares e Metabolismo Celular) apresentará a você os diferentes tipos de organelas encontradas em diferentes organismos; você irá relacionar as organelas ao tipo de atividade que elas executam nas células, como o metabolismo, a síntese (produção) e a degradação de macromoléculas, com ênfase especial aos ribossomos e à síntese de proteínas; você também irá identificar os elementos que constituem as mitocôndrias e como eles são necessários à respiração celular; você irá identificar os tipos de célula em que são encontrados os cloroplastos, conhecerá sua estrutura e irá relacionar essa estrutura com as reações químicas da fotossíntese.

# APRESENTAÇÃO

A Unidade 4 (Núcleo, Ciclo Celular e Divisão Celular) apresentará a você os eventos que acontecem no núcleo celular, a estrutura do DNA e do RNA e você conseguirá relacionar a estrutura do material genético com a expressão gênica. Você também conhecerá cada uma das etapas do Ciclo Celular, identificando os eventos que ocorrem em cada uma delas. Para compreender como as células se tornam tecidos, você conhecerá a especialização ou a diferenciação celular e também irá diferenciar os dois tipos de divisão celular pelos quais as células eucariontes podem passar: a mitose e a meiose.

A Unidade 5 (Técnicas de Estudo em Biologia Celular e Molecular) reunirá atualidades sobre Biologia Celular e Molecular, por meio das principais técnicas de manipulação do material genético. Você conhecerá os fundamentos da Tecnologia do DNA recombinante e da Clonagem Molecular; você aprenderá as principais técnicas de manipulação do DNA, compreenderá os princípios de eletroforese, extração do DNA, noções de amplificação do DNA por PCR e sequenciamento do DNA. Você estudará também a hibridização molecular e a impressão genética do DNA; conhecerá as etapas para a construção de Bibliotecas Genômicas e compreenderá alguns princípios sobre o estudo das células-tronco, da transgênese e da terapia gênica.

Ao cursar esta disciplina, você irá se familiarizar com os principais conceitos relativos às células, terá conhecimentos básicos sobre a estrutura morfológica e funcional dos diferentes tipos de célula e terá contato com as inovações e atualidades no desenvolvimento de pesquisas nesta área do conhecimento.

Espero que você possa construir um alicerce consistente e que, por meio do material proposto, dos materiais complementares e das atividades propostas, você possa desenvolver conhecimentos significativos sobre as células e sua importância para os seres vivos.

Bons estudos!

# SUMÁRIO

## UNIDADE I

### ESTRUTURA, FUNÇÃO E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS

- 15 Introdução

---

- 16 Histórico da Biologia Celular

---

- 21 Visão Panorâmica sobre a Evolução da Célula

---

- 27 Principais Tipos Celulares: Procaríotos e Eucariotos

---

- 36 Vírus e sua Relação com as Células

---

- 43 Células: Organização Estrutural, Constituição Molecular e Principais Moléculas Celulares

---

- 63 Referências

---

- 65 Gabarito

## UNIDADE II

### ENVOLTÓRIOS CELULARES, CITOPLASMA E CITOESQUELETO

- 69 Introdução

---

- 70 Membrana Plasmática, Parede Celular e Glicocálix

---

- 76 Trocas Entre a Célula e o Meio Extracelular

---

- 85 Citoplasma: Estrutura, Composição e Função

---

- 89 Citoesqueleto e Movimentos Celulares

---

- 97 Comunicação Celular Através de Sinais Químicos

---

- 110 Referências

---

- 111 Gabarito



## ■ UNIDADE III

### **ORGANELAS CELULARES E METABOLISMO CELULAR**

115	Introdução
116	Tipos Celulares: Organelas e Metabolismo
121	Organelas Responsáveis Pela Síntese e Degradação de Macromoléculas
130	Ribossomos e Síntese de Proteínas
138	Cloroplastos e Fotossíntese
147	Mitocôndrias e Respiração Celular
164	Referências
165	Gabarito

## ■ UNIDADE IV

### **NÚCLEO, CICLO CELULAR E DIVISÃO CELULAR**

169	Introdução
170	Núcleo, Ciclo Celular e Divisão Celular
178	Ciclo Celular
186	Especialização e Diferenciação Celular
193	Divisão Celular I: Mitose
199	Divisão Celular II: Meiose
213	Referências
214	Gabarito



■ UNIDADE V

## TÉCNICAS DE ESTUDO EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

217 Introdução

---

218 Fundamentos e Passos da Tecnologia do DNA Recombinante e Clonagem Molecular

---

223 Manipulando o DNA: Princípios de Eletroforese, Extração do DNA, Noções de PCR e Sequenciamento do DNA

---

232 Hibridização Molecular e Impressão Genética do DNA

---

241 Construção de Bibliotecas Genômicas

---

245 Introdução ao Estudo de Células Tronco, Transgênese e Terapia Gênica

---

260 Referências

---

262 Gabarito

---

263 Conclusão



# ESTRUTURA, FUNÇÃO E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS

UNIDADE

I

## Objetivos de Aprendizagem

- Contextualizar temporalmente o desenvolvimento do microscópio e de técnicas que possibilitaram os primeiros estudos relativos à Citologia.
- Caracterizar a biologia estrutural e funcional das células eucariontes e procariontes.
- Reconhecer a estrutura e o metabolismo viral.
- Identificar os elementos que formam a estrutura básica de uma célula (envoltórios, citoplasma, organelas e núcleo).
- Reconhecer as principais moléculas que constituem a estrutura e que fazem parte do metabolismo celular.

## Plano de Estudo

A seguir, apresentam-se os tópicos que você estudará nesta unidade:

- Histórico da Biologia Celular e a evolução das células
- Principais tipos celulares - PROCARIOTOS E EUCARIOTOS
- Vírus e sua relação com as células
- Organização estrutural e constituição molecular da célula
- Principais moléculas celulares

## INTRODUÇÃO

Olá, caro(a) aluno(a)!

Seja bem-vindo(a) à primeira unidade de estudos da disciplina Biologia Celular e Molecular. É com grande prazer que compartilho com você alguns conhecimentos a respeito de uma das disciplinas que constituem a base da Biologia Moderna: a Citologia ou Biologia Celular e Molecular.

Nesta unidade, você será apresentado(a) ao desenvolvimento da Biologia Celular e Molecular, desde os primeiros cientistas e pesquisadores que estudaram os microrganismos e que desvendaram (até então) os mistérios da célula até as descobertas mais recentes, nas últimas décadas. Ao organizar cronologicamente os eventos que levaram os cientistas e pesquisadores ao descobrimento das células, você compreenderá a relação que existe entre a descoberta de um universo microscópico com a saúde e o desenvolvimento humano.

Além disso, você terá uma visão panorâmica sobre os paradigmas atuais que sustentam a origem e a evolução das células, relacionando todos os seres vivos existentes atualmente por meio da ancestralidade comum. Assim, você identificará um organismo procarioto (como as bactérias) e o diferenciará de organismos eucariotos (protozoários, fungos, vegetais e animais).

Um dos assuntos que ainda é alvo de polêmica na comunidade científica são os vírus. Devido à sua estrutura acelular (ou seja, sem célula) e ao metabolismo que só existe no interior de uma célula hospedeira, não há consenso científico sobre o fato de os vírus serem considerados seres vivos ou não. Você compreenderá melhor esse debate ao longo desta unidade, pois poderá relacionar os vírus com as células.

Ao final da unidade, você conhecerá a organização estrutural básica celular e também as principais moléculas celulares que serão importantes depois, quando você estiver estudando o metabolismo celular.

Bons estudos!



## HISTÓRICO DA BIOLOGIA CELULAR

É possível que, em algum momento de sua vida escolar, você já tenha estudado as células e a organização celular dos seres vivos. Isso acontece porque a chamada **Teoria Celular** é utilizada como critério para diferenciar seres vivos de matéria não viva, mas nem sempre foi assim. Até a invenção dos microscópios, em meados do século XVI, a vida microscópica era totalmente desconhecida.

No século XVII, dois cientistas, Robert Hooke e Antonj von Leeuwenhoek, revolucionaram o conhecimento a respeito da organização celular dos seres vivos (ROONEY, 2018).

Robert Hooke (1635-1703) foi o primeiro a distinguir e cunhar o termo “célula”, ele literalmente deu nome ela. A palavra **célula** vem do latim *cellula*, que é o diminutivo de *cella*, o que significa pequeno compartimento. No momento, ele se referia aos componentes que formam a estrutura dos seres vivos, tomando como base uma amostra de cortiça (Figura 1).

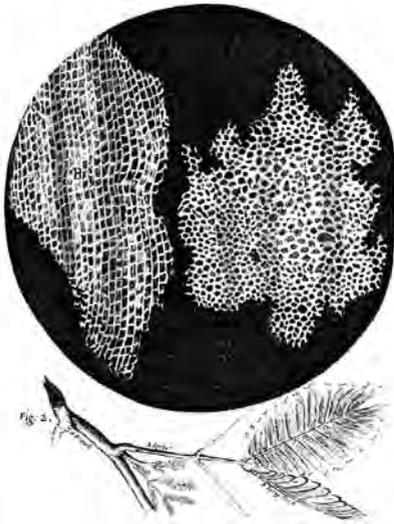


Figura 1 - Ilustração elaborada por Hooke a respeito de suas observações da cortiça no microscópio  
Fonte: Wikimedia Commons (2018, on-line)<sup>1</sup>.

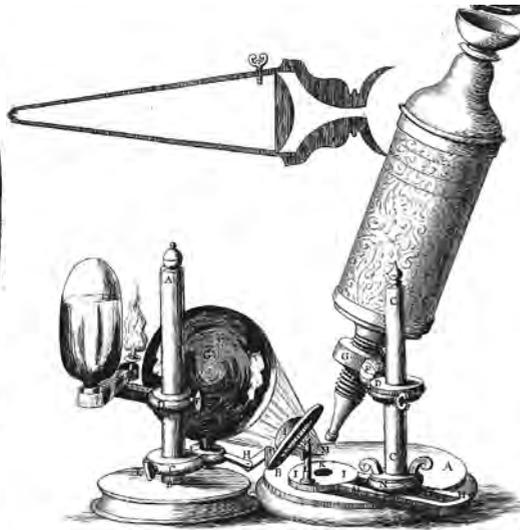


Figura 2 - Microscópio usado por Hooke  
Fonte: Wikimedia Commons (2006, on-line)<sup>2</sup>.

Antonie von Leeuwenhoek (1632-1723), um fabricante de lentes holandês, foi o primeiro a visualizar os microrganismos. Os microscópios que Leeuwenhoek utilizou permitiam um aumento de até 200x e, por isso, ele conseguiu observar diferentes tipos de células: hemácias, espermatozoides e protozoários de vida livre, entre outros organismos (ROONEY, 2018).

Em 1893, Theodor Schwann (1810-1882), um fisiologista alemão, estabeleceu o que hoje conhecemos como a base da **Teoria Celular**, em que todos os seres vivos se compõem de células e de produtos de células, ou seja, todos os seres vivos seriam constituídos de células (ROONEY, 2018).

A Teoria Celular ainda é amplamente utilizada pelos cientistas e é considerada a base da Biologia Celular. Rudolf Virchow (1821-1902) adicionou elementos e elaborou a hoje conhecida **Teoria Celular Moderna** (SILVA; AIRES, 2016), que tem por pressupostos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012):

- Todos os organismos vivos conhecidos são formados de células.
- A célula é a unidade estrutural e funcional de tudo o que é vivo.
- Todas as células vêm de células preexistentes por divisão (a geração espontânea não ocorre).
- As células contêm informações hereditárias passadas de célula para célula na divisão celular.
- Todas as células têm, basicamente, a mesma composição química.
- Todo o fluxo de energia da vida (metabolismo e bioquímica) ocorre dentro das células.

A partir de então, o estudo das células passou a ser relacionado com a causa de muitas doenças. O médico francês Nicolas Andry de Bois-Regard (1658-1742) foi o primeiro a propor, sem evidências, que os **microrganismos** seriam os causadores das doenças. Ideia essa que ficou conhecida depois como **Teoria dos Germes**.

Em 1860, o cientista francês Louis Pasteur (1822-1895) foi o primeiro a demonstrar que a teoria dos germes da doença estava correta, pois conseguiu demonstrar muitos tipos de ação microbiana (ROONEY, 2018).



#### REFLITA

##### **De onde veio a primeira célula?**

Miller (1952), em um experimento, conseguiu observar a formação de aminoácidos, que originam coacervados. A partir deles, teriam surgido as primeiras células.

Fonte: Marshall (2017, on-line)<sup>3</sup>.



Certamente, você já bebeu leite, sucos industrializados ou laticínios que são pasteurizados. O processo de pasteurização foi desenvolvido por Louis Pasteur (daí o nome), o cientista alemão citado no texto.

A pasteurização é utilizada para tratar alimentos (principalmente leite) e evitar que estraguem. O processo consiste em basicamente aquecer o alimento até uma temperatura suficiente para matar todos os microrganismos e resfriar, em seguida, enquanto se exclui o ar para impedir a entrada de novos microrganismos.

Fonte: Pelczar Jr, Chan e Krieg (2005).

O estudo das doenças abriu portas para uma nova discussão: a de que poderiam existir seres ainda menores do que as bactérias, mas que também causavam doenças. Iniciou-se, então, o estudo dos **vírus**. Eles estão diretamente relacionados ao estudo das células, pois são **parasitas intracelulares obrigatórios**. Você estudará os vírus de maneira mais aprofundada em “Vírus e sua relação com as células”, ainda nesta unidade.

Martinus Beijerinck (1851-1931), microbiologista e botânico holandês, estudou uma curiosa doença que afetava o tabaco. Sem sucesso ao sugerir que se tratavam de bactérias, ele sugeriu a existência de um líquido, como um veneno (daí o nome “vírus” que, em latim, significa fluido venenoso ou toxina), sem partículas vivas, e que seria o responsável pela doença (ROONEY, 2018).

O médico alemão Friedrich Loeffler (1852-1915) e o bacteriologista Paul Frosch (1860-1928), também alemão, foram os primeiros a sugerir, de fato, a existência dos vírus. Em 1898, ao estudarem o agente da febre aftosa, um vírus que afeta principalmente bovinos, eles propuseram a existência de uma partícula minúscula, pequena demais para ser filtrada, contrariando a ideia de um fluido venenoso de Beijerinck.

Com aproximadamente um centésimo do tamanho de uma bactéria, os vírus permaneceram invisíveis até a invenção do microscópio eletrônico, no século XX. Aos poucos, a melhora na microscopia revelou, além dos vírus, a complexidade das células eucariontes: as organelas foram observadas (ROONEY, 2018).

O desenvolvimento do microscópio eletrônico começou, em 1931, com o trabalho dos engenheiros eletricitistas alemães Ernst Ruska (1906-1988) e Max Knoll (1897-1969). Um microscópio eletrônico moderno tem uma resolução de até 0,2 nm, mil vezes menor do que a resolução do mais potente microscópio óptico (Figura 3).

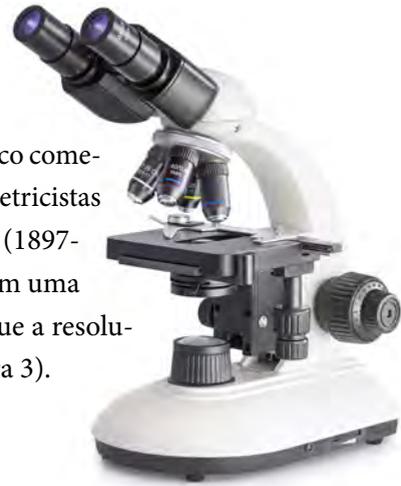


Figura 3 - Microscópio óptico, possibilita a observação de células e algumas estruturas celulares, como o núcleo, a parede celular e os cromossomos

O próximo desenvolvimento importante para o estudo da Biologia Celular e Molecular foi a descoberta do DNA. Em 1953, o biofísico e neurocientista britânico Francis Crick (1916-2004) e o geneticista americano James Watson (1928-) apresentaram, em forma de artigo científico, um modelo de DNA que explicava a possível existência de um mecanismo de reprodução e transmissão de informações hereditárias (CHALTON; MacARDLE, 2017).



Figura 4 - Microscópio eletrônico moderno, possibilita a visualização de estruturas do interior da célula e também os vírus

Na Biologia Celular, todo esse progresso possibilitou o desenvolvimento de técnicas de manipulação do material genético. Logo após a publicação do trabalho de Watson e Crick, iniciou-se o **Projeto Genoma Humano**, que buscou encontrar os genes que constituem o nosso material genético (CHALTON; MacARDLE, 2017). É importante que você saiba que o campo da Biologia Celular, principalmente a Molecular, ainda está em desenvolvimento e que, conseqüentemente, está sujeito a muitas mudanças. E no futuro? Hoje, temos a oportunidade de acompanhar as mudanças e descobertas em tempo real, veremos o que nos aguarda.

## VISÃO PANORÂMICA SOBRE A EVOLUÇÃO DA CÉLULA

A Biologia Celular e Molecular se ocupa em estudar a estrutura e o funcionamento das células. Para compreender de maneira satisfatória a evolução dos diferentes tipos de células, primeiro, você precisa entender, mesmo que de maneira geral, as estruturas celulares.

## VISÃO PANORÂMICA SOBRE A ESTRUTURA CELULAR

Seu corpo é formado por trilhões de células, que podem ser muito diferentes umas das outras, pois estão organizadas em **tecidos**. Estes são conjuntos de **células** semelhantes, que trabalham juntas desempenhando uma determinada função. Em seres humanos há mais de 200 tipos de células diferentes, que formam os tecidos e desempenham as mais diversas funções.

Ao ler sobre você (um indivíduo), seus tecidos e suas células, você está lendo sobre diferentes níveis de organização biológica. Há vários níveis hierárquicos de organização entre os seres vivos, que se iniciam nos átomos, por ordem crescente de tamanho e complexidade, e terminam na biosfera (Figura 5). Considerando a questão dos níveis de organização, você estudará, em relação às moléculas (algumas, apenas), organelas celulares e, principalmente, **células**.

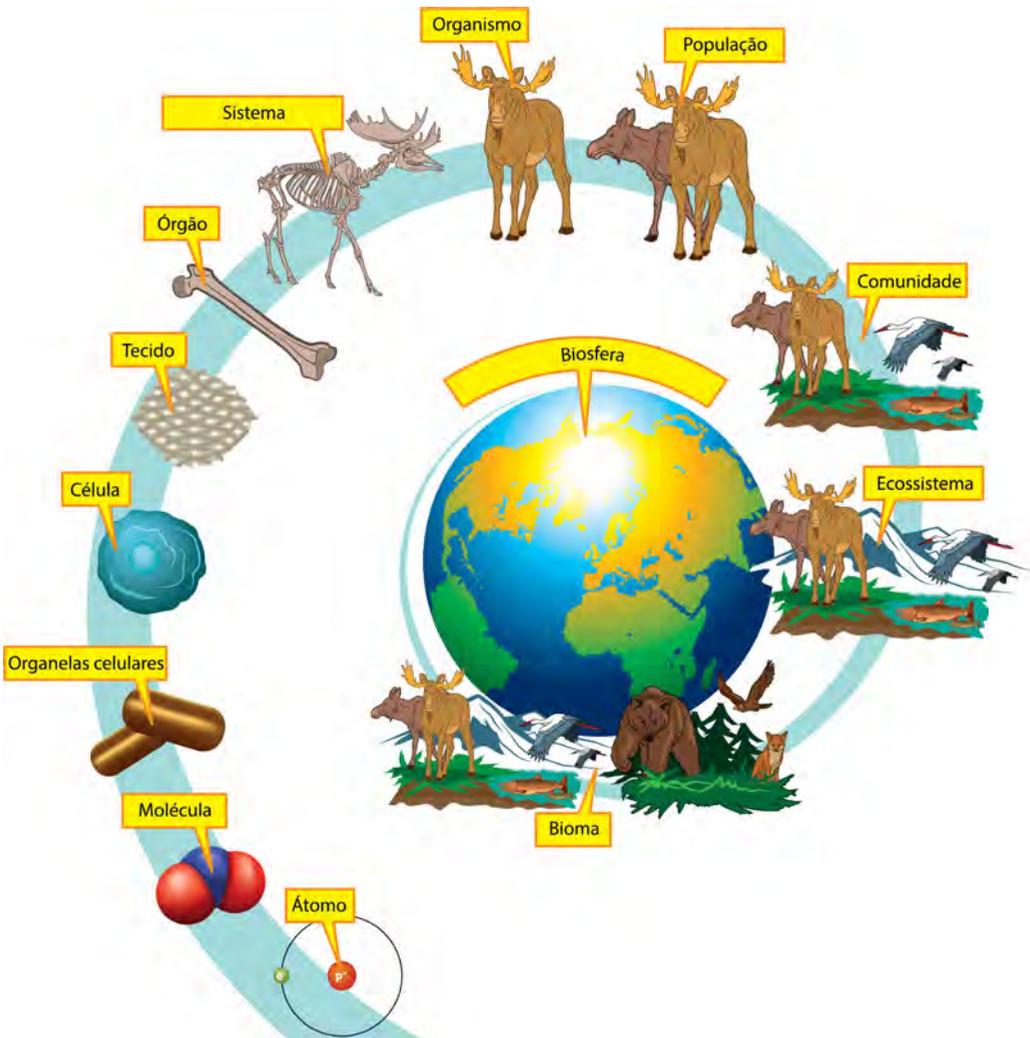


Figura 5 - Níveis de organização biológica, do átomo à biosfera

As células são as menores partes vivas do seu corpo. Tudo o que você faz que o(a) mantém vivo(a) está relacionado aos processos celulares, constituindo o **metabolismo celular**. Isso acontece na absorção de moléculas provenientes da alimentação, na respiração e no crescimento. Ao crescer, suas células estão se dividindo (ou multiplicando?) para formar novas células e estruturar seu corpo.

## REFLITA



Divisão e multiplicação celular são sinônimos. A célula original se divide, formando novas, mas também podemos dizer que, a cada ciclo celular, o número de células aumenta, isto é, se multiplica.

Além de você, tudo que é vivo é formado por células. Todas as células são constituídas, basicamente, dos mesmos componentes e funcionam de forma semelhante. Isso indica que toda forma de vida na Terra está relacionada. Para entender melhor como isso acontece, observe os argumentos a seguir (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015):

- Todas as células têm DNA como material genético.
- Todas as células usam os mesmos processos para produzir proteínas.
- Todas seguem os mesmos princípios básicos de metabolismo.

Olhando desse modo, é como se todas as células tivessem um “modelo padrão básico” e, a partir dele, desenvolveram suas especificações. No nível mais fundamental, as células que existem na Terra se mostram relacionadas e unificadas. Em relação à estrutura, todas as células (de todos os seres vivos, não apenas as do seu corpo) têm aspectos em comum (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015):

- Membrana Plasmática, uma barreira que separa as células do ambiente ao seu redor.
- Citoplasma (veja na Unidade 2), o volume dentro de todas as células, delimitado pela membrana plasmática.
- DNA (ácido desoxirribonucleico), que contém as informações para a construção e o metabolismo celular.
- Você observou, até agora, como as células são parecidas entre si. Agora, você verá o outro lado, em que as células são diferentes.

## ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS

Existem dois tipos celulares básicos: **procariotos** e **eucariotos**. Os procariotos (ou procariontes; *pro*: primeiro e *cario*: núcleo) são os organismos mais simples, como as bactérias, que não possuem membrana nuclear. Os eucariotos (ou eucariontes; *eu*: verdadeiro e *cario*: núcleo) são maiores e mais complexos, apresentam mais organelas em seu interior e possuem membrana nuclear, separando o DNA (material genético) do citoplasma. Protozoários, fungos, vegetais e animais são eucariontes.

Por se tratarem de células mais simples, seria intuitivo supor que os procariontes surgiram antes dos eucariontes. O estudo das células está diretamente relacionado ao estudo da vida, no planeta Terra. Muitas perguntas já foram feitas sobre **como** e **quando** a vida teria surgido, mas até hoje nenhum cientista ou pesquisador foi capaz de desenvolver vida em laboratório. Isso não significa que não houve avanços.

Atualmente, as hipóteses mais aceitas indicam que o processo evolutivo, na Terra, teve início há, aproximadamente, 4 bilhões de anos. Os fósseis mais antigos de microrganismos aquáticos são datados de 3.7 bilhões de anos (NUTMAN et al., 2016; HOMANN et al., 2018).

A atmosfera terrestre, nesse período, era bastante diferente da atual. A Terra primitiva não tinha **gás oxigênio** ( $O_2$ ) disponível, que começou a fazer parte da composição da atmosfera apenas a partir da atividade fotossintética de células eucariontes (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).

As moléculas presentes na atmosfera, unidas à grande quantidade de água disponível na superfície do planeta Terra, teriam formado uma massa líquida chamada **caldo primordial**, a base da teoria de Stanley Miller sobre a **Síntese Prebiótica**. De acordo com essa hipótese, moléculas orgânicas teriam surgido sem a participação de seres vivos. Miller elaborou um experimento (Figura 6) em que conseguiu, de fato, sintetizar moléculas orgânicas importantes, os aminoácidos glicina e alanina, considerados fundamentais na estrutura dos seres vivos.

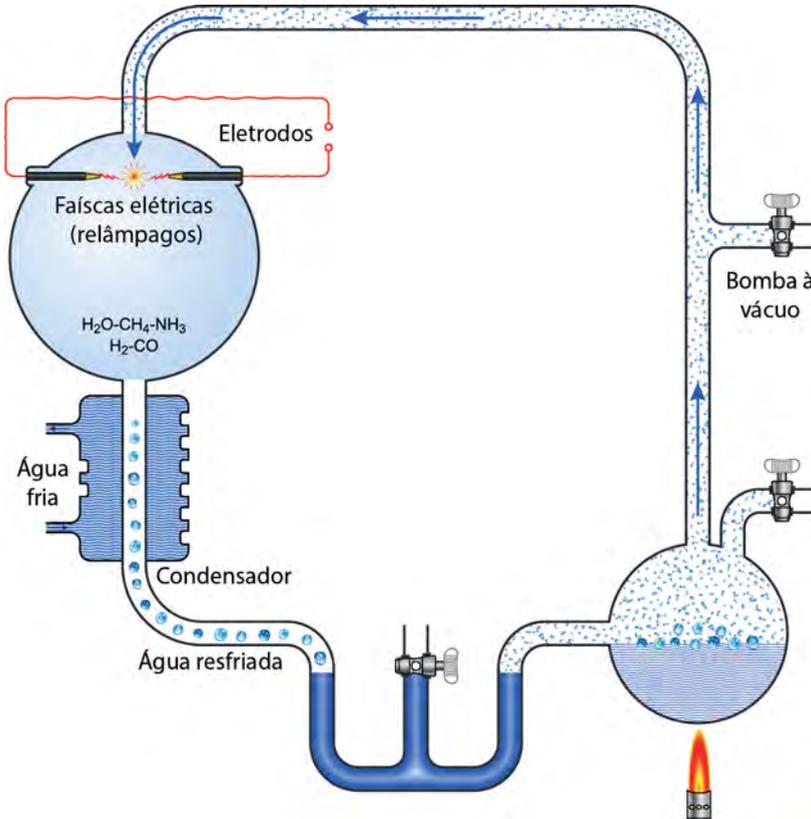


Figura 6 - Aparelho criado e utilizado por Stanley Miller para testar a Síntese Prebiótica

Devido à simplicidade estrutural, é mais provável que a molécula de RNA seja mais primitiva do que a de DNA (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015). É provável, também, que a primeira célula era **procarionte heterotrófica** (incapaz de produzir moléculas orgânicas complexas) e **anaeróbia** (não havia gás oxigênio na atmosfera terrestre) (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).

Devido à alimentação heterotrófica, as primeiras células provavelmente esgotaram os compostos orgânicos. Surgiram, então, as primeiras **células autotróficas**, capazes de sintetizar moléculas orgânicas complexas a partir de substâncias muito simples, utilizando a energia da luz solar (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015). Além de moléculas orgânicas, essas células liberavam gás oxigênio, que se acumulava até a mudança da composição dos gases na atmosfera.

A disponibilidade de oxigênio, na atmosfera terrestre, favoreceu o surgimento e, depois, a ampla ocupação de **células aeróbias** (ou aeróbicas), que utilizam

oxigênio para quebrar ligações químicas de compostos orgânicos e, assim, obter energia. A ocupação dos primeiros organismos aeróbios foi tão grande, que os anaeróbios ficaram restritos a poucos lugares, em que há ausência de oxigênio (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).

O próximo acontecimento importante, na história evolutiva celular, foi o surgimento de **células eucariontes**. A principal hipótese sugere que as células eucariontes surgiram a partir das células procariontes que tiveram suas membranas invaginadas. Esta hipótese explica a existência de organelas, como o Retículo Endoplasmático, o Complexo de Golgi e os Peroxissomos, além do próprio núcleo.

Ao observar, porém, as células eucariontes ao microscópio, alguns cientistas propuseram que as estruturas visíveis no interior das células eucariontes seriam como bactérias, vivendo em um tipo de simbiose (HOONEY, 2018).

Na década de 60, Lynn Margulis (1938-2011) elaborou a **Teoria da Endossimbiose Seriada**. Segundo Margulis, as mitocôndrias e os cloroplastos tiveram origem em bactérias que foram fagocitadas e que conseguiram escapar dos mecanismos de digestão intracelular, estabelecendo-se como simbiontes (endossimbiontes). Isto porque esse relacionamento (célula e bactéria fagocitada) era benéfico para as duas partes envolvidas e se tornou irreversível com o passar do tempo.

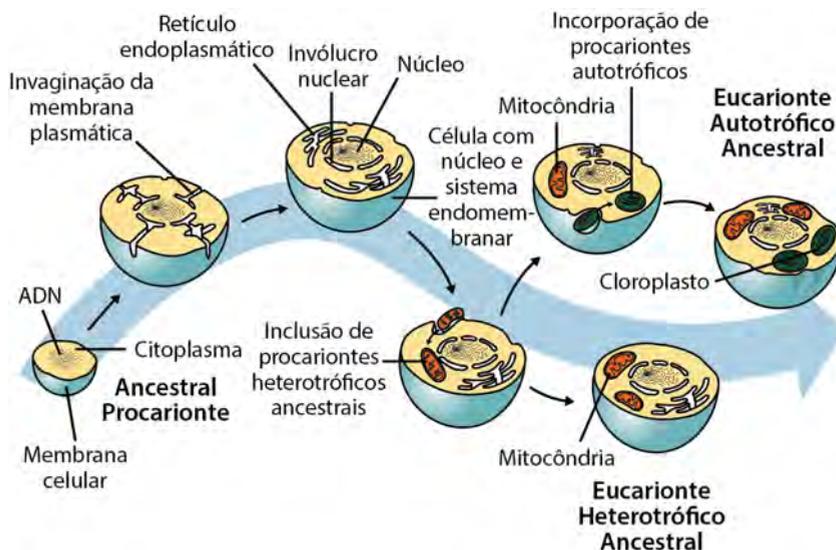


Figura 7 - Formação das células eucariontes

Fonte: Santos (2007).

Considerando que os cloroplastos estão presentes em células vegetais e de algas, e que, por outro lado, as mitocôndrias estão presentes em todas as células eucariontes, é provável que a simbiose que deu origem às mitocôndrias (**endossimbiose primária**) ocorreu antes da que originou os cloroplastos (**endossimbiose secundária**). Assim, primeiro surgiram células eucariontes com mitocôndrias e, posteriormente, algumas dessas células realizaram uma nova endossimbiose, com bactérias autotróficas (fotossintéticas) (Figura 7) (MARGULIS, 2001; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).

A partir da formação das células eucariontes, houve grande expansão na diversidade dos seres vivos, até chegar aos dias de hoje, com uma enorme variedade de células e organismos. A Biologia Celular e Molecular impacta a sua vida de várias maneiras, certamente, ela se tornará mais importante no futuro.

## PRINCIPAIS TIPOS CELULARES: PROCARIOTOS E EUCARIOTOS

Ao comparar todas as células que existem, tomando como base os componentes químicos celulares básicos, as estruturas celulares e o material genético hereditário presente em todas as células, é possível perceber que todas as células se enquadram em uma das três divisões: **Arqueia**, **Bactéria** ou **Eucária**. Pense nisso como se toda a vida na Terra fosse uma árvore, sendo que as raízes são as partes mais antigas, e as folhas, as mais recentes.

Nesta ideia, as divisões dos tipos celulares seriam os primeiros galhos (primeiras ramificações) dessa árvore (Figura 8).

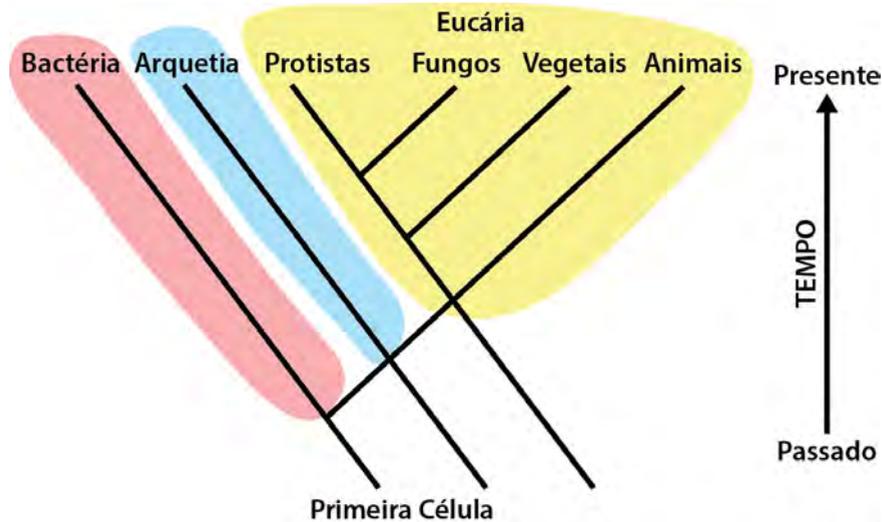


Figura 8 - Cladograma indicando os três domínios em que as células estão classificadas  
 Fonte: adaptada de Woese et al. (1990).

O domínio **Bactéria** é composto por microrganismos unicelulares e procariontes, que são conhecidos por causarem doenças em humanos, eles são nomeados de eubactérias. Os **Arqueia** também são microrganismos unicelulares e procariontes, mas são menos conhecidos porque foram descobertos mais recentemente em ambientes extremos (WOESE et al., 1990). São procariontes metanogênicos, ou seja, têm o gás metano como produto de seu metabolismo e vivem em condições extremas de temperatura, salinidade e pH.

O domínio **Eucaria** tem como representante os protistas (protozoários), os fungos, as plantas e os animais. Como o próprio nome sugere, os Eucaria se diferenciam dos outros dois domínios pela presença de núcleo em suas células.

O fato mais interessante sobre os Arqueia, entretanto, não são as condições extremas em que esses microrganismos vivem. Os Arqueia possuem algumas semelhanças com os **Eucaria** e, ao mesmo tempo, muitas diferenças com os microrganismos do domínio Bactéria.

As conclusões de estudos moleculares sugerem que a célula procarionte ancestral universal deu origem a dois domínios: Arqueia e Bactéria. A partir do domínio Arqueia, então, surgiram as primeiras células eucariontes, que constituem o domínio Eucária (Figura 9).

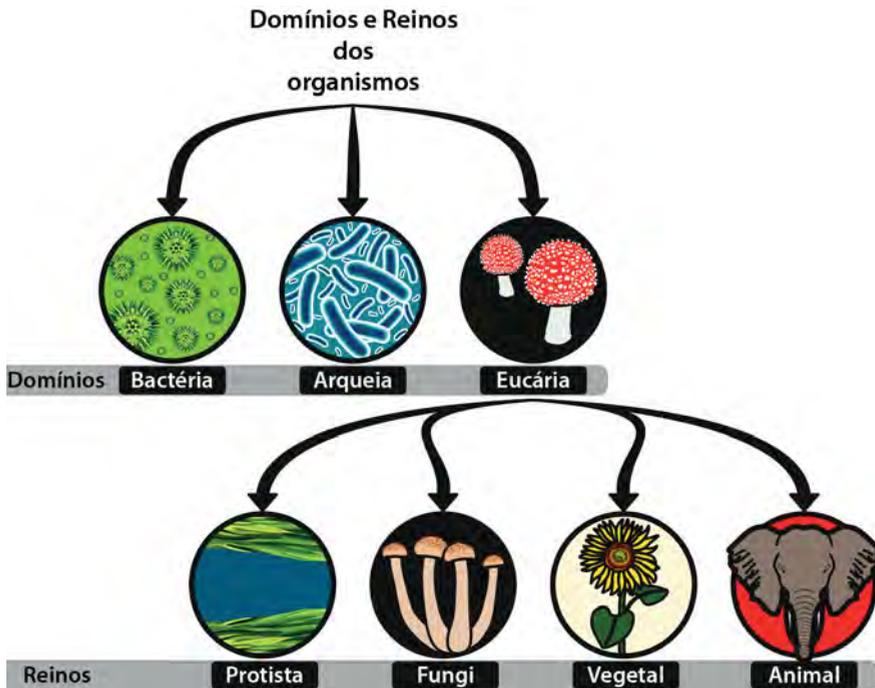


Figura 9 - Domínios (Bactéria, Arqueia e Eucária) em que todos os tipos celulares se enquadram

O domínio Eucária é classificado em Reinos: Protozoários, Fungos, Vegetais e Animais. Depois de esclarecer a origem dos domínios, o foco será nos tipos celulares básicos: **eucariontes** e **procariontes**.

Uma questão a se pensar a respeito das células procariontes e eucariontes são as diferenças de tamanho. É bastante difícil dimensionar essas células, pois são microscópicas e também porque geralmente são representadas do mesmo tamanho. Muitas vezes, dizer que uma célula eucarionte tem entre 10 a 100 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) enquanto as células procariontes têm aproximadamente 1 micrômetro ( $\mu\text{m}$ ), pode não dizer muito.

Então, faça o seguinte exercício mental: imagine um cômodo de uma casa (sala, quarto etc.) com, aproximadamente, 5 m x 7 m x 2,5 m (5 metros de comprimento, 7m de largura e 2,5m de altura), isto resulta em  $87,5 \text{ m}^3$ . Esse cômodo será a escala para uma **célula eucarionte** (célula animal ou vegetal, por exemplo). Nessa mesma escala, uma **célula procarionte** teria o tamanho aproximado de uma caixa de sapatos, enquanto um **vírus** seria ligeiramente maior do que a cabeça de um fósforo.

Com este breve raciocínio, é possível imaginar a facilidade de infecção de um vírus em uma célula eucarionte, por exemplo. Também fica mais fácil compreender como a teoria da endossimbiose (lembra do primeiro tópico?) foi desenvolvida. Também podemos usar outras escalas comparativas, levando em consideração outros organismos (Figura 10). Observe o espectro alcançado a olho nu, ao microscópio óptico e ao microscópio eletrônico.

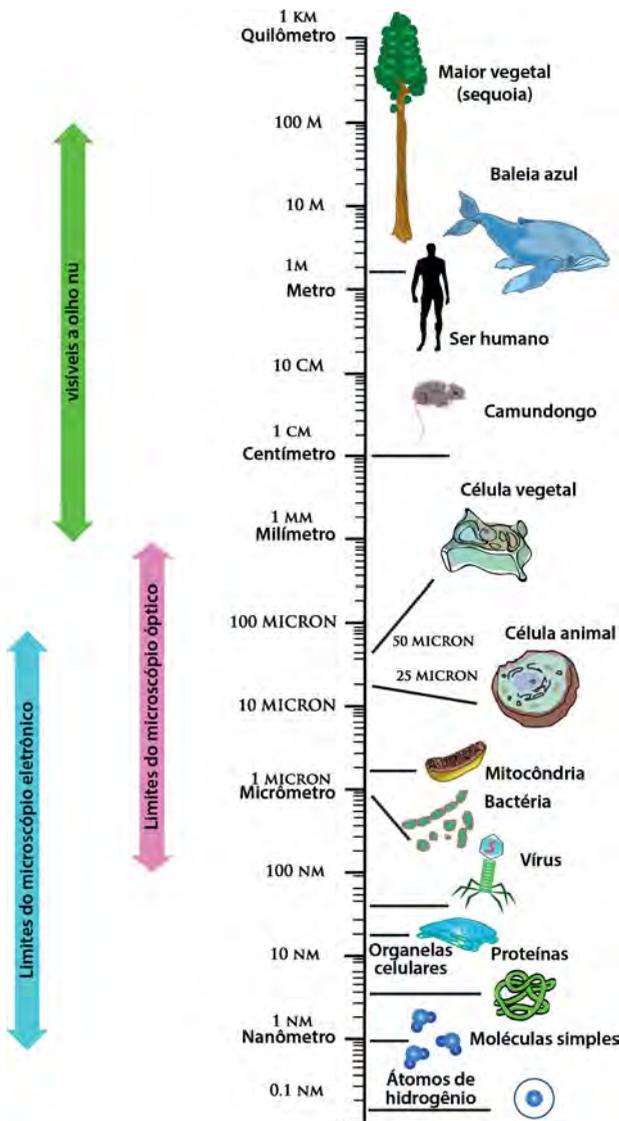


Figura 10  
Escala de organismos e estruturas biológicas, em comparação

## PROCARIOTOS

As células procariontes têm como representantes as (comumente conhecidas por causarem doenças) bactérias ou eubactérias e também os menos conhecidos microrganismos da divisão Arqueia, as bactérias extremófilas. Essas células são as mais simples, com menos estruturas e organelas (Figura 11) e também são consideradas mais primitivas.

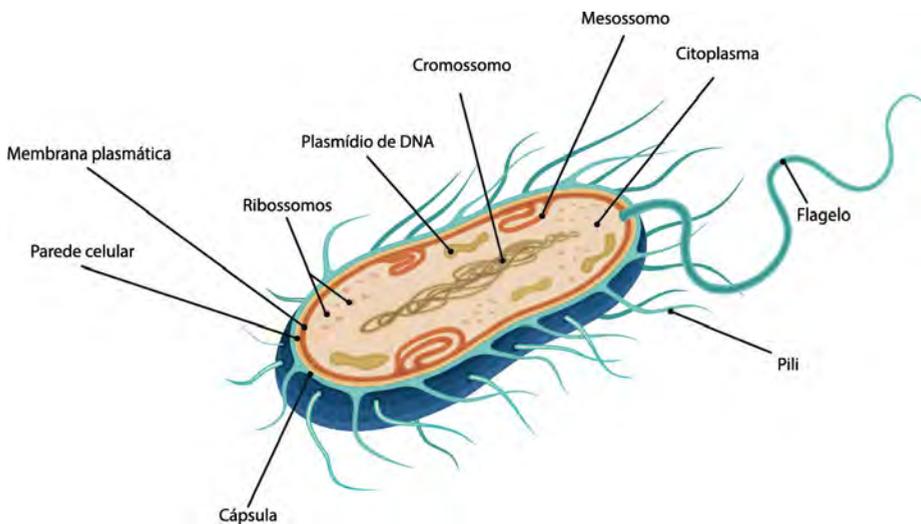


Figura 11 - Estrutura de uma célula bacteriana (procarionte), sem escala e colorida para fins didáticos (fantasia)

Os procariontes se diferenciam dos eucariontes, principalmente pela ausência de membrana nuclear (carioteca), sendo que o DNA dos procariontes é circular e fica no citoplasma, geralmente, concentrado em uma região denominada **nucleoide**. Além disso, os procariontes não possuem organelas membranosas, tais como Retículo Endoplasmático e Complexo de Golgi, além de serem muito menores do que as células eucariontes.

Outra diferença entre os procariontes e os eucariontes está nos ribossomos, que são menores e apresentam composição química diferente. Isto se explica pela própria complexidade das células, então lembre-se: os ribossomos são responsáveis pela produção de proteínas, e as células eucariontes, sendo muito maiores e mais complexas, demandam produção proteica maior e mais elaborada (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).



## SAIBA MAIS

**10% Humano(a)**

Segundo a bióloga e autora do livro *10% Humano*, seu organismo não é formado apenas de carne e osso, músculos e sangue, cérebro e pele - você também é formado(a) por bactérias e fungos. Segundo a autora, ao considerar o número de células, para cada célula humana em seu corpo, existem outras nove células de bactérias ou fungos, portanto, sua composição corporal seria apenas 10% humana.

Fonte: Collen (2016).

**EUCARIOTOS**

Os eucariontes têm representantes divididos em quatro reinos: Protista (protozoários), Fungi (fungos), Plantae (vegetais) e Animalia (animais). Apesar da grande diversidade, as células de todos os eucariontes são muito similares à sua estrutura e às funções que executam.

A característica mais relevante das células eucariontes é a presença de núcleo (Figura 12), um compartimento cercado pela membrana nuclear (ou carioteca) que abriga o material genético (DNA). O núcleo isola e protege o DNA de danos que podem resultar em mutações.



Figura 12 - Células do fígado de camundongo, coradas em hematoxilina/eosina, vistas sob o microscópio óptico (40x)

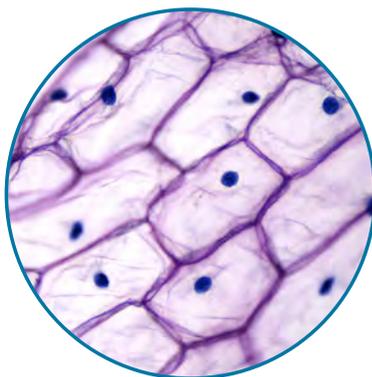


Figura 13 - Células da epiderme de cebola (*Allium cepa*), coradas com azul de metileno, vistas sob microscópio óptico (40x)

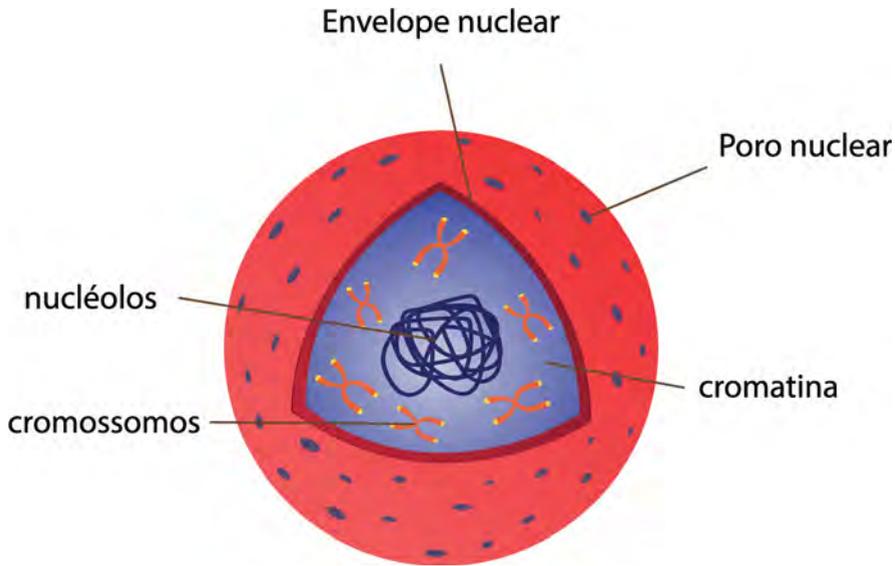


Figura 14 - Diagrama dos componentes nucleares básicos de uma célula eucarionte

Nos eucariotos, o DNA é afilado e está segmentado em **cromossomos**, ao contrário do DNA circular dos procariotos. Os eucariotos também possuem muito mais DNA, de modo que o empacotamento é auxiliado pela presença de proteínas, chamadas **histonas**.

Os eucariotos apresentam organelas membranosas que realizam suas respectivas funções de maneira compartimentalizada, quase como uma linha de produção. Assim, organelas como o **Retículo Endoplasmático** (Liso e Rugoso) e o **Complexo de Golgi** trabalham associadas, pois enquanto o Retículo Endoplasmático está relacionado à produção de lipídios e proteínas, o Complexo de Golgi é responsável pelo armazenamento, transformação, modificação e controle da secreção dessas substâncias.

A grande complexidade das células eucariontes se reflete nos organismos que apresentam essa estrutura celular, sendo que, entre os eucariontes, há representantes uni e pluricelulares. Para fins comparativos, observe a tabela a seguir.

Tabela 1 - Comparação entre os reinos que apresentam organismos com células eucariontes

	PROTISTA	FUNGI	PLANTAE	ANIMALIA
Número de células	Unicelulares.	Uni ou pluricelulares.	Pluricelulares.	Pluricelulares.
Envoltórios	Alguns com parede celular.	Parede celular de quitina.	Parede celular de celulose.	Sem parede celular
Características celulares	Célula que funciona como um organismo.	Apresentam digestão extracelular.	Cloroplastos*; vacúolo*.	Centríolos (participam da divisão celular).

\* Cloroplastos e vacúolos também estão presentes nas células das algas, que apresentam classificação controversa. Fonte: adaptada de Junqueira e Carneiro (2015).

A parede celular é um envoltório presente em plantas (Figura 15), fungos e em alguns protozoários, mas ausente em células animais. As comparações mais comuns entre os tipos celulares são feitas entre os animais e os vegetais, por isso, observe as semelhanças e as diferenças entre essas células.

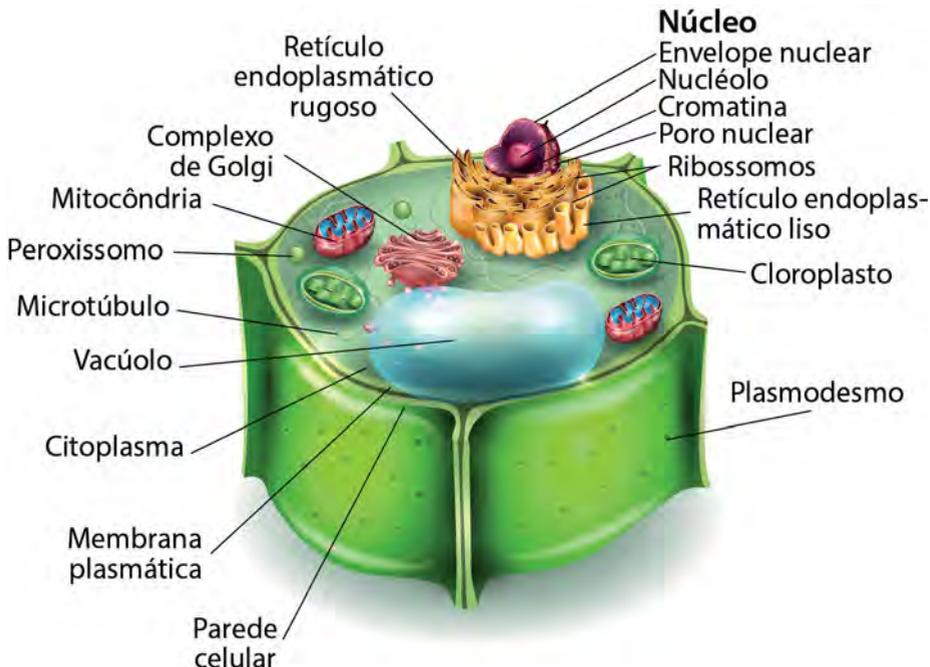


Figura 15 - Esquema anômico de uma célula vegetal, com as organelas e estruturas presentes nesse tipo celular

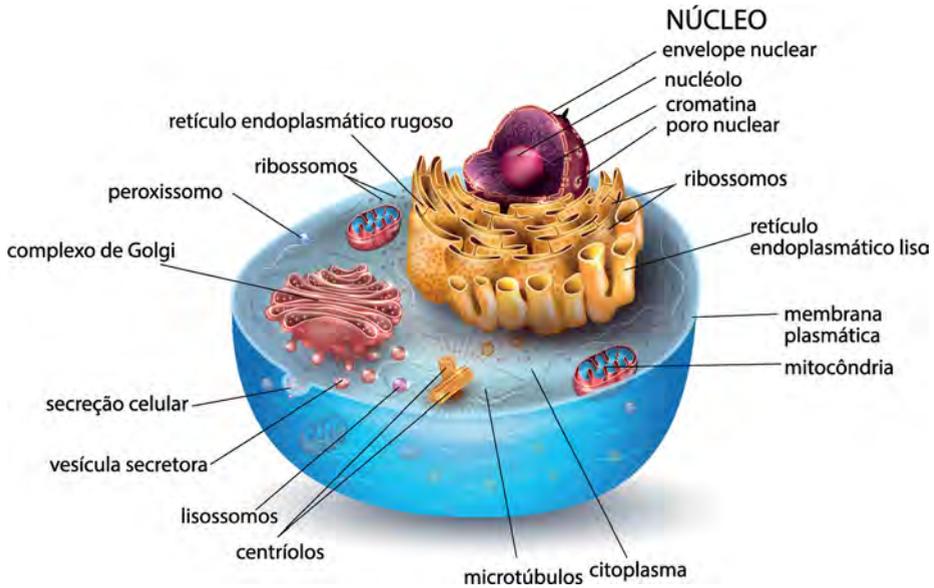


Figura 16 - Esquema anômico de uma célula animal, com as organelas e estruturas presentes nesse tipo celular

Tanto para as células vegetais quanto para as células animais, o esquema ilustrado retrata apenas uma célula padrão hipotética. Por se tratarem de organismos de grande complexidade estrutural, há grandes diferenças entre as células encontradas em um mesmo organismo. Em seu próprio corpo isso acontece, por isso, conseguimos perceber os diferentes tecidos, como epitelial (pele), nervoso, muscular, entre outros. A formação de células especializadas é conhecida como diferenciação ou especialização celular (Figura 17) e se inicia, ainda, na vida embrionária, a partir das famosas células-tronco. Você estudar a especialização celular mais profundamente na Unidade 4.

Ao reconhecer os principais tipos celulares e diferenciar os organismos procaríotos e eucaríotos, o seu foco deve ser nos principais exemplos e nas diferenças encontradas nas células analisadas. Nas próximas unidades, você estudará, detalhadamente, cada organela celular em separado, então, tenha em mente quais organelas estão presentes em cada um dos tipos celulares, observando as diferentes configurações que as células podem apresentar.

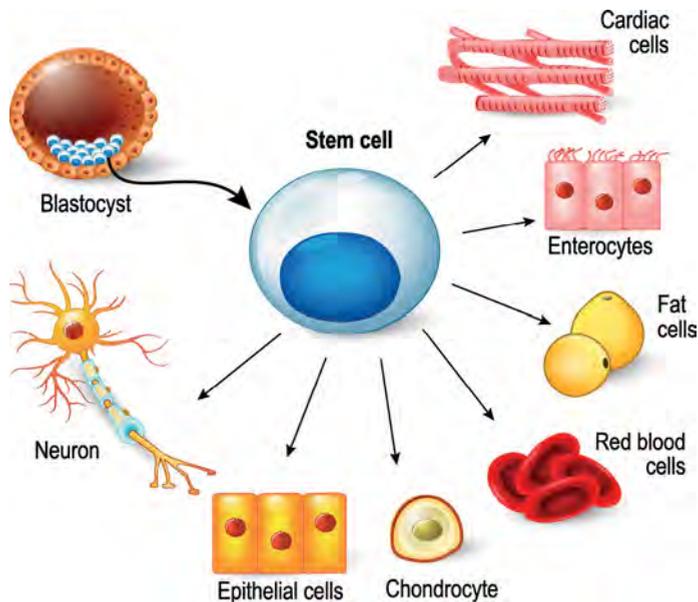


Figura 17 - Diferenciação ou especialização celular em células animais a partir de células embrionárias que dão origem às células-tronco

## VÍRUS E SUA RELAÇÃO COM AS CÉLULAS

Agora que você já conhece um pouco mais sobre as células, seus componentes e suas estruturas, você conhecerá um universo ainda menor, que foi descoberto muito mais recentemente do que as células e as bactérias: são os **vírus**.

Toda célula, como você viu, se origina de outra célula. Isto, porém, não acontece com os vírus, pois eles são produzidos pela maquinaria de uma célula hospedeira, conforme as informações contidas no genoma viral. Por causa dessa característica, os vírus são chamados de **parasitas intracelulares obrigatórios**.

A primeira coisa que você precisa saber sobre os vírus é que eles não são células, ou seja, são **acelulares**. Mas o que são os vírus? Eles são partículas microscópicas compostas por ácidos nucleicos e proteínas, que atacam as células e as transformam em verdadeiras “fábricas” para a formação de novas partículas virais.

Devido ao seu tamanho, os vírus só foram identificados de fato em meados do século XX, quando o microscópio eletrônico foi inventado. Eles são muito diversos em suas estruturas (Figura 18) e apresentam diferentes padrões de reprodução no interior das células. Em seres humanos, alguns vírus bastante conhecidos são os causadores de doenças, como a gripe, a poliomielite (paralisia infantil) e a AIDS.

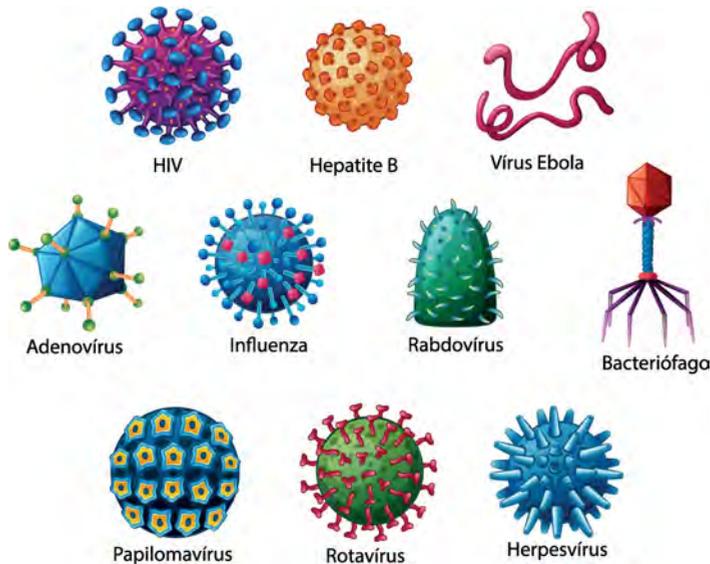


Figura 18 - Ilustração dos diferentes padrões da morfologia dos vírus

Devido ao fato de serem parasitas intracelulares obrigatórios, existe uma discordância entre os cientistas sobre a classificação dos vírus. Primeiro, porque eles são acelulares e, por isso, já não se enquadram em nenhum dos reinos dos seres vivos. Segundo, porque fora de uma célula hospedeira, os vírus não podem fazer nada, não conseguem se reproduzir e não têm metabolismo próprio. Assim, para alguns cientistas, **os vírus não são considerados seres vivos**.

Para aqueles que se opõem, os argumentos são: os vírus têm material genético, conseguem evoluir e, mesmo que no interior de uma célula, têm comportamento de seres vivos, como metabolismo e reprodução. Nesta controvérsia, você não precisa escolher um lado, basta entender os argumentos propostos. Por causa dessa discordância, não é adequado dizer que os vírus estão “vivos” ou “mortos”, então, é melhor dizer que estão “ativos” (no interior das células) ou “inativos” (fora das células).

## ESTRUTURA DOS VÍRUS

Os vírus mais simples são compostos por um ácido nucleico (DNA ou RNA, nunca os dois) e uma estrutura proteica que o envolve, composta por unidades que se repetem, chamadas de **capsômeros** e que, juntas, formam o **capsídeo** (Figura 19), como é o caso do vírus HPV.

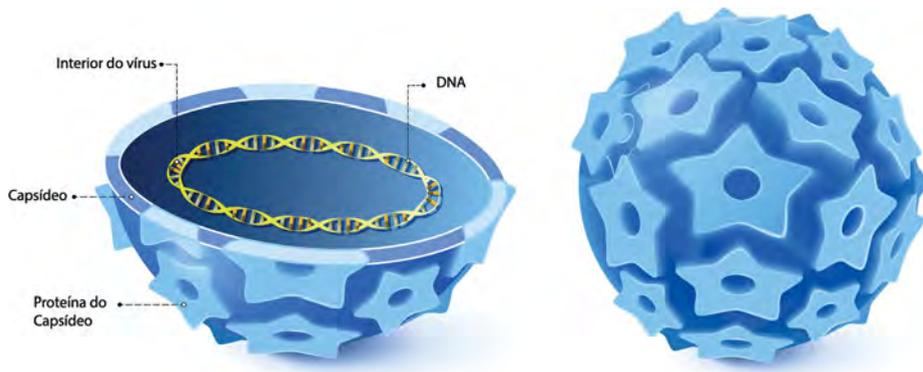


Figura 19 - Estrutura viral interna do HPV (papiloma vírus humano)

Figura 20 - Estrutura viral externa do HPV (papiloma vírus humano)

O material genético dos vírus apresenta algumas particularidades em relação às células. Nestas, o DNA é encontrado sempre na estrutura de dupla fita e o RNA sempre forma uma fita simples. Nos vírus, entretanto, além dessas duas formas, podem ser encontrados, também, o **DNA fita simples** e o **RNA fita dupla**.

Alguns vírus podem apresentar um envoltório extra, chamado **invólucro** ou **envelope**. Esses vírus são chamados, então, de envelopados. O envelope tem origem celular, formado por duas camadas de lipídios derivadas da membrana plasmática e é importante na identificação das células hospedeiras. Os vírus invadem as células conforme a compatibilidade entre as proteínas na superfície do vírus e os receptores na superfície da membrana da célula hospedeira.

Este sistema funciona como chave-fechadura: os vírus são a “chave” que abre a “fechadura” das células hospedeiras, invadindo-as. Por isso, a especificidade dos vírus pode variar, existem alguns bastante específicos (tanto para os tipos celulares quanto para as espécies de hospedeiros), e há também vírus que são mais generalistas, invadindo uma variedade maior de tipos celulares ou hospedeiros.

## VÍRUS E BACTÉRIAS

Vírus e bactérias causam doenças em humanos, mas eles podem ser inimigos uns dos outros. Isto porque existem alguns vírus da classe dos **bacteriófagos**, que são especializados na invasão de bactérias.

O bacteriófago é um vírus com simetria complexa, não envelopado e que possui fibras em sua base capazes de identificar as bactérias que serão suas hospedeiras (Figura 21). Seu mecanismo de infecção é bastante semelhante ao dos outros vírus, pois os bacteriófagos invadem e manipulam a bactéria hospedeira, fazendo com que ela passe a produzir material genético e proteínas da estrutura viral.

Os bacteriófagos podem se reproduzir por dois ciclos diferentes. Devido à relativa simplicidade estrutural, a reprodução dos bacteriófagos será usada como exemplo geral de reprodução dos vírus.

## REPRODUÇÃO DOS VÍRUS

Os vírus se reproduzem no interior da célula hospedeira de duas maneiras: **Ciclo Lítico** (rápido) e **Ciclo Lisogênico** (lento). Existem vírus, como é o caso dos bacteriófagos, que realizam os dois ciclos. Alguns tipos entretanto, só conseguem se reproduzir por meio do ciclo lítico.

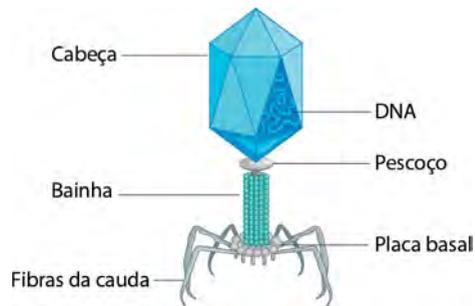


Figura 21 - Estrutura do vírus bacteriófago

QR CODE



Reprodução dos vírus



## REFLITA

Vírus são confundidos como bactérias e vice-versa. Sua composição estrutural, porém, faz diferença, pois antibióticos que são prescritos para infecções bacterianas não têm nenhum efeito sobre os vírus.

No **Ciclo Lítico** (Figura 22), o vírus ataca e usa imediatamente a célula hospedeira, colocando-a em função do vírus, ou seja, a célula passa imediatamente a produzir partículas virais. Por isso, as doenças que se desenvolvem por esse ciclo são consideradas agudas, ou seja, de desenvolvimento rápido.

As fases do **Ciclo Lítico** são:

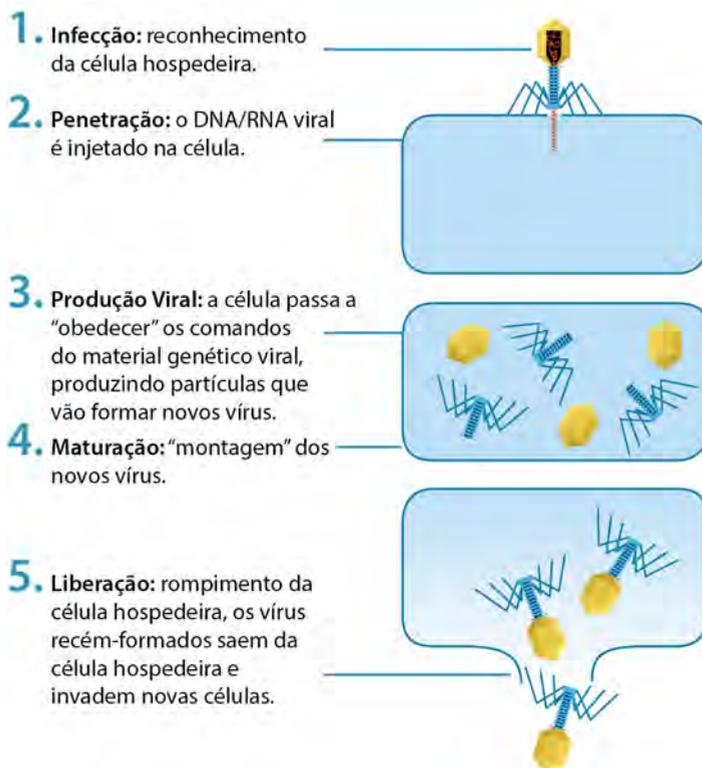


Figura 22 - Esquema de Ciclo Lítico dos bacteriófagos, ênfase nas fases de Penetração, Maturação e Liberação dos vírus

Por outro lado, o **Ciclo Lisogênico** (Figura 23) é um pouco diferente, porque o material genético (DNA ou RNA) viral é incorporado ao DNA bacteriano e há, assim, uma fase de “dormência”. Nesta fase, a bactéria pode se reproduzir, passando adiante o DNA bacteriano com material genético viral incluído.

Após esse período, pode ocorrer uma alteração (no organismo ou no ambiente) que faz com que o DNA viral, incorporado ao DNA bacteriano, passe a comandar a produção de novos vírus e, então, o comportamento da célula hospedeira passa a ser similar ao que ocorre no ciclo lítico.

Ao comparar, as fases do **Ciclo Lisogênico** são um pouco diferentes do Ciclo Lítico:

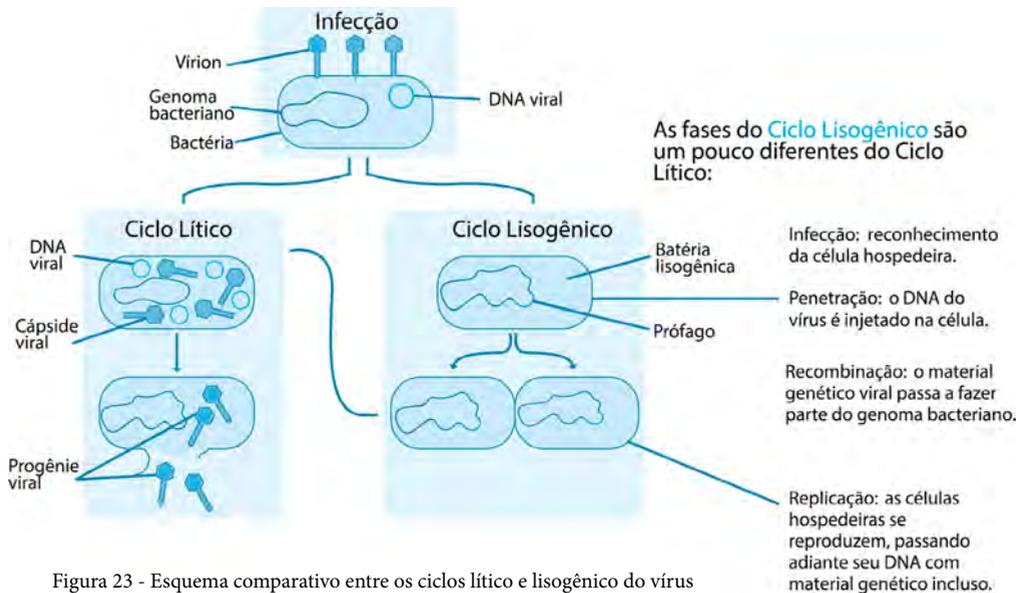


Figura 23 - Esquema comparativo entre os ciclos lítico e lisogênico do vírus bacteriófago infectando uma bactéria hospedeira

Fonte: Wikimedia Commons (2014, on-line)<sup>4</sup>.

## VÍRUS DE CÉLULAS EUCARIONTES

Os vírus que mais preocupam são aqueles que causam doenças em seres humanos, as chamadas **viroses**. Vírus como os do sarampo, da varíola, da poliomielite e da gripe já foram ou, ainda, são responsáveis por verdadeiras epidemias que, inclusive, podem levar muitos doentes à morte.



## SAIBA MAIS

**HIV e AIDS**

Uma das epidemias mais importantes das últimas décadas é causada pelo vírus HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana). Esse vírus ataca um grupo de células de defesa do organismo conhecidas como linfócitos T4, que são cruciais para o funcionamento do sistema imune. O HIV é causador da AIDS (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida), uma DST (Doença Sexualmente Transmissível), para a qual não há vacina. Para saber mais, acesse: <[https://www.unicef.org/prescriber/port\\_p16.pdf](https://www.unicef.org/prescriber/port_p16.pdf)>.

Fonte: Unicef (1998).

Diferente das bactérias, para as quais é possível tomar antibióticos, ao contrair uma virose, você contará, basicamente, com seu **sistema imune** ou, então, se houver, com **vacinas**.

O ciclo reprodutivo dos vírus de células eucariontes é igual ao que ocorre em células procariontes, com as fases de: infecção, penetração, produção viral, maturação e liberação. O material genético dos vírus de células eucariontes é mais complexo do que em procariontes. Isto porque células eucariontes são mais complexas, o que demanda do material genético viral maior capacidade de adaptação e de variabilidade.

Outra característica interessante sobre o material genético viral está nos vírus que têm RNA como material genético. Mais adiante, na Unidade 4, você verá com maiores detalhes a estrutura do DNA e do RNA. Por enquanto, considere que, se um vírus tem DNA como material genético, ele “coloca” seu DNA para trabalhar no lugar do DNA da célula hospedeira. Porém se o material genético é o RNA, não é possível fazer isso. Eis aí uma particularidade.

Os **vírus de RNA** realizam uma **transcrição reversa** (Figura 24), ou seja, uma molécula de RNA dá origem a uma de DNA (ao contrário da transcrição usual, em que o DNA dá origem ao RNA), tudo isso usando a maquinaria celular. Assim, o DNA recém-formado passa a substituir as funções do DNA da célula hospedeira.

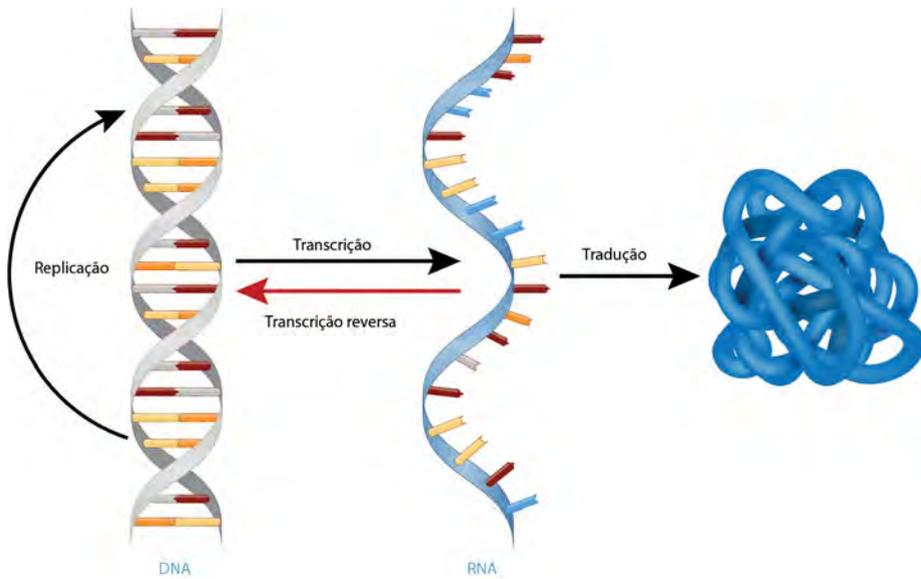


Figura 24 - Replicação do DNA (DNA forma outro DNA); Transcrição (DNA forma RNA); Tradução (RNA forma proteínas) e Transcrição reversa (realizada pelos vírus de RNA, em que o RNA viral dá origem a um DNA)

## CÉLULAS: ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL, CONSTITUIÇÃO MOLECULAR E PRINCIPAIS MOLÉCULAS CELULARES

Nos tópicos anteriores, você pôde conhecer melhor as células procariontes e eucariontes e identificar elementos que essas células possuem em comum. Você aprofundou seus estudos também sobre partículas menores do que as células: os vírus. Agora, você vai passar para uma nova escala, de estruturas ainda menores: as **moléculas**.

As moléculas são, basicamente, os componentes químicos das células, ou seja, todas as células são constituídas de diversas moléculas que desempenham funções fundamentais. Os seres vivos e, mais especificamente, as células, são compostos por moléculas muito semelhantes: 99% da massa das células é formada de **Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio** (chame esta combinação de componentes de “CHON”, para facilitar). Em contrapartida, os seres inanimados que existem na Terra são, basicamente, compostos de oxigênio, silício, alumínio e sódio (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2015).

As moléculas constituintes dos seres vivos podem ser classificadas em **inorgânicas** (água e sais minerais, que dão origem aos íons) e **orgânicas** (carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos) (Figura 25).

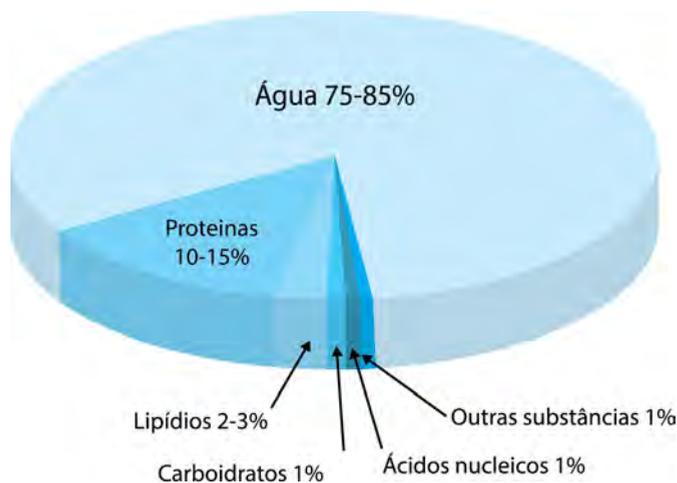


Figura 25 - Composição química das células em porcentagem das substâncias  
Fonte: Bio Point (2011, on-line)<sup>5</sup>.

## ÁGUA

A água é a substância mais abundante nos seres vivos, compondo de 75% a 85% das células dos diferentes organismos. Além disso, as primeiras células se desenvolveram em meio líquido. Ao contrário do que pode parecer, ela não é uma substância inerte, com função única de preenchimento das células.

A água tem a tendência de se combinar com íons positivos (**cátions**) e negativos (ânions), que é maior do que a atração entre os íons que formam a molécula do composto. Esta capacidade de formar íons faz com que a água seja considerada um dos melhores solventes conhecidos.

A molécula de água é morfológica e eletricamente assimétrica: os dois hidrogênios formam um ângulo com o oxigênio de 104,45° (Figura 26), devido às diferenças de cargas elétricas. Assim, a água é uma substância **polar**, um dipolo, em que o oxigênio é o polo positivo e os dois hidrogênios são os polos negativos.

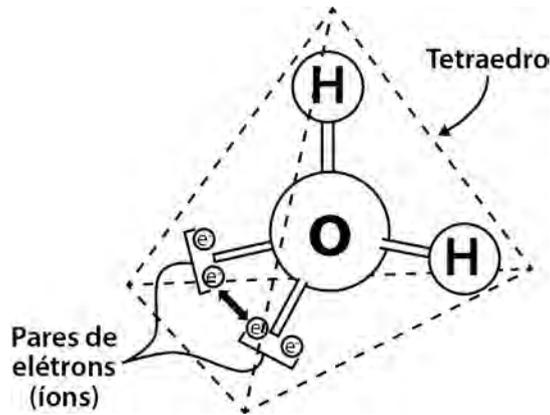


Figura 26 - Molécula de água em vista 3D  
 Fonte: Wikimedia Commons (2014, on-line)<sup>6</sup>

## SAIS MINERAIS (ÍONS)

Os **sais minerais**, em meio aquoso como no interior das células, dão origem aos íons, que têm papel fundamental no metabolismo celular. Os íons desempenham diversas funções vitais (Tabela 2) e alguns deles são encontrados em todos os seres vivos.

Tabela 2 - Principais íons orgânicos e suas respectivas funções

ÍON	FUNÇÃO
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	Componente de membranas, cromossomos, e esqueleto dos vertebrados; participa da contração muscular e da coagulação sanguínea.
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	Participa da respiração celular; compõe os citocromos e a hemoglobina.
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	Componente da molécula de clorofila.
Zinco (Zn <sup>2+</sup> ), Cobre (Cu <sup>+</sup> ) e Cobalto (Co <sup>2+</sup> )	Atuam como coenzimas em algumas reações químicas do metabolismo.
Sódio (Na <sup>+</sup> ) Potássio (K <sup>+</sup> )	Participam da transmissão do impulso nervoso.
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Componente da molécula de ATP e dos nucleotídeos do DNA e do RNA.

Fonte: adaptada de Junqueira e Carneiro (2012).

## CARBOIDRATOS

Os carboidratos são moléculas orgânicas formadas, basicamente, de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. São conhecidos como açúcares e desempenham funções essenciais para o funcionamento das células, como:

- Energética: são importantes fontes de energia para as células.  
Ex.: glicogênio (animais) e amido (vegetais).
- Estrutural: estão presentes na parede celular de plantas, algas, fungos e bactérias.
- Marcadores da identidade celular.  
Ex.: glicoproteínas na membrana plasmática.
- Componentes extracelulares fazem parte da matriz extracelular.

Com relação à estrutura, os carboidratos podem ser de dois tipos: **monossacarídeos** e **polissacarídeos**. Os monossacarídeos são os açúcares simples, como a glicose e a frutose. Os polissacarídeos são carboidratos complexos, pois são polímeros de monossacarídeos. A celulose (Figura 27), presente na parede celular dos vegetais, é um exemplo de polissacarídeo.

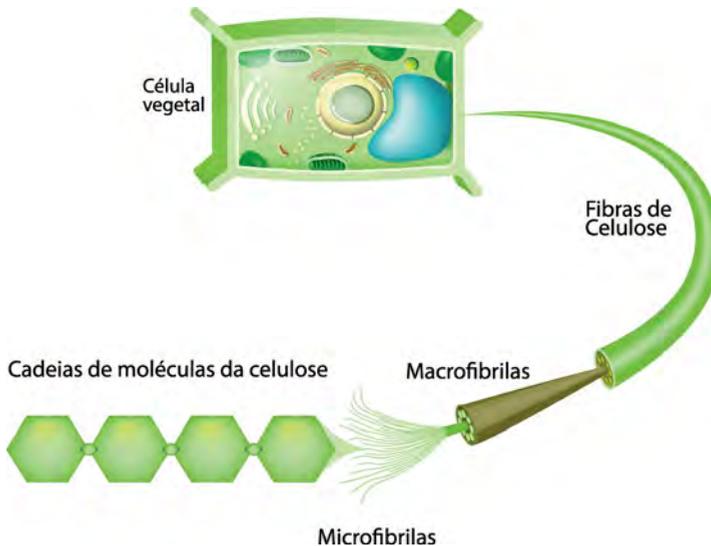


Figura 27 - Estrutura e localização da celulose, um polissacarídeo que forma a parede celular dos vegetais

## LIPÍDIOS

Os lipídios são conhecidos como óleos, gorduras e ceras. Eles formam moléculas apolares que não se misturam bem com a água, ou seja, são **hidrofóbicas**. A maioria dos lipídios são produzidos pelas próprias células: gorduras, fosfolipídios, graxas e esteróis.

Nas células, os lipídios exercem funções muito importantes para as células, tais como:

- **Estoque energético:** cada grama de lipídio fornece 9 kcal, enquanto carboidratos e proteínas fornecem, aproximadamente, 5 kcal cada.
- **Isolamento térmico:** ao formar o tecido adiposo, os lipídios têm função de proteção contra o frio em animais, como ursos e baleias.
- **Estrutural:** são componentes fundamentais na estrutura das membranas celulares.
- **Impermeabilização:** devido à hidrofobia, os lipídios atuam como impermeabilizadores em diversos vegetais.
- **Sinalização:** alguns lipídios atuam como hormônios e, assim, sinalizam e controlam diversos processos no metabolismo celular.

Os lipídios formam o grupo de moléculas orgânicas mais diversas em estrutura, com maior diversidade do que os carboidratos, as proteínas e os ácidos nucleicos. Isto acontece porque os lipídios, diferente dos outros grupos, não são polímeros. A estrutura básica dos lipídios são os hidrocarbonetos, moléculas com longas cadeias de carbono ligadas aos hidrogênios (Figura 28).

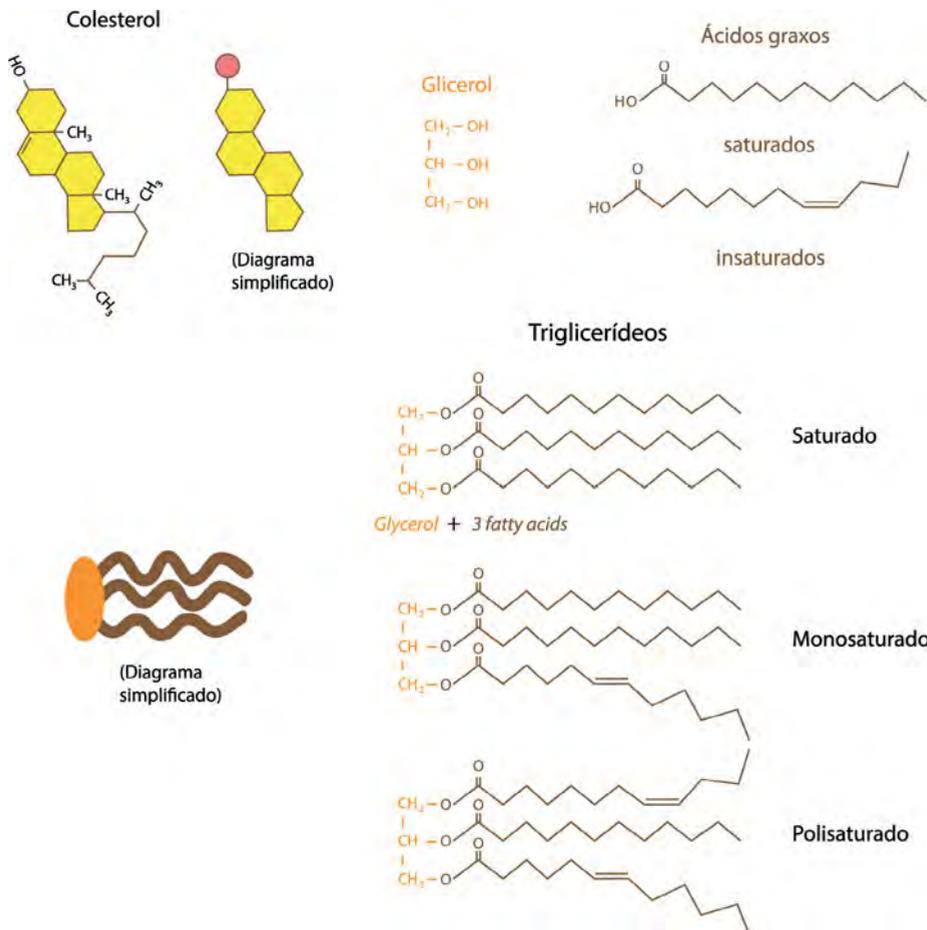


Figura 28 - Estruturas moleculares dos principais tipos de lipídios

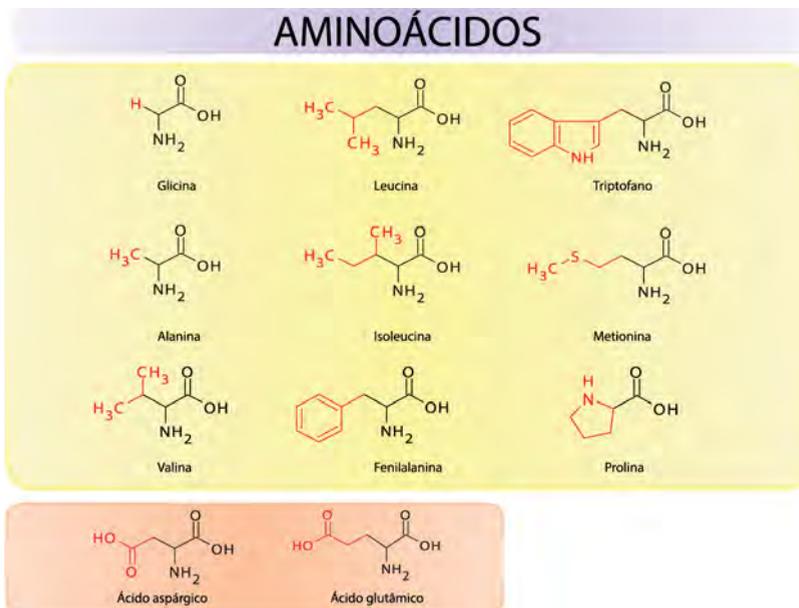
## PROTEÍNAS

As proteínas têm papel chave na estrutura e no funcionamento celular. Dentre as funções realizadas pelas proteínas, destacam-se:

- Enzimática: aceleram reações químicas do metabolismo.
- Estrutural: componentes da membrana plasmática, do citoesqueleto, da matriz extracelular e dão suporte às células (como o colágeno).

- Transporte: ligadas à membrana plasmática, são responsáveis por transportar substâncias para dentro e para fora das células.
- Identidade celular: sinalizam células específicas, como as glicoproteínas na superfície da membrana plasmática.
- Movimentação celular: proteínas do citoesqueleto que podem se estender até cílios e flagelos.
- Comunicação celular: recebem e enviam informações de uma célula para outra, como é o caso da insulina.
- Organização: as chaperonas garantem o sucesso da formação de outras proteínas.
- Defesa: anticorpos do sistema imune são proteínas que ajudam na defesa do organismo contra agentes externos, como vírus e bactérias.
- Controlam a síntese de DNA e RNA.

Proteínas são polímeros de **aminoácidos** que desempenham uma função. Existem mais de 150 tipos de aminoácidos na natureza, mas apenas 20 deles aparecem nas proteínas celulares (Figura 29).



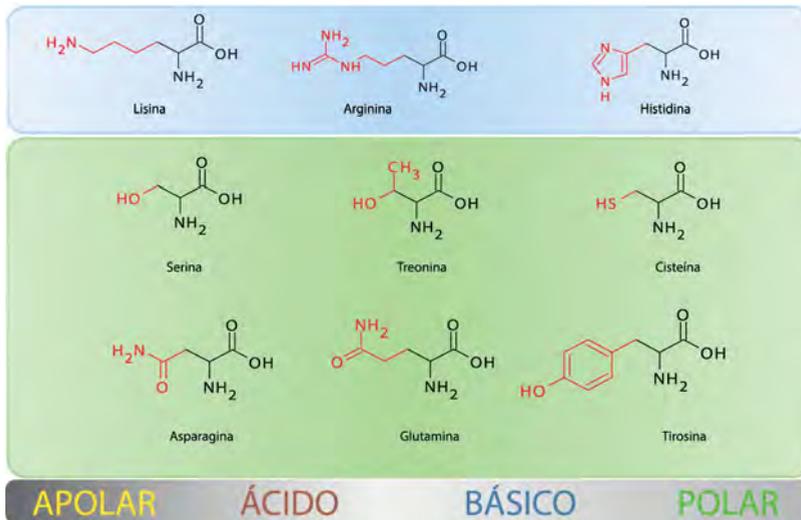


Figura 29 - Estrutura dos aminoácidos presentes nas células

Cada polipeptídeo tem um formato específico, conforme a função que executa. O formato, ou seja, a estrutura de uma proteína, é tão importante que, se há alguma mudança nesse formato, a proteína desnatura (de maneira irreversível) e não funciona mais. De acordo com a conformação das proteínas, elas são classificadas em quatro categorias: **primária**, **secundária**, **terciária** e **quaternária** (Figura 30).

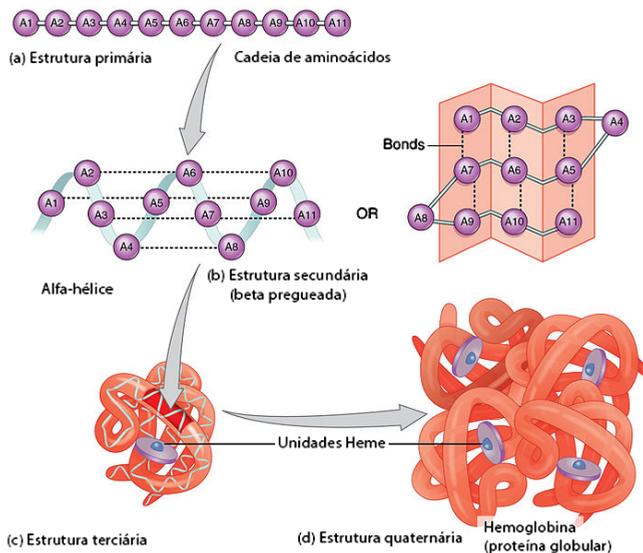


Figura 30 - Estruturas primária, secundária, terciária e quaternária assumidas por uma proteína

Fonte: Wikimedia Commons (2013, on-line)<sup>7</sup>.

A **estrutura primária** é formada pela união de aminoácidos em sequência, em uma cadeia polipeptídica. A ordem dos aminoácidos, nessa cadeia, é determinada pelo DNA. A **estrutura secundária** se forma quando a estrutura primária se dobra ou se envolve sobre ela mesma, formando um arranjo complexo, sustentado por **pontes de hidrogênio**.

A **estrutura terciária** se forma quando uma cadeia que contém a estrutura secundária dobra novamente sobre si mesma, adquirindo o formato tridimensional. A **estrutura quaternária** está presente em proteínas grandes e complexas, formadas por muitas cadeias polipeptídicas. A hemoglobina, proteína sanguínea que transporta o oxigênio, apresenta estrutura quaternária com as cadeias terciárias alfa e beta (Figura 31).

Um dos tipos mais importantes de proteínas são as **enzimas**. Sem elas, as reações químicas não aconteceriam rápido o suficiente para manter a célula viva. Como são proteínas, as enzimas também são produzidas sob o controle do DNA.

As enzimas se combinam a **substratos** específicos para que a reação aconteça. Substrato é o nome que se dá ao composto que sofre a ação da enzima. Na estrutura de cada enzima, há um centro ativo, um local (na enzima) em que o substrato se encaixa para que haja ação enzimática (Figura 32).

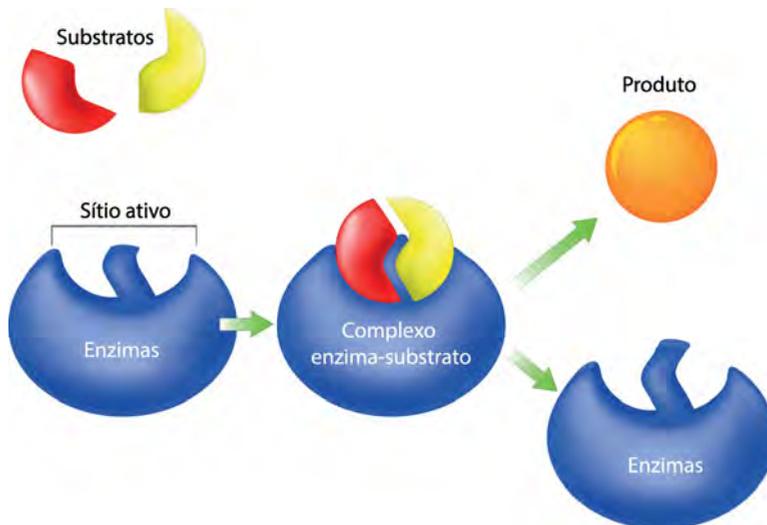


Figura 31 - Estrutura da enzima com o centro ativo, que se combina aos substratos para formar o produto

As enzimas podem ser inibidas quando a reação não é catalisada. As inibições podem ser do tipo **competitiva** ou **não competitiva** (Figura 33).

- **Inibição competitiva:** uma molécula semelhante ao substrato, mas que não sofre ação enzimática (inibidor) e que se encaixa no sítio ativo da enzima, impedindo a reação de catalisação.
- **Inibição não competitiva:** o inibidor é uma molécula que não compete com o substrato, mas que muda a configuração da enzima, impedindo o encaixe com o substrato e, conseqüentemente, a reação.

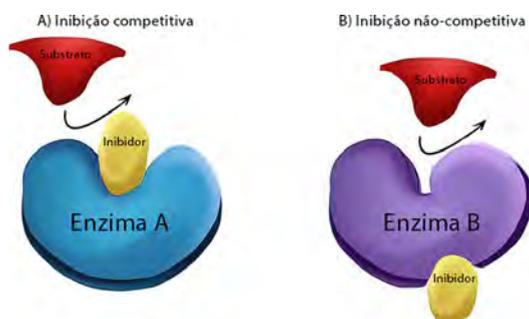


Figura 32 - Inibição competitiva (a), quando o inibidor ocupa o lugar do substrato. Inibição não competitiva (b), o inibidor muda a conformação da enzima, impedindo o encaixe com o substrato  
Fonte: Wikimedia Commons (2016, on-line)<sup>8</sup>.

Além da inibição, existem também fatores externos ou ambientais que afetam a atividade enzimática: as variações de temperatura (aumentos excessivos na temperatura podem desnaturar a proteína, enquanto a redução na temperatura pode reduzir a atividade enzimática) ou pH, a concentração do substrato e a presença de ativadores e inibidores que alteram a velocidade de atuação das enzimas.



#### REFLITA

Se só houvesse ligações peptídicas na estrutura das proteínas, as moléculas seriam dobradas ao acaso, e as funções exercidas pelas proteínas seriam comprometidas.

## ÁCIDOS NUCLEICOS

As moléculas de DNA têm a capacidade de armazenar o código genético por meio da sequência das bases nitrogenadas em sua estrutura. Estas informações determinam as características das células e, conseqüentemente, dos organismos. No DNA, há instruções para a formação de proteínas, para a transcrição (DNA para RNA) e também informações para a regulação da atividade do próprio DNA.

O RNA, formado a partir da molécula de DNA, tem funções diferentes dependendo do seu local de atuação:

- **RNA mensageiro (RNAm):** contém, em sua estrutura, as informações para a formação de uma proteína.
- **RNA transportador (RNAt):** Está ligado a um aminoácido e participa da tradução de RNA para proteína.
- **RNA ribossômico (RNAr):** é componente da estrutura dos ribossomos, organelas responsáveis pela síntese de proteínas.

O DNA e o RNA, ácidos nucleicos celulares, são polímeros de nucleotídeos. Um nucleotídeo é formado por três partes: uma pentose (açúcar de 5 carbonos), um grupamento fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e uma base nitrogenada.

Os carbonos de cada pentose são numerados de 1 a 5 a partir da ligação com a base nitrogenada (Figura 34):

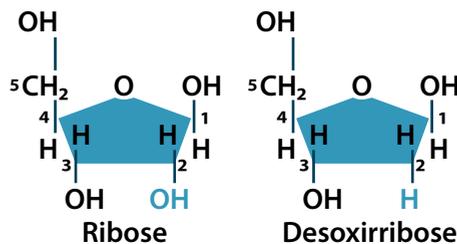


Figura 33 - Ribose e desoxirribose, com carbonos numerados de 1 a 5

Fonte: Pinto (2013, on-line)<sup>9</sup>.

As bases nitrogenadas podem ser de cinco tipos: Adenina, Guanina, Citosina, Timina (apenas no DNA) e Uracila (apenas no RNA). Quanto à sua estrutura, elas podem ser classificadas em:

- **Purinas:** são bases maiores, compostas por dois anéis aromáticos. **Adenina** (A) e **Guanina** (G) são purinas e estão presentes tanto no DNA quanto no RNA.
- **Pirimidinas:** são menores do que as purinas, compostas por apenas um anel aromático. **Citosina** (C), **Timina** (T) e **Uracila** (U) são pirimidinas, sendo que a citosina está presente em ambos os ácidos nucleicos, mas a timina é exclusiva do DNA e a uracila é encontrada somente no RNA.

Há também uma diferença quanto à estrutura. O RNA é formado por apenas uma cadeia de nucleotídeos, enquanto o DNA tem, em sua estrutura, duas cadeias nucleotídicas unidas. Além disso, na molécula de DNA, as purinas (adenina e guanina) se ligam às pirimidinas (timina e citosina) por meio de pontes de hidrogênio que unem às duas cadeias de nucleotídeos. Essas ligações se dão sempre em: Timina/Adenina (duas pontes de hidrogênio) e Guanina/Citosina (três pontes de hidrogênio) (Figura 35).

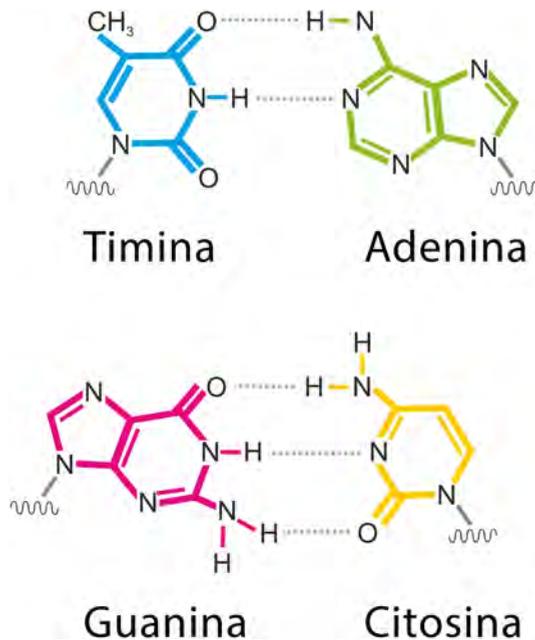


Figura 34 - Ligações tipo pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas que formam a estrutura do DNA

Na estrutura do RNA, essas ligações não se formam, pois a molécula de RNA é formada por apenas uma cadeia de nucleotídeos (Figura 36).

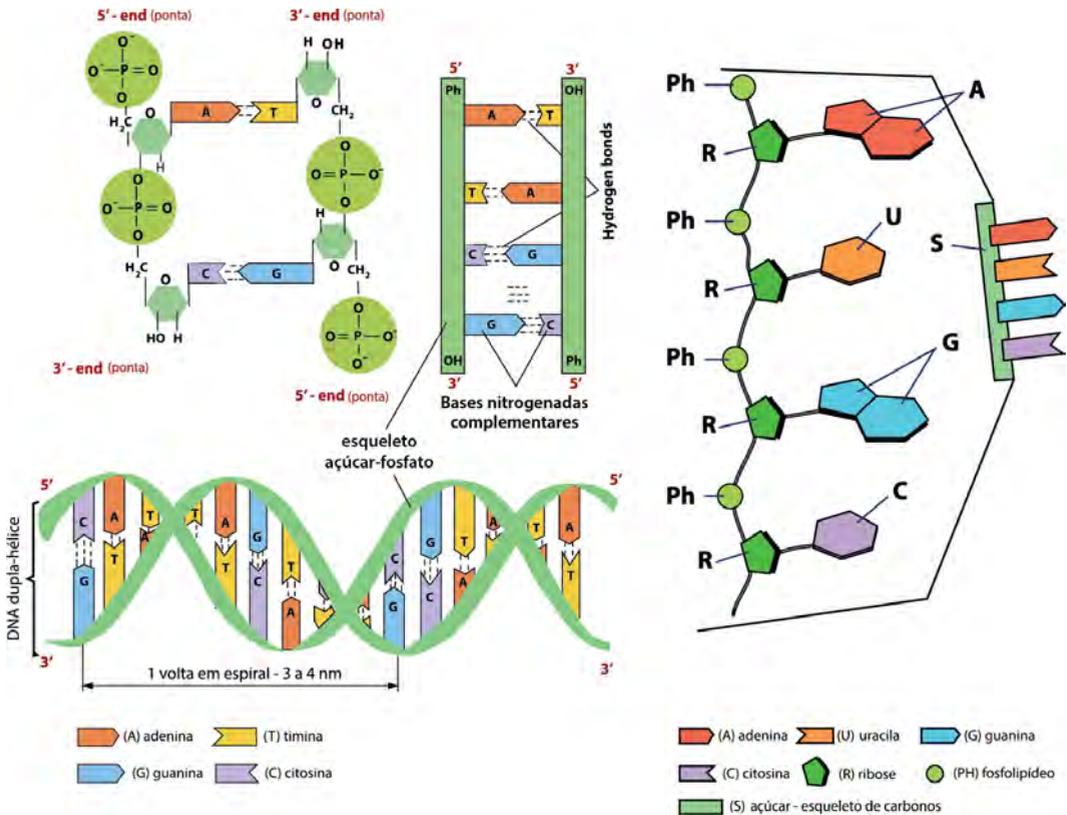


Figura 35 - Comparação da estrutura do DNA (dupla cadeia de nucleotídeos) e do RNA (cadeia única)

Caro(a) aluno(a), ao longo desta unidade, você pôde conhecer melhor a estrutura de uma célula. A proposta desta unidade foi introduzi-lo (a) ao estudo da Biologia Celular. Desde o histórico da descoberta dos microrganismos, passando pela estrutura de uma célula, até chegar nas principais moléculas celulares, todos estes conteúdos serão base para o que você estudará nas próximas unidades. Sempre que julgar necessário, retome a esta unidade para o esclarecimento de eventuais dúvidas. Buscar as informações e os materiais extras pode ajudá-lo (a) a avançar para passos cada vez mais largos e certos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos ao fim da primeira unidade e você já possui uma bagagem considerável de informações e conhecimentos a respeito das células. Vamos, então, retomar e estabelecer conexões entre tudo o que foi estudado.

Inicialmente, relacionamos a descoberta dos microrganismos (células) à invenção de microscópios. A melhora na tecnologia possibilitou o aumento na resolução destes aparelhos e foram descobertas as estruturas das organelas celulares e mesmo, os vírus.

Em seguida, você conheceu a estrutura geral de uma célula, com as respectivas organelas. A partir da estrutura celular, relacionamos todas as células por meio de uma origem evolutiva comum, além de levantar as principais hipóteses a respeito da origem das primeiras células ainda nos dias de hoje.

Dentre as diferentes células que existem, estudamos os organismos procariontes e eucariontes, com os respectivos exemplares na natureza. Estudamos também os principais componentes celulares: os envoltórios, o citoplasma, as organelas e o núcleo. Estas características são de fundamental importância para o desenvolvimento e o metabolismo celular, bem como ampliam a visão a respeito da atual biodiversidade que existe em nosso planeta.

Apesar de acelulares, os vírus estão estreitamente relacionados às células e, por isso, enfatizamos a estrutura e o metabolismo viral que ocorre dentro de uma célula hospedeira. Conhecer a ação do vírus no interior das células tem grande importância para o desenvolvimento de medicamentos que combatem as viroses, bem como sua utilização adequada.

Em interface com a bioquímica, estudamos os principais componentes das estruturas celulares, tanto inorgânicos, como água e íons (sais minerais), quanto os orgânicos, como carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Estas moléculas desempenham funções fundamentais para o metabolismo celular e, conseqüentemente, para a manutenção da vida.

Toda a proposta desta unidade consiste em servir de base para o estudo das próximas, pois, a partir daqui, aprofundaremos ainda mais os estudos sobre a estrutura e o metabolismo celular.

## ATIVIDADES



1. Considerando tudo o que foi estudado a respeito do histórico da Biologia Celular, elabore uma linha do tempo com, pelo menos, cinco eventos principais que você considera fundamentais para o conhecimento atual nesta área.
2. De acordo com a Teoria Celular, todos os seres vivos são formados por células. Mesmo com organismos uni e pluricelulares e uma biodiversidade muito grande, todas as células são constituídas de alguns elementos em comum. Assinale a alternativa em que só existam elementos presentes em todos os tipos de células.
  - a) Membrana plasmática, parede celular e ribossomos.
  - b) Mitocôndria, citoplasma e DNA.
  - c) Núcleo, Complexo de Golgi e vacúolo.
  - d) Membrana plasmática, citoplasma e ribossomos.
  - e) Parede celular, retículo endoplasmático e RNA.
3. Sobre a hipótese da origem das mitocôndrias e dos cloroplastos por **endossimbiose**, analise as afirmativas a seguir. Depois, assinale verdadeiro (V) ou falso (F):
  - ( ) Os cloroplastos tiveram origem anterior às mitocôndrias.
  - ( ) A origem das mitocôndrias é explicada pela endossimbiose secundária.
  - ( ) Presença de DNA e ribossomos próprios, capacidade de autorreplicação e membrana dupla nas mitocôndrias e nos cloroplastos são argumentos para a hipótese da endossimbiose.

Assinale a sequência correta:

- a) V, V e F.
- b) F, F e V.
- c) V, F e V.
- d) F, F e F.
- e) V, V e V.

## ATIVIDADES



4. Sobre as células procariontes e eucariontes, analise as afirmativas a seguir:
- I. Os domínios *Archaea* e *Bacteria* têm representantes exclusivamente unicelulares e procariontes.
  - II. Algumas diferenças entre as células procariontes e eucariontes são o tamanho; a presença/ausência de núcleo; a presença/ausência de organelas membranosas e ribossomos com tamanhos e composições diferentes.
  - III. São semelhanças entre as células animais e vegetais: presença de núcleo, parede celular e ribossomos.
  - IV. As células dos fungos, assim como as dos vegetais, possuem parede celular de celulose.
- Assinale a alternativa correta:
- a) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
  - b) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
  - c) Apenas a afirmativa I está correta.
  - d) Apenas as afirmativas II, III e IV estão corretas.
  - e) Nenhuma das afirmativas está correta.
5. Sobre os vírus, assinale a alternativa correta:
- a) Os vírus são os menores organismos celulares que existem, ainda menores do que as bactérias, podendo, inclusive, atacar bactérias.
  - b) O material genético dos vírus é composto por DNA e RNA.
  - c) O ciclo lítico de reprodução dos vírus apresenta um período de latência, em que o DNA viral é incorporado ao DNA da célula hospedeira.
  - d) Bacteriófagos são vírus que atacam células, como os linfócitos humanos.
  - e) Vírus são parasitas intracelulares obrigatórios e não apresentam metabolismo ou capacidade de reprodução fora de uma célula hospedeira.

## ATIVIDADES



6. A respeito das moléculas que compõem a estrutura das células, analise as afirmativas a seguir e assinale verdadeiro (V) ou falso (F):
- ( ) Água e sais minerais, que dão origem aos íons, são componentes orgânicos das células.
  - ( ) Os carboidratos são polímeros de nucleotídeos e são importantes para a identidade celular.
  - ( ) Os lipídios são moléculas hidrofóbicas, ou seja, não têm afinidade com a água por conta de sua estrutura molecular apolar que se opõe à estrutura da água.
  - ( ) As enzimas são tipos especiais de proteínas que catalisam reações químicas no metabolismo celular.
  - ( ) As proteínas são formadas por longas cadeias de monossacarídeos unidos por ligações glicosídicas.

Assinale a sequência correta:

- a) V, V, F, V e V.
- b) F, V, V, F e F.
- c) V, F, V, F e V.
- d) F, F, V, V e F.
- e) V, V, F, F e V.



## HOUVE MUDANÇAS RECENTES NA BIOLOGIA EM RELAÇÃO À CITOLOGIA?

~~Nas últimas décadas, houve um progresso considerável no conhecimento da organização e função das organelas e estruturas celulares e da interação entre os diversos tipos de células que compõem os tecidos animais.~~

Pode-se citar, como exemplo, a identificação de canais iônicos e receptores na superfície celular, de moléculas de adesão, de proteínas do citoesqueleto, de fatores de crescimento etc. A identificação e a localização de diferentes moléculas permitiram maior compreensão de fenômenos celulares, tais como a migração de células, a regeneração de neurônios e de fibras musculares, a compartimentalização do complexo de golgi ou mesmo a identificação de novas organelas em protozoários.

Esse progresso é resultado do desenvolvimento de tecnologias que permitem a identificação precisa de macromoléculas, não só no interior das células, mas também na matriz extracelular. Com a microscopia confocal, por exemplo, pode-se visualizar a organização tridimensional de moléculas marcadas com compostos fluorescentes. A

técnica de crioultramicrotomia – que permite a obtenção de secções muito finas (60-100 nanômetros) de células/tecidos congelados – permite o estudo de células que não foram submetidas ao processo de fixação química, diminuindo, significativamente, os artefatos resultantes desse processo.

A utilização de sondas para detectar ácidos nucleicos (segmentos de DNA e diferentes tipos de RNA) permite estudar a expressão de genes em células submetidas a diferentes condições experimentais e em diversas doenças. Como na ciência moderna não há mais barreiras entre as diferentes áreas do conhecimento, essas técnicas são utilizadas por pesquisadores de diferentes especialidades: morfologistas, bioquímicos, microbiologistas, patologistas etc.

É importante salientar que, embora os termos citologia e histologia tenham conotação morfológica, a pesquisa nessas áreas tem adquirido, cada vez mais, caráter interdisciplinar.

Fonte: Camargos (2006).





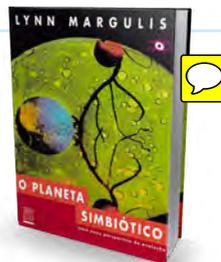
LIVRO

## O Planeta Simbiótico

Lynn Margulis

**Editora:** Rocco

**Sinopse:** a autora apresenta sua Teoria da Endossimbiose Sequencial em linguagem simples. Essa teoria mostra que a célula, como a conhecemos hoje, surgiu de uma simbiose entre bactérias primitivas. Para comprová-la, baseia-se no material encontrado no citoplasma.



LIVRO

## Crick, Watson e o DNA em 90 minutos

Paul Strathern

**Editora:** Zahar

**Sinopse:** em 1953, Francis Crick e James Watson identificaram a estrutura do DNA, vencendo a batalha travada entre importantes cientistas para descobrir e mapear o código genético. Seu trabalho mudou a história do século XX e da humanidade, possibilitando avanços e inovações antes impensáveis. E também levantou questões éticas fundamentais que a comunidade científica luta para responder.



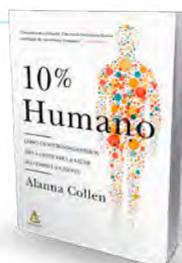
LIVRO

## 10% Humano

Alanna Collen

**Editora:** Sextante

**Sinopse:** somos apenas 10% humanos. Não somos feitos apenas de carne e osso, músculos e sangue, cérebro e pele — somos também bactérias e fungos. Um livro pioneiro e extraordinário, que conta a história de uma das relações íntimas mais antigas da humanidade: a das pessoas e dos seus micróbios.





FILME

## **E a Vida Continua**

**Ano:** 1993

**Sinopse:** no início dos anos 80, surgiu uma misteriosa doença. Uma pesquisa independente conseguiu identificar o vírus transmissor da doença e a batizou de HIV. Este drama documental conta a história da mais devastadora epidemia do século XX: a AIDS.

**Comentário:** existe um filme brasileiro, de 2001, com o mesmo nome. Então, se atente ao procurar pelo título.



NA WEB

## **As teorias para o surgimento das primeiras células — e da vida na Terra**

Matéria da BBC, traduzida para o português, com uma explicação bastante completa a respeito das principais teorias sobre o surgimento das primeiras células.

Web: <<https://www.bbc.com/portuguese/vert-earth-38205665>>.

## REFERÊNCIAS

BROWN, T.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M.; STOLZFUS, M. W. **Chemistry**: The Central Science. 13. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2014.

CAMARGOS, E. R. S. Houve mudanças recentes na biologia em relação à citologia e à histologia animal e vegetal? In: COSTA, V. R.; COSTA, E. V. **Biologia**: explorando o ensino. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica, 2006. Volume 6. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/expensbio.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

CHALTON, N.; MacARDLE, M. **História da Ciência para quem tem pressa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Valentina, 2017.

COLLEN, A. **10% Humano**: como os microrganismos são a chave para a saúde do corpo e da mente. Rio de Janeiro: Sextante, 2016.

HOMANN, M. et al. life and biogeochemical cycling on land 3,220 million years ago. **Nature Geoscience**, v. 11, n. 9, 2018.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

MARGULIS, L. **O planeta simbiótico**: uma nova perspectiva da evolução. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Bacteriófagos: ferramenta para o controle de bactérias patogênicas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/CIENCIAS%20BIOLOGICAS/bacteriofagos.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

NUTMAN, A. P.; BENNETT, V. C.; FRIEND, C. R.; Van KRANENDONK, M. J.; CHIVAS, A. R. Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures. **Nature**, v. 537, n. 7621, 2016.

PELCZAR JR., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia**: conceitos e a aplicações. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2005.

ROONEY, A. **A História da Biologia**: da Ciência dos tempos antigos à Genética moderna. São Paulo: M. Books do Brasil, 2018.

SANTOS, D. M. M. Universidade Estadual Paulista. Departamento de Biologia. Disciplina de Biologia Celular. A teoria endossimbiótica celular. Jaboticabal: Unesp, 2007. **Aula**. 3 p. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/biologia/DURVALINAMARIAM.DOSSANTOS/TEXT0-97.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.



# REFERÊNCIAS

SILVA, E. C. C.; AIRES, J. A. Panorama histórico da Teoria Celular. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 14, p. 1-18, 2016.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. HIV/AIDS: Prevenção, tratamento, cuidado. **A Prescrição**, n. 16-17. [S.l.]: set. 1998. Disponível em: <[https://www.unicef.org/prescriber/port\\_p16.pdf](https://www.unicef.org/prescriber/port_p16.pdf)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 87, n. 12, p. 4576-4579, 1990.

## Referências On-Line

<sup>1</sup> Em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RobertHookeMicrographia1665.jpg>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>2</sup> Em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=529517>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

<sup>3</sup> Em: <<https://www.bbc.com/portuguese/vert-earth-38205665>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>4</sup> Em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phage\\_lambda\\_life\\_cycle\\_es.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phage_lambda_life_cycle_es.svg)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>5</sup> Em: <[http://svaleria68.blogspot.com/2011/03/base-molecular-da-vida\\_9026.html](http://svaleria68.blogspot.com/2011/03/base-molecular-da-vida_9026.html)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>6</sup> Em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetrahedral\\_Structure\\_of\\_Water.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetrahedral_Structure_of_Water.png)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>7</sup> Em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:225\\_Peptide\\_Bond-01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:225_Peptide_Bond-01.jpg)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>8</sup> Em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Competitive%26NonCompetitive\\_Enzyme\\_Inhibition.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Competitive%26NonCompetitive_Enzyme_Inhibition.jpg)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

<sup>9</sup> Em: <<http://ead.hemocentro.fmrp.usp.br/joomla/index.php/publicacoes/folhetins/469-dna-o-sentido-da-vida>>. Acesso em: 28 dez. 2018.



# GABARITO

1.

Hooke: primeiro a descrever uma célula (século XVII).

Theodor Schwann: Teoria Celular (1893).

Beijerinck: descoberta dos vírus (ainda menores do que as células) (século XIX).

Desenvolvimento do microscópio eletrônico (século XX).

Watson e Crick: descoberta da estrutura do material genético (DNA e RNA) (século XX).

2. D.

3. B.

4. A.

5. E.

6. D.

