

CEJA >>

CENTRO DE EDUCAÇÃO
de JOVENS e ADULTOS

CIÊNCIAS DA NATUREZA

e suas TECNOLOGIAS >>

Biologia

Fascículo 3
Unidades 6, 7 e 8

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Wilson Witzel

Vice-Governador
Claudio Castro

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Leonardo Rodrigues

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Estado
Pedro Fernandes

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Gilson Rodrigues

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

Coordenação Geral de
Design Instrucional
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Claudia Augusta de Moraes Russo
Clarissa Leal de Oliveira Mello

Atividade Extra
Roberto Spritzer

Revisão de Língua Portuguesa
Anna Maria Osborne
Paulo Cesar Alves

Coordenação de
Design Instrucional
Flávia Busnardo
Paulo Miranda

Design Instrucional
Aline Beatriz Alves

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar

Capa
André Guimarães de Souza

Projeto Gráfico
Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades
<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517>

Diagramação
Equipe Cederj

Ilustração
Bianca Giacomelli
Clara Gomes
Fernando Romeiro
Jefferson Caçador
Sami Souza

Produção Gráfica
Verônica Paranhos

Sumário

Unidade 6	 De um tão simples começo...	5
<hr/>		
Unidade 7	 Tudo se transforma	41
<hr/>		
Unidade 8	 Membrana e organelas celulares	77
<hr/>		

Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos “nome de usuário” e “senha”.

Feito isso, clique no botão “Acesso”. Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!



De um tão simples começo...

Fascículo 3
Unidade 6

De um tão simples começo...

Para início de conversa...

“De um tão simples começo, inúmeras e maravilhosas formas evoluíram e ainda evoluem.” Essa é a última frase do livro *A Origem das Espécies*, de Charles Darwin. Com essa frase, Darwin indica que a diversidade biológica não surgiu da forma que a percebemos, hoje em dia. Os seres vivos atuais são muito mais complexos do que os primeiros organismos de nosso planeta.

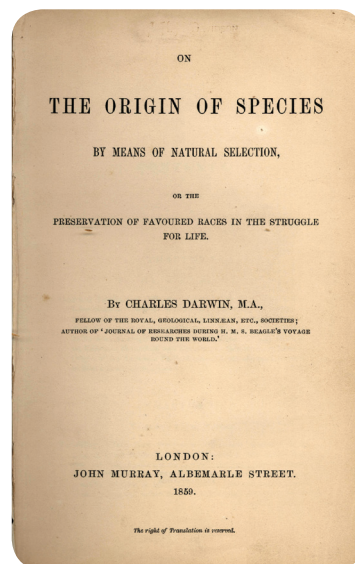


Figura 1: Livro *A origem das Espécies*, de Charles Darwin. MNF1 A primeira edição foi publicada em 24 de novembro de 1859. Historiadores consideram o livro mais importante já escrito, pois explica nossa origem e nosso lugar no mundo biológico. Leitura muitíssimo recomendada, aliás!

Para entender o quão simples foram esses primeiros seres, precisamos saber onde é o limite entre a química complexa e a biologia simples. Já falamos das três propriedades básicas da vida e, portanto, começaremos por elas:

$$\begin{array}{c} \text{Mutabilidade + Herdabilidade + Reprodutibilidade} \\ \\ = \\ \\ \text{Sobrevivência e reprodução diferencial de mutantes} \\ \\ \text{(Evolução por seleção natural)} \end{array}$$

A seleção natural aparece como uma propriedade secundária da vida. Isso significa que um sistema que tenha as três propriedades básicas vai necessariamente evoluir por seleção natural. Consideramos essas três propriedades como básicas pois, com elas, qualquer sistema poderá evoluir todas as demais funções que observamos na diversidade biológica.

O conjunto das **funções proteicas** é o que mantém e reproduz o organismo vivo. Por outro lado, o DNA apresenta a informação herdável e mutável que passa de ancestral para descendentes. Como a vida é um somatório dessas três propriedades, a chave para a origem da vida, passa pela explicação da origem da síntese de proteínas.

Funções proteicas

Funções desempenhadas por proteínas e enzimas proteicas, promovendo a estruturação (queratina dos cabelos, por exemplo), a manutenção (enzimas digestivas) e a reprodução do sistema biológico.

Paradoxo

Algo aparentemente verdadeiro, mas que apresenta uma contradição lógica. Um exemplo de paradoxo famoso é "Quem veio primeiro: o ovo ou a galinha?" É um paradoxo, pois a galinha nasce de um ovo e quem bota o ovo é a galinha.

Entretanto, sem o DNA, a informação das proteínas não passa para os descendentes e, sem as proteínas, o DNA não se replica. Opa, temos um grande problema aqui! Aliás, temos um **paradoxo**. Como imaginar um processo evolutivo em que a complexidade do sistema vai aumentando gradualmente se, para a síntese de proteínas, precisamos de duas moléculas complexas e dependentes entre si?

Parece difícil a resposta. Mas não se preocupe: a solução para esse paradoxo está aqui nessa unidade, que aborda de uma outra perspectiva, a origem da vida e dos microrganismos. Na unidade 1 do módulo 1, você teve um breve olhar sobre esse tema do ponto de vista das grandes teorias que se propuseram a explicar como a vida surgiu - foi uma primeira aproximação. Agora que você já aprendeu o que é DNA, RNA, proteína e já acumulou uma série de conhecimentos, vamos para uma abordagem mais detalhada da hipótese mais aceita para explicar a origem da vida, e dos microrganismos, conhecendo alguns dos

experimentos que nos levam a estas hipóteses.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar as propriedades básicas da vida (herdabilidade, mutabilidade e reprodutibilidade) e a seleção natural, como propriedade secundária.
- Reconhecer o paradoxo ligado à origem da síntese de proteínas: “Quem veio primeiro as proteínas ou os ácidos nucleicos?”.
- Relacionar argumentos que apresentam a teoria do Mundo do RNA como uma boa proposta para solucionar o paradoxo da origem da vida.
- Distinguir procariontes e eucariontes.
- Caracterizar os grupos de microrganismos: vírus, bactérias e arqueias
- Apresentar a teoria endossimbiótica serial como possível explicação para a origem dos seres complexos, os eucariontes.

Seção 1

De um tão simples começo...

Meteorito

É um corpo celeste (fragmento de planetas ou estrelas) que cai na superfície terrestre. Ao atingir nossa atmosfera, o meteorito cria um efeito luminoso que podemos perceber no céu, à noite, como estrela cadente, como mostra a Figura 2. O efeito luminoso é chamado de meteoro

Se tivéssemos um meio de enxergar a Terra primitiva, há 4,5 bilhões de anos, veríamos um planeta bem diferente daquele que nós habitamos. Um planeta sem vida, com **meteoritos** gigantes, chocando-se na superfície e esterilizando o planeta, como se fossem 200 bombas atômicas explodindo ao mesmo tempo. Nosso planeta teve uma infância atribulada...



Figura 2: Reconstrução do ambiente inóspito de nosso planeta há 4,5 bilhões de anos.

Entretanto, depois de uns 500 milhões de anos, tudo se acalmou. A Terra, que era uma bola de lava, resfriou-se. Assim, foi possível a solidificação de uma crosta terrestre e os gases, do interior do planeta, foram liberados e formaram uma atmosfera mais estável. Os meteoritos foram ficando mais raros e aos poucos a Terra se tornaria um lugar cada vez menos turbulento.

Com a estabilidade, as moléculas simples (moléculas com poucos elementos químicos) podiam reagir, formando moléculas mais complexas (com muitos elementos químicos) e não seriam imediatamente degradadas. Porém, para tal, também seriam necessários um meio aquoso e uma fonte de energia.

Mas a água não era um problema. A atmosfera da Terra primitiva, além de alguns gases inorgânicos (metano, amônia), também continha vapor de água. Além disso, a água sob a forma de gelo é comum em corpos celestes, inclusive naqueles que caem na superfície terrestre atualmente. Afinal, o hidrogênio e o oxigênio estão entre os elementos mais comuns do universo. Assim, com a estabilidade do planeta, chuvas intensas formaram os imensos mares primitivos, que proviam um meio aquoso para tais reações.

E a fonte de energia para que as reações químicas acontecessem? Essa é fornecida pelos raios que caíam na superfície com as tempestades, ou seja, contribuíam com energia elétrica. Além disso, a luz solar e os vulcões submarinos proviam a energia térmica (calor), necessária para as reações químicas que formariam moléculas complexas a partir de simples.

Mas como moléculas simples podem se tornar complexas, sem o auxílio de **enzimas**? Vamos descobrir a seguir.

Enzimas

Como você viu na unidade 4 do módulo 1, são proteínas capazes de catalisar processos biológicos e químicos, ou seja, possibilitar que tais processos aconteçam no tempo que os organismos precisam que aconteçam, dentro das condições fisiológicas do organismo

Seção 2

A origem de moléculas complexas e o experimento de Miller e Urey

Você sabia que encontramos aminoácidos, as unidades que se unem para formar as proteínas em meteoritos, vindos do espaço? Vamos aproveitar esse momento para formalizar como uma teoria científica torna-se conhecimento a partir de um fato observado. Nesse caso, temos duas possibilidades (ou hipóteses) que explicam perfeitamente esse fato.

Fato observado: Aminoácidos são encontrados em meteoritos, vindos do espaço que caem na superfície da Terra.

Primeira hipótese: aminoácidos são formados espontaneamente em todo o universo e por isso estão presentes também nos corpos celestes, como os meteoritos.

Hipótese alternativa: os meteoritos vêm de **planetas habitados por uma forma de vida** que também possui proteínas, o que explicam os aminoácidos encontrados em meteoritos.

Experimento: os cientistas Stanley Miller e Harold Urey, em 1953, na Universidade de Chicago, nos Estados Unidos, desenharam um experimento para testar a primeira hipótese. Num frasco vedado, compostos inorgânicos (metano, amônia, água) e fontes de energia (eletrodos – que provêm energia elétrica – e calor) simulavam um provável ambiente da Terra primitiva. Eles queriam verificar se moléculas simples poderiam reagir e transformar-se em outras mais complexas.



Será que existe vida em outros planetas? Se quiser saber mais sobre algumas hipóteses para responder a esta pergunta, visite: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas103.htm>

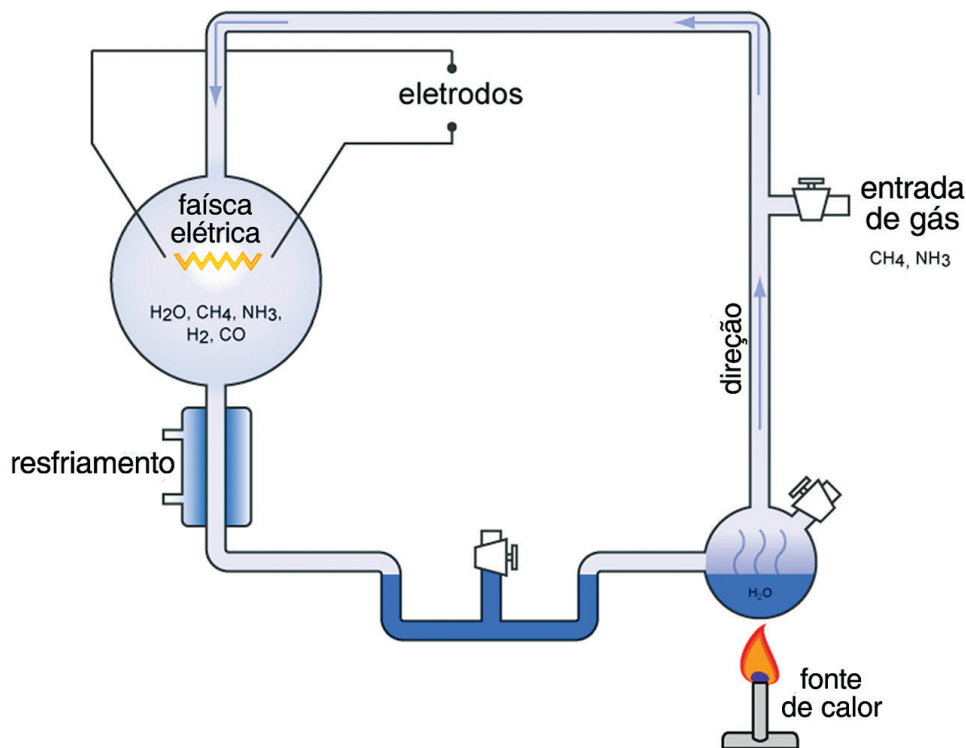


Figura 3: Esquema do frasco experimental de Miller e Urey para demonstrar a origem espontânea de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas simples.

Resultado: Qual não foi a surpresa dos cientistas ao perceberem que, em uma semana, aminoácidos apareceram naturalmente nesse frasco.

Conclusão: a primeira hipótese não pode ser rejeitada, pois aminoácidos são formados espontaneamente e

por isso estão presentes nesses corpos celestes. Assim, a primeira hipótese continua cientificamente válida até que o próximo experimento ponha-a à prova novamente.

Dessa forma, foi possível estabelecer que os oceanos primitivos deveriam ter aminoácidos. Porém, para termos as propriedades básicas da vida, precisamos, além dessas moléculas, também dos nucleotídeos que, quando unidos entre si, formam os ácidos nucleicos (DNA e RNA).

Nucleotídeos não são formados em experimentos como o de Muller e Urey, pelo menos não facilmente. E para explicar a formação dessas moléculas mais complexas, outras experiências foram formuladas. As que melhor representaram esse evento envolviam um novo elemento, muito encontrado nos antigos oceanos: a argila.

A argila considerada uma enzima natural. Por sua porosidade, a argila pode alojar moléculas simples em seus poros, o que permite que elas fiquem mais próximas. Com a proximidade entre uma molécula e outra, aumenta a possibilidade de que haja uma reação química natural entre elas, de forma que se transformem em uma molécula complexa.

Dessa forma, por intermédio da argila, bases nitrogenadas podem ser formadas espontaneamente a partir de compostos simples. Fósforo, o outro elemento importante dos nucleotídeos, é encontrado em abundância na superfície terrestre. O açúcar, último componente dos nucleotídeos, também pode ser formado em experimentos semelhantes aos de Muller e Urey.

Entretanto, ter aminoácidos e nucleotídeos ainda não significa ter vida, pois a vida depende de uma relação de dependência entre essas moléculas. Apesar de não ser possível conceber uma vida biológica sem ácidos nucleicos, responsáveis pela herdabilidade e mutabilidade, o paradoxo desaparece, se os primeiros organismos não precisassem de proteínas para se reproduzir. Isto é, se o ácido nucleico conseguisse se multiplicar sozinho, nós solucionaríamos o paradoxo da origem da vida.

Seção 3

Quando o RNA dominava

Hoje, os ácidos nucleicos não conseguem se replicar sozinhos, mas um dia isso foi possível. Walter Gilbert, um físico americano, propôs a teoria do Mundo do RNA, nos anos 1970. Segundo sua teoria, os oceanos primitivos formavam um mundo no qual moléculas de RNA formavam o primeiro mundo biológico. Mas... por que o RNA?

Na unidade 4 do módulo 1, comentamos que o RNA é uma molécula bastante versátil e que está envolvido com a síntese proteica exercendo funções primordiais e diferentes:

- O RNA mensageiro (é o RNA que representa o molde do gene em DNA), carregando a informação genética do núcleo para o citoplasma da célula para que possa ser traduzido em proteína.
- O RNA ribossomal se liga à fita de RNAm para dar início ao processo de tradução, “lendo” esta fita.
- O RNA transportador é o que carrega consigo o anticódon, que se pareia com o códon da fita de RNAm para fornecer o aminoácido correto para a proteína, que está sendo sintetizada.
- Além desses, há ainda outros RNA menores, que foram descobertos recentemente e ainda não tiveram suas funções bem estabelecidas.

Segundo Gilbert, essa molécula apresenta as três propriedades da vida e por isso poderia evoluir sozinha por seleção natural, caracterizando um primeiro sistema biológico. Um exemplo que assegura isso são os vírus, cujos genes estão localizados em fitas de RNA e não de DNA, como em todos os outros organismos. Assim, o RNA apresenta as propriedades de herdabilidade e mutabilidade comuns ao material genético.

Seção 4

E nasce a Biologia...

Assim que a primeira molécula de RNA apresentou a função de autorreplicação, a química complexa transformou-se na biologia simples. Se pensarmos, então, podemos dizer que as regras do pareamento de bases nitrogenadas, encontradas nos ácidos nucleicos (relembrando: A pareia com T ou U e C pareia com G), definem o limite entre a Química e a Biologia. Ao surgir a Biologia, surgem a Genética, a Bioquímica e a Evolução ao mesmo tempo.

Repare que a partir desse organismo primordial (essa primeira molécula de RNA), a própria herdabilidade iria assegurar que a propriedade de autorreplicação passasse também aos seus descendentes. Depois de um tempo de mundo biológico só de RNA, a associação entre RNA e as proteínas pode ter evoluído, gerando o processo de tradução (lembre-se de que os aminoácidos provavelmente eram abundantes no ambiente primitivo).

De acordo com essa hipótese, o processo de tradução seria anterior ao de transcrição. Este último só surgiu, quando o DNA entrou na síntese proteica. O DNA, então, substituiu o RNA como armazenador de informação e as enzimas proteicas substituíram o RNA na estrutura e nas funções do metabolismo. Quando finalmente o DNA entra em cena, ocorre uma separação clara das propriedades de herdabilidade e mutabilidade (funções do DNA), da propriedade de reprodutibilidade (funções das proteínas).

A partir daí, o mundo do RNA foi substituído pelo mundo da síntese de proteínas, como conhecemos hoje. Assim, descendentes mais complexos foram surgindo, sobrevivendo e deixando descendentes com características cada vez mais complexas.

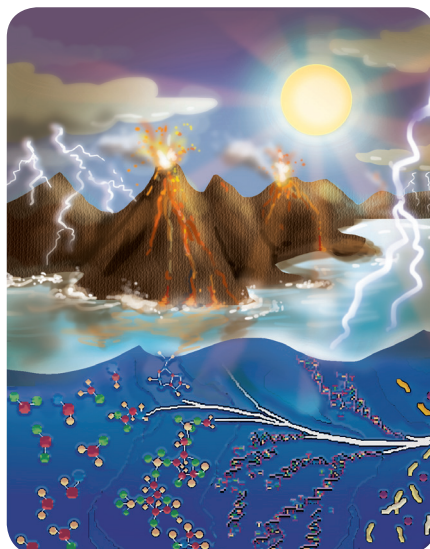


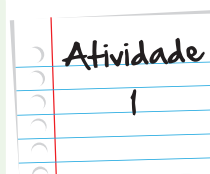
Figura 4: Mundo do RNA, o primeiro mundo biológico seria formado por moléculas de RNA autorreplicantes. Note o meio aquoso e as fontes de energia necessárias para promover reações químicas: o sol, os raios, e os vulcões.

Diversidade em cores!

As três propriedades básicas dos seres vivos são as únicas necessárias para evolução e, portanto, para gerar toda diversidade biológica com todas as outras propriedades que os sistemas biológicos apresentam. Vamos entender melhor esse conceito de “básico”.

Azul, vermelho e amarelo são consideradas as três cores básicas. Sabe por quê? Porque, com essas cores, você poderá fazer todas as outras cores conhecidas. Quer experimentar? Então, pegue um pouco de tinta de cada uma dessas cores e teste você mesmo. Misture duas a duas e depois misture as misturas. Você verá a enorme variedade de cores a partir dessas três cores básicas.

De forma análoga, com as três propriedades da vida, podemos ter a infinidade de formas, cores e texturas que encontramos na diversidade biológica.



Seção 5

Microrganismos

Depois do mundo do RNA, vieram os organismos, melhor dizendo, os microrganismos. Tecnicamente, os microrganismos são seres que não conseguimos enxergar a olho nu; os vemos apenas com auxílio de um microscópio.

Vírus

Os primeiros microrganismos que iremos estudar são os vírus. Quando pensamos em vírus, pensamos em doenças. Mas veremos nessa unidade que isso não procede. Na realidade, a maioria dos vírus é inofensiva.

Os vírus estão no ar que respiramos a cada momento, eles estão no sistema digestório, quando ingerimos alimentos. Dentro do nosso corpo, existem representantes desses microrganismos em todos os locais. A maior parte deles é silenciosa e habita nosso organismo sem nos fazer qualquer tipo de mal. Aliás, podemos dizer que nosso corpo, mesmo saudável, é um reservatório de vírus.

No entanto, alguns vírus, os mais conhecidos, são causadores de doenças. O vírus da gripe, por exemplo, é um dos mais conhecidos. A cada ano, vacinas são desenvolvidas para combater essa doença. Porém, como a mutabilidade (capacidade de mudança do material genético) desse vírus é elevada, cada vacina serve apenas para uma determinada parcela da sua diversidade.

O vírus da gripe e o vírus do resfriado são vírus de RNA. Ou seja, o genoma constitui-se de moléculas de RNA. Outros vírus apresentam genoma de DNA.



Você sabia que existe diferença entre gripe e resfriado? Acesse o link: <http://goo.gl/LW62u> e descubra quais são!

Repare no esquema da Figura 5. Diferente de outros organismos, os vírus não apresentam membrana celular, mas sim uma estrutura que chamamos de envelope. Os vírus são tão simples e o genoma deles é tão pequeno que o mesmo não possui nem os genes necessários para garantir a sua replicação.

Por isso, os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, ou seja, eles não conseguem viver a não ser que habitem o interior de uma célula, usando as proteínas e enzimas do hospedeiro para se reproduzirem. Por esse motivo, alguns

cientistas não consideram os vírus organismos vivos, pois precisam de outros organismos para se reproduzir. O que você acha?

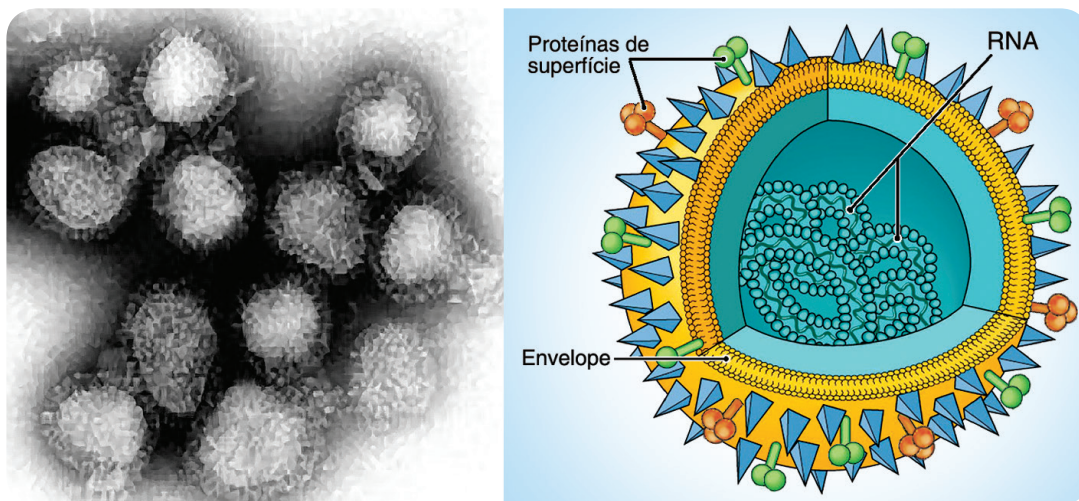


Figura 5: Fotografia em microscopia eletrônica (esquerda) e esquema (direita) de um vírus Influenza, o causador da gripe.

Bactérias

Certamente as bactérias são vivas! Esses são os mais simples organismos que apresentam as três propriedades da vida e são considerados vivos sem qualquer controvérsia. As bactérias apresentam uma membrana celular tão rígida que chamamos de parede celular. Além disso, apresentam poucas estruturas celulares, como o DNA bacteriano e DNA de plasmídeos (ou, simplesmente, plasmídeos) que fazem parte das células desses microrganismos.

Os plasmídeos geralmente estão presentes em bactérias, e podem estar também em alguns outros tipos de organismos, como em um fungo do tipo levedura. São formados por uma molécula de DNA que, em vez de se organizar na forma de cromossomos, se organiza em uma forma circular.

Os plasmídeos são independentes dos cromossomos da bactéria, e podem se multiplicar com uma maquinaria de replicação completamente diferente, em tempos diferentes. Eles estão ligados a algumas funções importantes dentro da bactéria, que podem ser: conferir resistência a antibióticos, participar na reprodução da bactéria ou até conformá-la como um agente causador de doenças.

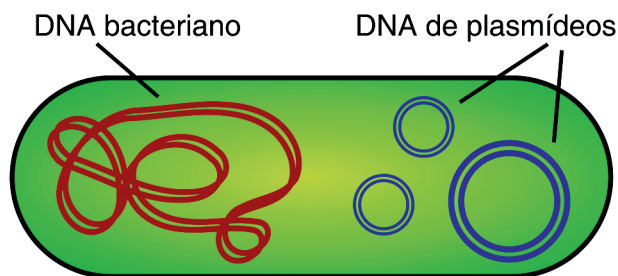


Figura 6: O esquema simplificado de uma célula bacteriana, mostrando o DNA bacteriano e o DNA plasmidial.

Embora os plasmídeos possam conferir essa capacidade de causar doenças a uma bactéria (torná-la um agente patogênico), assim ssim como os vírus, a maior parte das bactérias também não nos faz mal algum. Aliás, esses micror-organismos são fundamentais para nossa digestão, por exemplo. A chamada flora intestinal nada mais é do que o nosso conjunto pessoal de bactérias, sem o qual não conseguimos digerir muitos alimentos.

Além de diversidade morfológica, observada na Figura 7, as bactérias apresentam variações metabólicas diversas, pois esses organismos são os mais evoluídos do planeta. Essa afirmação pode parecer estranha, mas realmente os primeiros fósseis são de bactérias de 3,5 bilhões de anos atrás. Assim, esses organismos estão desde então evoluindo, enquanto os humanos, por exemplo, há apenas 2 milhões de anos.

Como fazemos para saber como esses primeiros organismos viviam? E para saber mais sobre o ambiente que eles habitavam? Se cavarmos no fundo do oceano ou no quintal de nossa casa, iremos perceber **estratos sedimentares** progressivamente mais antigos, quanto mais fundo cavamos. Se analisarmos tais extratos com cuidado, podemos saber muita coisa sobre o ambiente passado. Os extratos mais profundos são também os mais antigos.

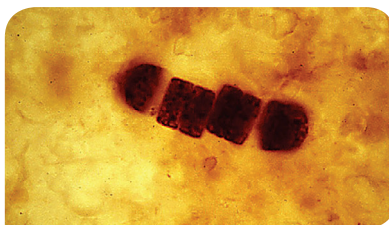
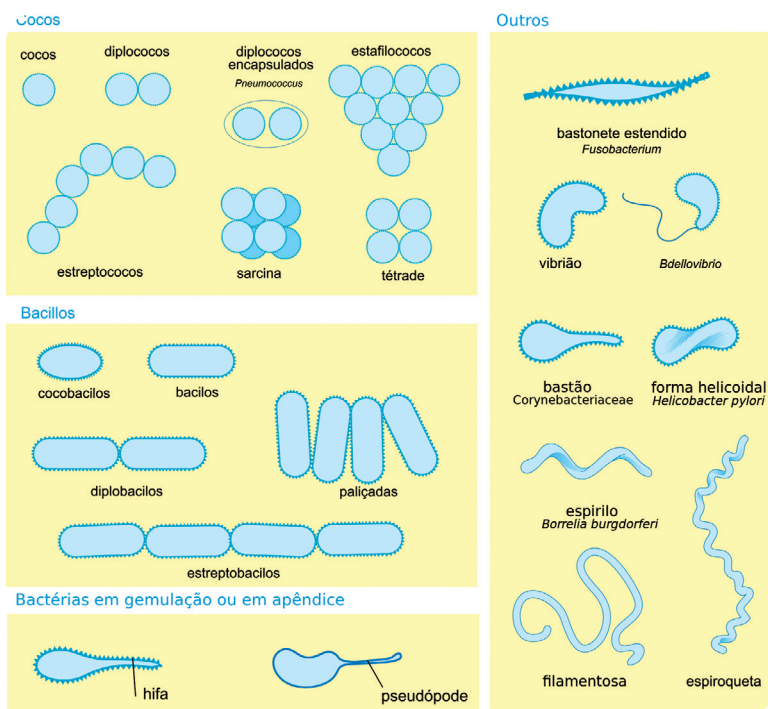


Figura 7: Existem bactérias de diversas formas! E cada uma delas possui um nome, como você vê na figura. Mas, pudera, esse tipo de organismo está sofrendo modificações há alguns bilhões de anos. Uma prova é o fóssil à direita, uma cianobactéria com 3,5 bilhões de anos.

Estratos sedimentares

São camadas sobrepostas (uma em cima da outra) de rochas, com características físicas e com fosséis diferenciados. Como regra, em uma sequência de estratos, os mais antigos estão mais abaixo.

Percebemos, por exemplo, que apesar de o oxigênio, hoje, compor 21% da nossa atmosfera, nem sempre foi assim. Se repararmos os pequenos pedaços de metais, contidos nas rochas que compõem os estratos, podemos inferir os níveis de oxigênio de determinada época. Quanto maior o nível de oxigênio na atmosfera a qual os metais estão expostos, mais eles estarão “enferrujados” (em Química, dizemos que eles estão oxidados).



Figura 8: Foto de uma rocha em que os estratos são distinguíveis. Os que se localizam mais embaixo (profundos) representam sedimentos de épocas mais antigas.

Pois bem, cavando fundo, sabemos que os metais não ficavam enferrujados em estratos anteriores há 2,5 bilhões de anos atrás, indicando que, à época, havia pouco oxigênio. Aliás, se usarmos oxigênio em experimentos como o de Muller e Urey, aminoácidos não serão formados. Portanto, evidências importantes convergem para uma atmosfera primitiva pobre em oxigênio.

Mas como era a vida sem oxigênio se, hoje, 99% dos organismos existentes precisam do oxigênio para sobreviver? Para entendermos, podemos procurar saber como existe vida hoje em locais com baixo teor de oxigênio. São raros, mas existem. Estudando os organismos que habitam tais locais poderemos entender um pouco mais sobre os primeiros habitantes do nosso planeta.

Para entendermos melhor, vamos pensar nos elementos necessários aos seres vivos. Por exemplo, para as reações necessárias ao metabolismo, os seres vivos precisam de hidrogênio. Ora, os primeiros organismos certamente eram marinhos, pois a vida surgiu nos oceanos primitivos. Ali, não existe nada mais abundante como fonte de hidrogênio do que a água (H_2O) que os cercava.

Só que havia um problema sério. Se usassem o hidrogênio da água, sobraria apenas o oxigênio, que, puro,

forma um gás altamente tóxico. Os primeiros organismos, bem como aqueles que habitam, hoje, locais sem oxigênio, não podiam sobreviver na presença do oxigênio tóxico. Dessa forma, eles tinham que usar outros compostos infinitamente menos abundantes no meio marinho, como o H_2S , como fonte do precioso hidrogênio.

Mas eis que, em uma das antigas bactérias, surge uma mutação. O organismo mutante consegue transportar o oxigênio e excretá-lo para fora da célula com segurança. Esse primeiro organismo mutante foi uma cianobactéria. O processo é mediado pela luz solar e chamamos de **fotossíntese** e, por isso, o organismo que o pratica é chamado de fotossintetizante (ou fotossintético).

Fotossíntese

Processo em que a luz solar é usada para separar o hidrogênio da molécula de água, liberando o oxigênio para a atmosfera e produzindo açúcares. Na próxima unidade, você estudará melhor sobre isso.



Figura 9: Os estromatólitos são estruturas compostas por colônias imensas de cianobactérias. À direita, uma foto na Austrália e, à esquerda, uma reconstrução dos estromatólitos na Terra primitiva.

Claro que a mutação que permitiu à cianobactéria usar uma fonte abundante de hidrogênio (água do mar) com outra fonte inesgotável (luz solar) acabou por se tornar uma adaptação fundamental. O mutante logo deu origem a muitos descendentes que, como também eram fotossintéticos, também tinham maiores chances de sobreviver e deixar mais descendentes com a mesma adaptação.

Os descendentes do mutante deram origem a bilhões de cianobactérias, cada uma excretando um pouquinho de oxigênio para o ambiente pela fotossíntese. O sucesso evolutivo do grupo teve como consequência o rápido acúmulo de oxigênio na atmosfera, como podemos perceber ao analisar os extratos rochosos mais antigos.

Para conseguirmos entender a importância da fotossíntese, pense que a maior parte da biodiversidade conhecida obtém energia, quebrando o alimento com o oxigênio, durante um processo chamado de respiração. Nele, o organismo, chamado de **aeróbico**, usa-se do gás oxigênio para produzir energia. Então, se não houvesse oxigênio em grandes quantidades em nossa atmosfera, essas aulas sobre a diversidade biológica seriam bem menores...

Aeróbicos

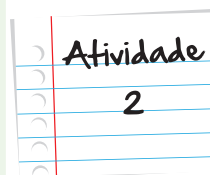
Ditos os organismos que usam oxigênio da respiração para quebrar alimento, resultando em energia para suas atividades. Os anaeróbicos, por outro lado, não usam o oxigênio em seu metabolismo.

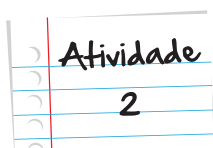
Sopa de letrinhas e evolução

As três propriedades básicas dVocê está achando que mesmo o ser vivo mais simples é muito complexo para ter sido originado a partir de reações espontâneas? Então essa atividade é para você! Para realizá-la, você precisará de 26 peças, cada uma com uma letra do nosso alfabeto, um pequeno saco plástico que não seja transparente (onde as peças deverão estar), além de um amigo ou irmão.

Agora, siga esses passos:

1. Pense numa palavra, mas não fale a seu amigo, informe-o apenas o número de letras que ela possui.
2. Peça para ele retirar do saco, sem olhar, tantas peças quanto for o número de letras da sua palavra. Ou seja, se eu pensar na palavra BIODIVERSIDADE, que tem 14 letras, peço para o amigo retirar 14 peças.
3. Alinhe as peças retiradas.





Dessa maneira, o seu amigo, sem saber quais são as cartas ou mesmo a palavra que você pensou, representa as mutações que ocorrem ao acaso, por erro da enzima que replica o material genético.

Seria pouquíssimo provável que o conjunto de letras retirado formasse a palavra correta não é verdade? Mesmo que o meu seu amigo repetisse esses 3 passos 1.000 vezes, a chance da palavra aparecer seria muito pequena.

Por outro lado, se adicionarmos uma forma de seleção, você verá que a palavra será formada em pouco tempo. Para testar essa hipótese, você fará o papel da seleção natural nessa outra fase da atividade.

As mutações são ao acaso, mas a seleção não é. A cada letra retirada, caso seu amigo tenha escolhido a letra correta para uma posição, a peça será virada para cima e não sofrerá mais mudança. Você verá que a palavra irá surgir à sua frente em pouco tempo. Dá uma olhada em uma das possibilidades:

1.	T	I	W	N	D	S	O	D	I	E	G	E	Y	F
2.	L	I	D	O	I	E	Y	G	E	B	J	W	N	B
3.	W	I	K	J	I	U	W	Y	S	E	K	N	J	X
4.	Q	I	E	W	I	E	B	K	S	C	C	V	D	W
5.	B	I	F	R	I	L	K	X	S	M	D	B	D	E
6.	B	I	R	D	I	V	Q	S	S	K	D	Z	D	E
7.	B	I	O	D	I	V	T	R	S	I	D	J	D	E
8.	B	I	O	D	I	V	E	R	S	I	D	Y	D	E
9.	B	I	O	D	I	V	E	R	S	I	D	A	D	E

Arqueias

Se você perguntar à sua avó, como ela divide os seres vivos, talvez ela diga: “ – Ah, meu netinho! Existem os animais e as plantas”. Mas, se você perguntar a um professor de Biologia bem atualizado, a resposta dele será “existem as bactérias, as arqueias e os organismos eucariontes”.

As bactérias e as arqueias fazem parte do grupo dos procariontes. Esses são seres vivos unicelulares, cujo material genético (DNA) está contido em um único cromossomo, sem localização especial na célula procarionte. Em contraste, nos organismos eucariontes, os cromossomos encontram-se em uma região particular da célula, chamada de núcleo celular.

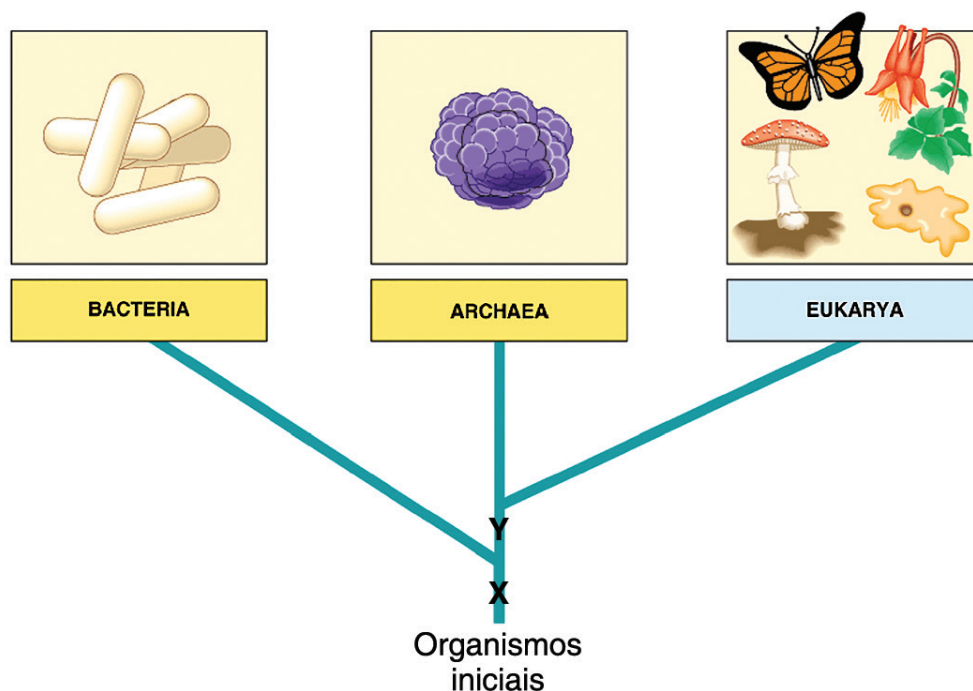


Figura 10: Árvore filogenética, mostrando os eventos de especiação que levaram à diversidade dos grandes grupos da vida. O ponto X marca o ancestral comum a todos os grupos que é descendente do Mundo do RNA. O ponto Y marca o ancestral exclusivo de Arqueias e Eucariontes.

Repare na tabela 1 que algumas características são compartilhadas entre arqueias e bactérias depois da especiação da linhagem das bactérias. As arqueias já foram classificadas como bactérias. Entretanto, depois de muitos estudos, os cientistas classificam-nas separadamente, devido a grandes diferenças entre esses dois grupos, como podemos visualizar.

Tabela 1: Principais diferenças entre os dois grupos de procariontes e os eucariontes.

	Bactéria	Arqueias	Eukarya
Classificação	Procariontes	Procariontes	Eucariontes
Número de células	Uma	Uma	Uma ou mais
DNA (cromossomo)	Solto	Solto	No núcleo
Antibiótico estreptomicina	Não crescem	Crescem	Crescem
Parede celular	Com peptidoglicanos	Sem peptidoglicanos	Sem peptidoglicanos

Fonte: Claudia Russo

As arqueias são chamadas de extremófilas, pois são microrganismos que habitam locais que acreditávamos que eram inabitados. Algumas arqueias, por exemplo, conseguem sobreviver a temperaturas de mais de 100° C, outras a uma salinidade altíssima ou nas **fossas abissais**. Sabendo mais sobre esses organismos, entendemos como a vida pode se adaptar a ambientes que nos parecem hostis.

Fossas abissais

Região de mar profundo presente nos oceanos., onde a pressão é muito alta e a luz é restrita, criando condições extremas para a sobrevivência dos organismos.



Figura 11: As arqueias habitam ambientes extremos, como essa fonte de águas hidrotermais no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos.

Seção 6

A origem dos eucariontes

As bactérias e as arqueias fazem parte do grupo dos procariontes. Como vimos, os procariontes apresentam poucas estruturas em suas células. Os demais organismos são chamados eucariontes. Além do núcleo diferenciado, os eucariontes diferem dos procariontes na complexidade de suas células.

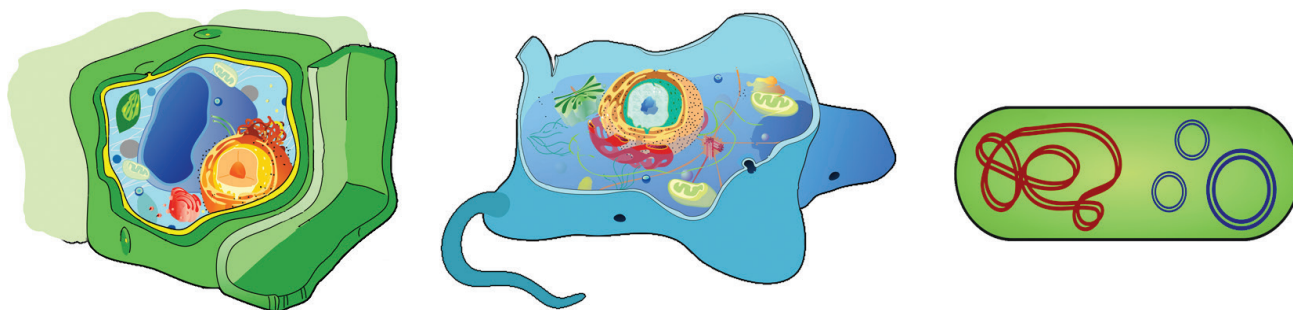


Figura 12: Comparação de uma célula vegetal (esquerda), uma célula animal (centro) e uma célula procarionte (direita). Observe que as células eucariontes possuem um número muito maior de estruturas do que as dos procariontes. Você irá ver a célula eucarionte em detalhes (estrutura e função) a partir da unidade 3 desse módulo.

Os procariontes surgiram primeiro, pois os primeiros fósseis são de organismos desse grupo. Isso também faz sentido, pois a evolução é gradual e as células procariontes são mais simples do que as eucariontes. Mas se os procariontes tiveram origem a partir do Mundo do RNA, como surgiram os eucariontes?

Os eucariontes surgiram a partir de uma fusão de procariontes. Com toda essa diversidade de procariontes, cada tipo de procarionte deu origem a um pedacinho da célula eucarionte. Bom.. é mais ou menos isso.

Para explicar, a origem dos eucariontes, a pesquisadora americana Lynn Margulis (1938 – 2011) propôs a teoria endossimbiótica serial. A teoria sugere que o primeiro organismo eucarionte surgiu de uma **relação ecológica** de **endossimbiose** entre organismos procariontes.

Relação ecológica

Relação entre dois seres vivos. Dependendo do tipo, a relação pode ser benéfica a ambos (ex: endossimbiose) ou prejudicial a um deles (ex: parasitismo).

Endossimbiose

Relação ecológica na qual um organismo vive dentro do outro, sem causar prejuízo ao hospedeiro. Muitas vezes, tal relação é benéfica a ambos e será favorecida por seleção natural.

Lynn propôs que um determinado tipo de bactéria começou a viver como endossimbionte no interior de outras bactérias maiores. Essa associação foi tão proveitosa para ambas as espécies, que elas passaram a depender uma da outra. Uma evidência científica da teoria da pesquisadora é o fato de existirem não um, mas dois genomas no interior das células animais!

As células animais apresentam um genoma nuclear (em que uma metade foi herdada do pai e outra da mãe) e um genoma bem pequeno, que é o genoma mitocondrial. O genoma mitocondrial está dentro de uma organela especial da célula eucarionte chamada de **mitocôndria**. Agora, repare o mais interessante: o genoma mitocondrial apresenta sua própria maquinaria de reprodução, e portanto, é replicado independentemente do genoma nuclear. Isso nos lembra... os plasmídeos das bactérias!

Mitocôndria

Uma das organelas (órgãos pequenos) que aumentam a complexidade de células eucariontes. As mitocôndrias têm como função a produção de energia através do processo de respiração celular.

Por essas evidências, a teoria de Lynn já virou um **consenso** entre pesquisadores do mundo todo. Tal como a evolução, a gravidade, a relatividade, entre outras. E tem mais: ao analisar as mitocôndrias em detalhes e compará-las com os diferentes tipos de bactérias que existem hoje em dia, sabemos até o tipo de bactéria que deu origem às mitocôndrias: as bactérias purpuras.

Consenso

Em um consenso, as partes envolvidas estão de acordo em suas opiniões.

Sabendo que a respiração celular ocorre na mitocôndria, e relacionando isso ao seu conhecimento sobre a origem das mitocôndrias, repare o que esta associação entre células eucarióticas e mitocôndrias proporcionou. Graças a elas, conseguimos quebrar os alimentos com o auxílio do oxigênio e conseguir energia para nossas atividades diárias.

Não é a toa que tal associação foi benéfica para ambas as partes. Os eucariontes conseguiam energia e as bactérias purpuras (as que deram origem às mitocôndrias) estavam protegidas em um lugar para viver. Esses organismos, portanto, tinham a faca (as mitocôndrias) e o queijo (o oxigênio na atmosfera) nas mãos para conseguirem se multiplicar e diversificar do jeito que vemos hoje em dia!

Nas células das plantas, também encontramos mitocôndrias. Além das mitocôndrias, existem, em plantas, outras organelas que também apresentam seu próprio genoma, os cloroplastos. Aliás, são essas organelas que permitem às plantas fazerem a tão famosa fotossíntese. Qual não foi a surpresa dos pesquisadores, após analisarem os cloroplastos em maiores detalhes, ao virem que eles se parecem muito com as cianobactérias!!

Portanto, as mesmas cianobactérias que foram responsáveis pelo aumento dos níveis de oxigênio da atmosfera pela fotossíntese, são as responsáveis pela fotossíntese das plantas.

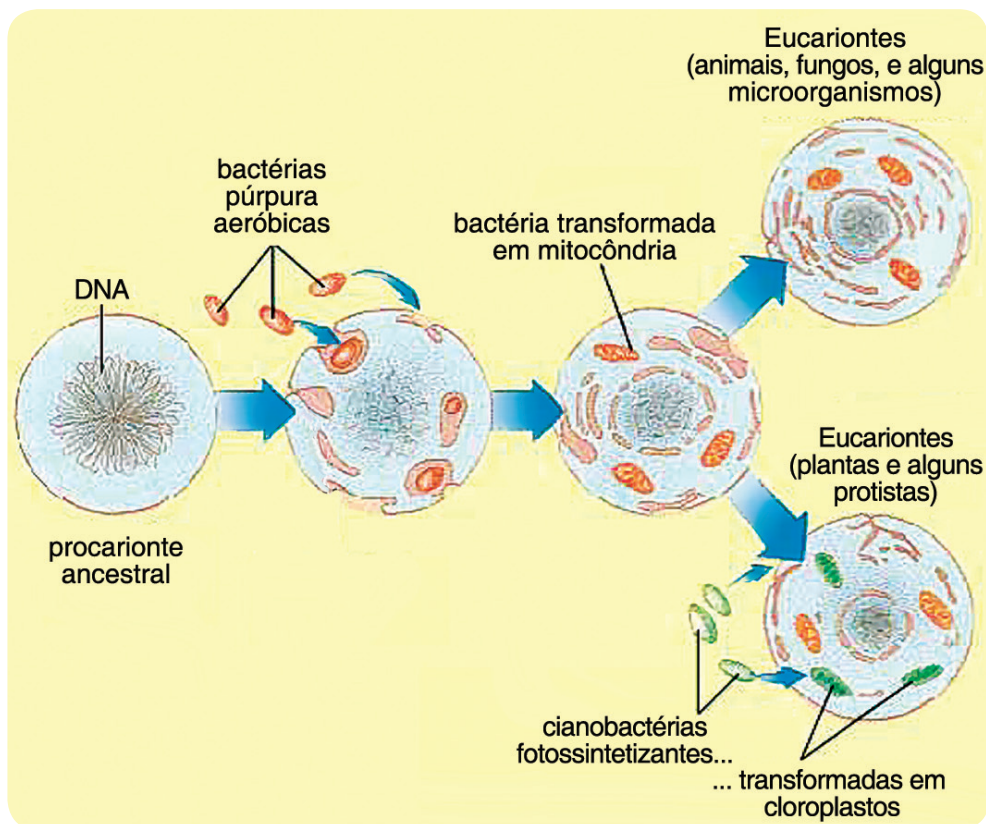
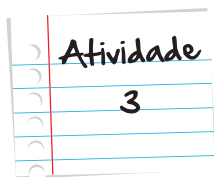


Figura 13: Teoria endossimbiótica serial de Lynn Margulis. Por essa teoria, uma célula procariota, engloba uma outra célula procariota (bactéria púrpura) que passa a habitar dentro da primeira.

Agora, para finalizar, pense em sua alimentação. Desde criança, você se alimenta para crescer de forma saudável e para produzir energia para realizar as suas atividades diárias. Em seu prato (ou no de muitas pessoas que você conhece), é possível encontrar um belo pedaço de carne de boi. Esse boi, ao contrário de você, come apenas plantas. Assim, podemos dizer que você constrói seu corpo, comendo a carne de boi e o boi constrói o corpo dele comendo o capim.

E as plantas? Elas não se alimentam como nós, então como constroem seu corpo? A resposta é por meio da fotossíntese. Para realizá-la, elas simplesmente retiram do ambiente luz solar, água e gás carbônico, além de outros nutrientes. Está curioso para conhecer esse fundamental processo mais a fundo? Então aguarde até próxima unidade deste módulo.



Imagine o seguinte cenário da Terra primitiva: um grande oceano, repleto de pequenas moléculas. Essas moléculas, então, passaram a se unir, formando outras maiores. Eis que um grande grupo de moléculas isola-se das outras e começa a ter vida própria: ela é capaz de:

1. Modificar-se, conforme o tempo;
2. Alimentar-se de moléculas menores do ambiente;
3. Reproduzir-se, produzindo seres como ela nos oceanos.

Dentro desse cenário, será que houve outros eventos de surgimento da vida? Por quê?

Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo

- A mutabilidade, a herdabilidade e a reprodutibilidade são as propriedades básicas da vida, pois as demais funções poderão evoluir por seleção natural.
- Sem o DNA, a informação das proteínas não passa para os descendentes e, sem as proteínas, o DNA não se replica, o que apresenta um paradoxo! A solução é a teoria do Mundo do RNA que diz que o RNA pode apresentar as três propriedades.
- Assim que a primeira molécula de RNA conseguiu se replicar, a Química complexa transformou-se na Biologia simples, depois do pareamento de bases (A pareia com T e C pareia com G). Ao surgir a Biologia, surgem a Genética, a Bioquímica e a Evolução ao mesmo tempo.
- O vírus da gripe e o vírus do resfriado são vírus de RNA, isto é, apresentam genoma em moléculas de RNA. Outros vírus apresentam genoma de DNA.
- Os vírus são constituídos de um envelope, do genoma e de proteínas acessórias. As bactérias e as arqueias fazem parte do grupo dos procariontes que são organismos unicelulares.

- As bactérias apresentam uma parede celular, o DNA bacteriano e DNA de plasmídeos. As arqueias são chamadas de extremófilas, pois são microrganismos que habitam locais que acreditávamos que eram inabitados.
- Todos os organismos visíveis e muitos não visíveis são os eucariontes.
- Os eucariontes surgiram a partir de uma fusão de procariontes. Com toda essa diversidade de procariontes, cada tipo de procarionte deu origem a um pedacinho da célula eucarionte: é a teoria endossimbiótica serial. Duas organelas celulares são provavelmente resultado de uma endossimbiose com bactérias purpura (mitocôndrias) e com cianobactérias (cloroplastos) que promovem processos importantíssimos como a respiração celular e a fotossíntese, respectivamente.
- O primeiro organismo fotossintético conseguiu usar o hidrogênio da água e transportar o oxigênio para fora da célula com segurança. Tal organismo era uma cianobactéria que obteve vantagens adaptativas impressionantes e um sucesso evolutivo enorme. A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas e as cianobactérias conseguem construir seu próprio corpo sem a necessidade de se alimentarem. Os animais, por outro lado, constroem seu corpo com a energia provida pelos alimentos.

Veja ainda...

- Se você tiver interesse pela obra do Darwin e quiser conhecer mais a fundo suas ideias, neste link, você encontra o livro Origem das espécies: <http://ecologia.ib.usp.br/ffa/arquivos/abril/darwin1.pdf>
- O livro “Microcosmos”, escrito, inclusive, por Lynn Margulis, criadora da Teoria endossimbiótica, fala sobre a evolução da vida a partir de uma perspectiva microbiana. É uma leitura bastante recomendada!
- “Microcosmos”. Lynn Margulis & Carl Sagan. 2004. 1ª edição, Editora Cultrix.
- Mais um pouquinho mais sobre a evolução das células e a teoria endossimbiótica? Então, leia:
- <http://super.abril.com.br/ciencia/bacterias-amebas-fungos-planeta-microbios-439611.shtml>

Imagens



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Origin_of_Species_title_page.jpg



• <http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/lectures/lifeform.htm>



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:MUexperiment.png>



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Plasmid_\(english\).svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Plasmid_(english).svg)



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bacterial_morphology_diagram_pt.svg



• <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/bacteriafr.html>



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Rock_Strata.jpg



• <http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/lectures/lifeform.htm>



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Stromatolites_in_Shark_Bay.jpg



• <http://www.flickr.com/photos/cminato/6244991242/>



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Grand_prismatic_spring.jpg • Jim Peaco



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plant_cell_structure_svg.svg; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Animal_cell_structure_en.svg; [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Plasmid_\(english\).svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Plasmid_(english).svg)

Atividade 1

Nesta atividade, você irá descobrir que com as três cores básicas pode-se formar todas as outras cores. Dessa forma, a associação com evolução e as propriedades básicas da vida procede, pois com tais três propriedades, todas as outras funções podem vir a evoluir.

Atividade 2

Não há uma resposta fechada para esta atividade. A ideia era de que você pudesse perceber que a complexidade pode surgir gradual e até facilmente, com seleção natural atuando em cima dos variantes.

Atividade 3

A vida surgiu há 4 bilhões de anos, pois vimos que é possível formar moléculas mais complexas a partir de moléculas simples, mesmo em um ambiente instável. Entretanto, desde que o primeiro organismo capaz de gerar cópias de si mesmo surgiu, outros agregados de moléculas complexas provavelmente iriam servir de alimento para os organismos vivos, sendo muito pouco provável que tenha existido um novo evento de surgimento de vida.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2010)

O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção, denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento com antibiótico. De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses (divisões celulares) do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA, F. Lente de contato e infecção ocular. Revista Sinopse de Oftamologia. São Paulo: Moreira Jr., v.04, n.04, 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microorganismos, tais como:

- a. A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses microorganismos para a obtenção de energia.
- b. A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e p processo anaeróbico de fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- c. A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microorganismos obterem matéria-prima e energia.
- d. O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microorganismos.

- e. O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

Gabarito: Letra E.

Comentário: As bactérias apresentam uma estratégia reprodutiva de gerar muitos descendentes que carregam o mesmo material genético de seu parental (se não considerarmos as mutações). Além disso, as bactérias apresentam formas muito diferentes de conseguir obter a energia necessária ao seu metabolismo.



Atividade extra

Questão 1

Experimento de Miller e Urey

“As moléculas simples (moléculas com poucos elementos químicos) reagiram, formando moléculas mais complexas (com muitos elementos químicos) e assim não seriam degradadas...”

Em relação à origem das moléculas complexas e o experimento de Miller e Urey:

- a. a relação de dependência entre as moléculas de aminoácidos e nucleotídeos não é fator fundamental para a formação da origem da vida.
- b. por intermédio da argila, bases nitrogenadas nunca poderiam ser formadas espontaneamente a partir de compostos simples.
- c. o experimento demonstrou a origem espontânea de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas simples.
- d. os aminoácidos são formados espontaneamente e por isto nunca poderiam estar presentes em meteoritos.

Questão 2

A seleção natural aparece como uma propriedade secundária da vida. Isso significa que um sistema que tenha as três propriedades básicas vai necessariamente evoluir por seleção natural.

As três propriedades básicas da vida são:

- a. variabilidade, reprodutividade e seleção natural.
- b. seleção natural, reprodutividade e herdabilidade.

- c. herdabilidade, variabilidade e mutabilidade.
- d. mutabilidade, herdabilidade e reprodutividade.

Questão 3

Walter Gilbert, um físico americano, propôs a teoria do Mundo do RNA, nos anos 70. Segundo a sua teoria, os oceanos primitivos formavam um mundo no qual moléculas de RNA formavam o primeiro mundo biológico. Essa molécula apresenta as três propriedades da vida e por isso poderia evoluir sozinha por seleção natural.

Um exemplo que assegura esta teoria é dado:

- a. pelas bactérias, pois apresentam as três propriedades da vida.
- b. pelas arqueias, pois seu DNA está contido em um único cromossomo.
- c. pelos vírus, pois seus genes estão localizados em fitas de RNA e não de DNA.
- d. pelo fato de que hoje, os ácidos nucleicos não conseguem se replicar sozinhos.

Questão 4

Quando pensamos em vírus, pensamos em doenças, mas na realidade a maioria dos vírus é inofensiva.

É uma das características dos vírus:

- a. não apresentarem membrana nuclear, mas sim uma estrutura que chamamos de “envelope”.
- b. serem parasitas facultativos, pois não dependem do hospedeiro para se reproduzirem.
- c. serem os genomas da gripe e do resfriado constituídos de moléculas de DNA.
- d. que, apesar de terem um pequeno genoma, a sua replicação é garantida.

Questão 5

As arqueias são chamadas de extremófilas, pois são microrganismos que habitam locais que acreditávamos que eram inabitados.

As arqueias:

- a. são seres procariontes que apresentam peptidoglicanos em sua parede celular.
- b. apresentam peptidoglicanos em sua parede celular e apenas uma célula.
- c. possuem apenas uma célula e um único cromossomo dentro do núcleo.
- d. são constituídos por uma ou mais células podendo formar colônias.

Questão 6

Cientistas americanos descobriram num meteorito de marte, que caiu sobre a Antártida, fortes indícios de vida fora da terra.

Entre as certezas e dúvidas levantadas pelo tal fato, ainda sob a luz das teorias atuais, podemos dizer que as primeiras formas de vida surgidas no nosso planeta eram:

- a. heterótrofas que utilizavam substâncias formadas na atmosfera e acumuladas nos mares primitivos.
- b. Fermentadoras que utilizavam a energia radiante para produzir suas moléculas orgânicas.
- c. aeróbicas graças à abundância de átomos de oxigênio existente nas águas do oceano.
- d. todas autótrofas devido à escassez de alimentos nos oceanos primitivos.

Questão 7

Os eucariontes surgiram a partir de uma fusão de procariontes. Com toda essa diversidade de procariontes, cada tipo de procarionte deu origem a um pedacinho da célula eucarionte.

Qual é o nome desta teoria?

Questão 8

O primeiro organismo fotossintético conseguiu usar o hidrogênio da água e transportar o oxigênio para fora da célula com segurança.

Como é conhecido tal organismo?

Questão 9

“Certamente vivas são as bactérias! Esses são os mais simples organismos que apresentam as três propriedades da vida e são considerados vivos sem qualquer controvérsia”.

Portanto, em relação às características das bactérias podemos concluir que:

- a. são organismos exclusivamente aeróbicos.
- b. podem ser procariontes ou eucariontes facultativos.
- c. são organismos unicelulares e do grupo dos procariontes.
- d. não apresentam uma parede celular, mas possuem um DNA bacteriano.

Questão 10

Os oceanos primitivos formavam um mundo no qual as moléculas de RNA formariam o primeiro mundo biológico.

Uma característica desta molécula é que o RNA

- a. ribossomial molda o gene em DNA.
- b. mensageiro liga os aminoácidos e ancora a síntese.
- c. transportador carrega o aminoácido e o respectivo anticódon.
- d. não apresenta nenhuma propriedade comum ao material genético.

Gabarito

Questão 1

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 2

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Questão 3

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 4

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 5

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 6

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 7

Teoria endossimbiônica serial.

Questão 8

Cianobactéria.

Questão 9

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐

Questão 10

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐



Tudo se transforma

Fascículo 3
Unidade 7

Tudo se transforma

Para início de conversa

Na última unidade, vimos que a Biologia nasceu com as primeiras moléculas autorreplicadoras de RNA. Estas passavam suas características, incluindo a capacidade reprodutiva, para suas moléculas descendentes. Mais tarde, organismos complexos adquiriram mutações e desenvolveram novos conjuntos de funções biológicas além da reprodução. Essas novidades funcionais seriam realizadas por novas moléculas especializadas. Enquanto o DNA passou a ter um papel central na herdabilidade e na mutabilidade, as enzimas proteicas ficaram responsáveis pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema.

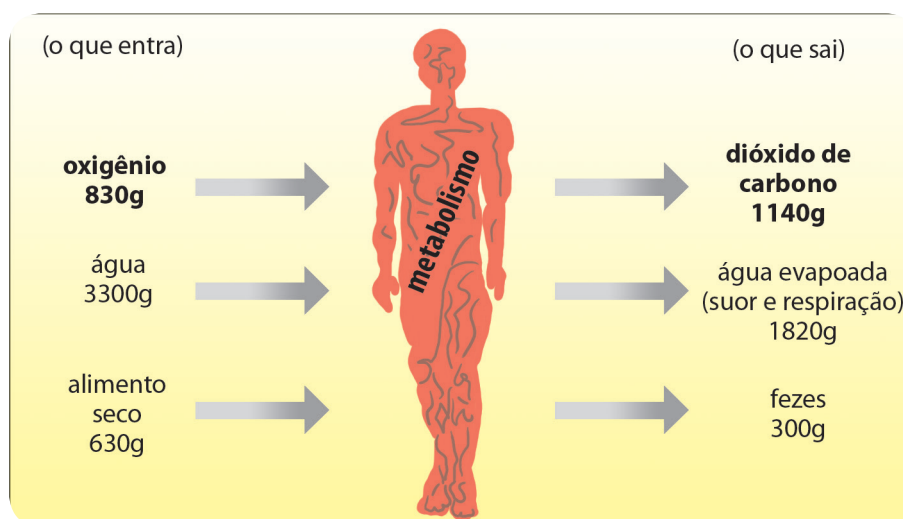


Figura 1. O nosso metabolismo é responsável pela homeostase do corpo, transformando o que inalamos (oxigênio) e ingerimos (água e alimentos) naquilo que exalamos (dióxido de carbono) e descartamos (fezes e urina).

De uma maneira formal, a **homeostase** é uma propriedade dos sistemas biológicos, ou seja, dos organismos que regulam o seu ambiente interno de forma a mantê-lo estável e funcionando. Tal estabilidade é atingida com a ação de enzimas proteicas que funcionam como as operárias dos sistemas biológicos.

Em um organismo, existem milhares de tipos diferentes de enzimas que são sintetizadas pelas células, na medida em que ele precisa executar determinada função. Por exemplo, quando temos um sangramento, uma enzima denominada trombina entra em ação e ativa moléculas que formam um coágulo, que irá interromper o sangramento. Nesse sentido, as enzimas podem ser consideradas como as facilitadoras das reações químicas necessárias ao funcionamento do corpo, incluindo as que ocorrem para a promoção da respiração, da circulação sanguínea, da reprodução, da digestão, entre outras...

Um organismo requer um fluxo constante de energia para sobreviver e se proliferar. De um ponto de vista energético, as reações químicas podem ser divididas em dois grupos básicos e complementares: o *ANABOLISMO* e o *catabolismo*. Ambos formam o conjunto das reações *METABÓLICAS* do organismo – o metabolismo.

As reações do anabolismo são aquelas que unem moléculas pequenas formando moléculas maiores. A ligação de uma molécula a outra é um processo custoso energeticamente, pois existe uma energia necessária para a nova ligação química ocorrer. Ou seja, para fabricar moléculas grandes é necessário energia, mas de onde vem essa energia?

A energia para as reações anabólicas vêm do segundo grupo de reações químicas que é justamente o catabolismo. O catabolismo inclui todas as reações que promovem a quebra de moléculas grandes. Com o rompimento da ligação química dessas moléculas, a energia da ligação é liberada e pode ser armazenada para uso nas reações anabólicas. Mas, se o anabolismo e o catabolismo são necessários um ao outro, de onde aparecem as moléculas grandes para serem quebradas no catabolismo?

A energia necessária para correr, andar e até pensar vem da quebra do alimento que ingerimos. Os alimentos são as moléculas grandes que as reações catabólicas vão quebrar para conseguir energia para as funções metabólicas. Entretanto, nem todos os seres vivos se alimentam. As plantas, por exemplo, não se alimentam como os animais. Então, como elas conseguem energia para as reações anabólicas?

Como vimos na unidade 1, o processo pelo qual eles conseguem tal feito é a fotossíntese. As plantas e as cianobactérias são exemplos de organismos **fotossintéticos** e podemos dizer que eles sintetizam o próprio corpo, ou seja, eles conseguem energia para o anabolismo por meio da energia solar.

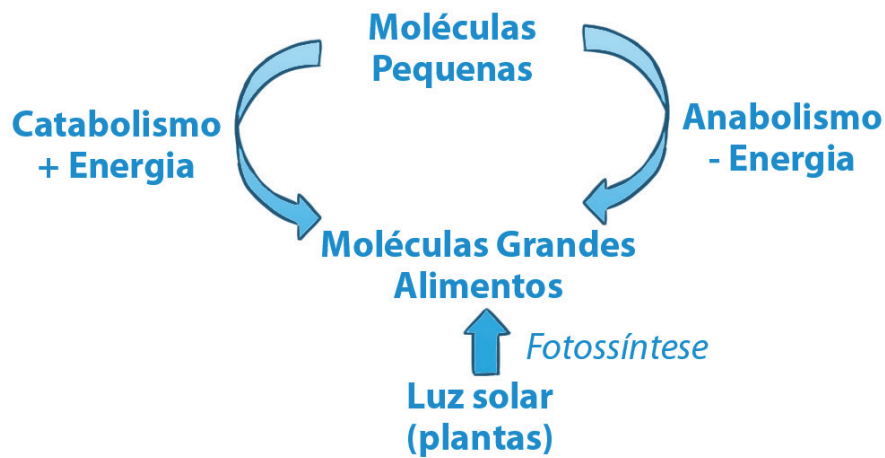


Figura 2. Relação entre catabolismo (reações que geram energia), anabolismo (que requerem energia para acontecer) e o papel da fotossíntese gerando as moléculas grandes.

Nesta aula, você irá conhecer melhor os processos metabólicos básicos que permitem adquirir a energia para a manutenção e para a reprodução dos organismos: a fotossíntese e a respiração celular.

Objetivos de aprendizagem

- Definir metabolismo, catabolismo e anabolismo e suas relações com a homeostase;
- Descrever os processos de fotossíntese e de respiração e a sua complementariedade;

Seção 1

Fotossíntese, o combustível da biodiversidade

Nosso planeta é vivo e a fotossíntese é o combustível que mantém a diversidade biológica. A fotossíntese é a responsável pela energia que promove a construção de um organismo de forma direta (plantas, algas e cianobactérias) e de forma indireta (outros organismos). Vamos explicar isso melhor. Se você tiver um aquário, terá de alimentar seus peixinhos, pois eles precisam de alimento. Mas as plantas, para crescerem, precisam apenas da luz do sol e de água, além de alguns nutrientes. Isso porque as plantas fazem um processo que está ausente nos animais, que é a fotossíntese. Por meio da fotossíntese, as plantas conseguem construir o próprio corpo com energia da luz solar.

A primeira dica para a descoberta dessa via metabólica veio ainda no século XVII. Jan van Helmont (1579-1644) era um químico belga que realizou um experimento muito importante. Ele mediu cuidadosamente a massa de uma planta e do solo em que ela se encontrava. Ao longo do tempo, ele adicionava apenas água. Qual não foi a surpresa dele ao perceber que a planta aumentava a sua massa enquanto o solo não perdia massa. Então, ele deduziu, corretamente, que o crescimento de uma planta não vem da absorção de matéria do solo. Mais tarde, outros pesquisadores provaram que o crescimento da planta se devia à transformação da energia luminosa em matéria.

Os organismos fotossintéticos conseguem fabricar moléculas grandes por meio de outros tipos de energia, por isso são chamados **autotróficos**. As plantas e as algas verdes são organismos autotróficos, e mais especificamente fotoautotróficos, pois necessitam da luz (*foto* significa luz) solar para conseguir produzir tais moléculas.

Autotrófico

Auto = próprio, trofos = alimento. Autotróficos são organismos que podem gerar seu próprio alimento. Para isso, tais organismos usam uma fonte de energia alternativa, como o sol. As plantas, as cianobactérias e alguns eucariontes unicelulares são exemplos de tais organismos. Com a energia captada pela luz do sol, por exemplo, as plantas conseguem sintetizar moléculas grandes. Auto = próprio, trofos = alimento.

Os animais herbívoros (aqueles que se alimentam de plantas, como vaca, cavalo, girafa), no final das contas, usam as plantas para construir seu próprio corpo. Os animais carnívoros (os que se alimentam de outros animais, como onça e tigre) podem usar os herbívoros para isso. Repare, portanto, o quão importante é o processo fotossintético. Sem a fotossíntese, não existiria qualquer um dos organismos que podemos enxergar a olho nu. O nosso planeta seria um deserto povoado por alguns tipos de microorganismos apenas. A fotossíntese é a base de, praticamente, toda a rede biológica, como mostra a Figura 3.

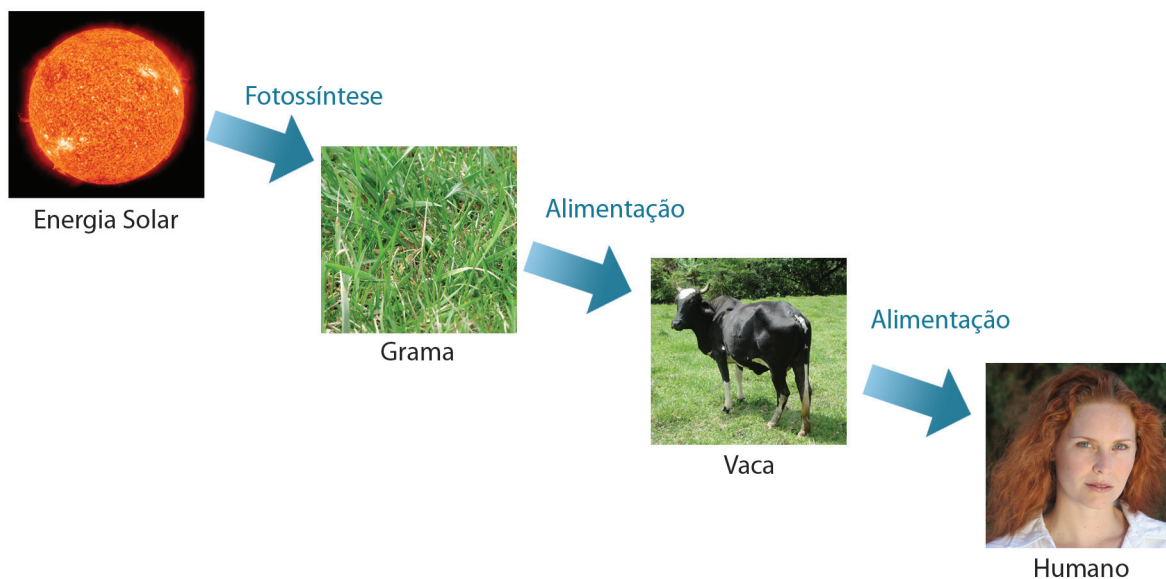


Figura 3. Papel fundamental da fotossíntese e da luz solar na geração de matéria orgânica para toda a diversidade. O processo é responsável pela construção do corpo das plantas (e de outros organismos fotossintéticos). Os organismos que se alimentam de plantas e os que se alimentam deles também são dependentes, tanto da fotossíntese como das plantas que a realizam.

Os animais, por outro lado, precisam se alimentar para conseguirem diretamente as moléculas grandes e por isso são chamados **heterotróficos**. Eles usam também um outro produto do processo fotossintético: o oxigênio. Tal gás participa da quebra dos alimentos através do processo de respiração celular. Como já vimos, é por meio da quebra (catabolismo) de moléculas grandes que os organismos conseguem energia.

Heterotrófico

Organismo que não possui a capacidade de gerar seu próprio alimento e deve se alimentar para conseguir moléculas grandes. *Hetero*= diferente, *trofos*= alimento.

Durante bilhões de anos, os organismos fotossintéticos modificaram nosso planeta, injetando oxigênio na atmosfera. Os primeiros desses organismos, as cianobactérias, desenvolveram adaptações para a manipulação segura de oxigênio, conforme vimos na última unidade. As algas verdes e as plantas são outros organismos que apresentam fotossíntese e que contribuem para a injeção de oxigênio na nossa atmosfera. Verifique, no gráfico a seguir, como os níveis de oxigênio aumentaram depois do aparecimento de organismos fotossintetizantes.

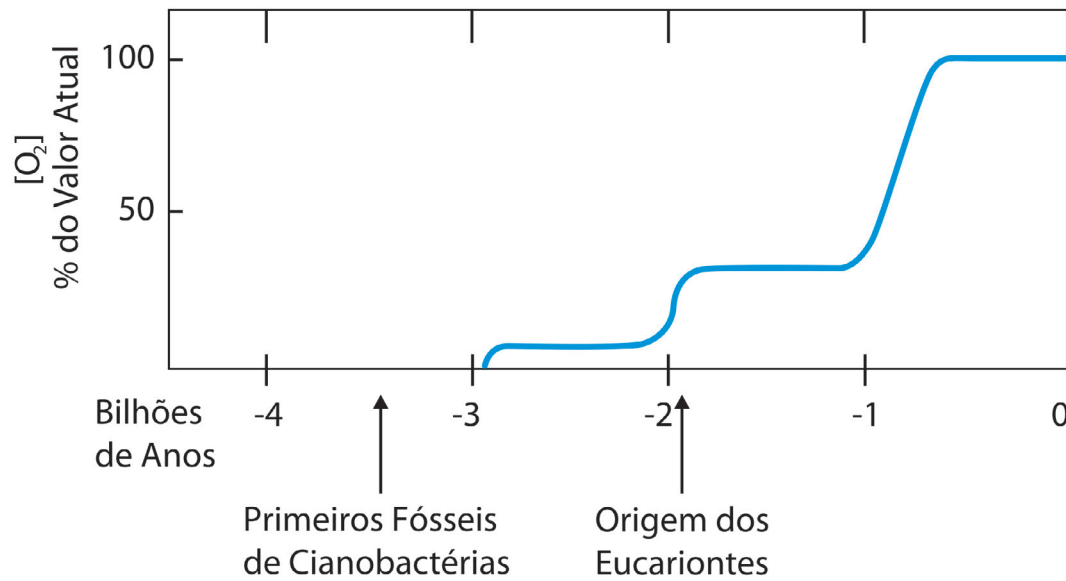


Figura 4. Gráfico ilustrando mudanças na concentração de oxigênio atmosférico ao longo do tempo. As expansões denotam grandes eventos de surgimento de grupos de organismos ligados à fotossíntese direta ou indiretamente.

Fotossíntese e a hora do almoço.

Reconhece este prato?

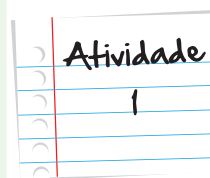


Atividade

1

Este é um típico prato brasileiro: arroz, feijão, carne de frango e salada. Observando a nossa alimentação, eu afirmo: no fim das contas, nós humanos também dependemos da energia do Sol para construirmos e mantermos o nosso corpo.

Com o que você aprendeu sobre fotossíntese, nesta unidade e na anterior, diga se a minha afirmação é verdadeira ou falsa. Justifique a sua resposta, abordando o conceito de fotossíntese e as implicações desse processo para o anabolismo e o catabolismo de plantas e demais seres vivos.



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Seção 2

Luz do sol



Luz do sol
Que a folha traga e traduz.
Em ver de novo
Em folha, em graça
Em vida, em força em luz
Céu azul
Que venha até
Onde os pés
Tocam a terra
E a terra inspira
E exala seus azuis



Caetano Veloso

Ao ler esse belíssimo poema de Caetano Veloso, você se pergunta: como a folha traga e traduz a luz do Sol? E a resposta para essa pergunta eu posso te dar em uma só palavra: fotossíntese!

A luz do sol é necessária para que a primeira fase da fotossíntese aconteça. Para entender bem o processo de captura de energia solar, começamos por compreender melhor o que é luz. A luz branca (do sol) é uma mistura de luzes de todas as cores. Na unidade anterior, vimos que misturando tintas diferentes podemos produzir cores diferentes. O somatório de todas as cores de tintas é a tinta preta, mas o somatório de todas as cores de luz é a luz branca. Para testar isso, basta observarmos um arco-íris que é o belo resultado da separação da luz do sol (branca) em todas as luzes componentes, após ter passado por gotículas de vapor d'água presentes na atmosfera em um dia de chuva.

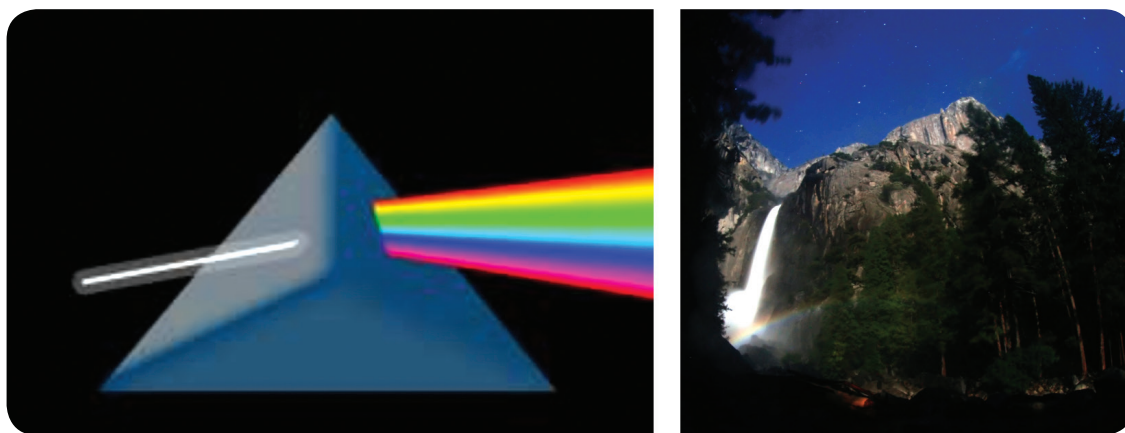


Figura 5. Um prisma promovendo a separação da luz branca em todas as cores visíveis (à esquerda). O mesmo fenômeno ocorre quando a luz do sol passa pelas gotículas de água na atmosfera depois de uma chuva ou em uma cachoeira, como mostra a foto à direita. A luz visível é uma pequena parcela da radiação luminosa que provém do Sol.

Todas as partes verdes de uma planta possuem **cloroplastos**. Os cloroplastos são verdes, pois contêm pigmentos que refletem e transmitem luz verde. É, exatamente, graças às moléculas de **clorofila** dos cloroplastos que as plantas são verdes. A clorofila é um pigmento que está presente na membrana dos tilacóides dos cloroplastos, exatamente onde a fotossíntese ocorre. Mas, vamos explicar melhor.

Cloroplastos

São organelas presentes no interior de algumas células de plantas e de outros organismos que realizam fotossíntese.

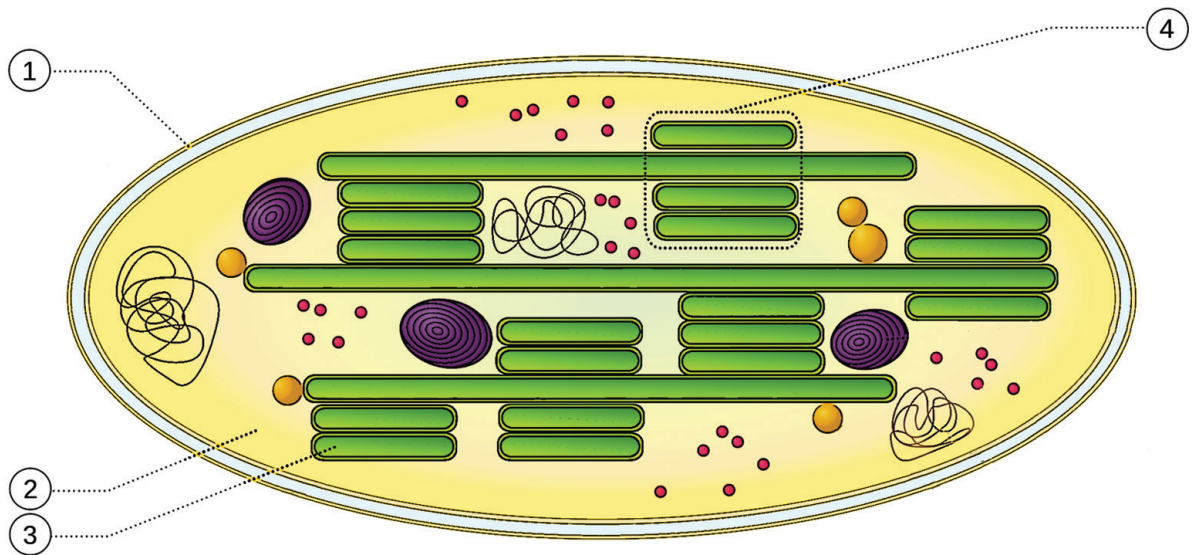
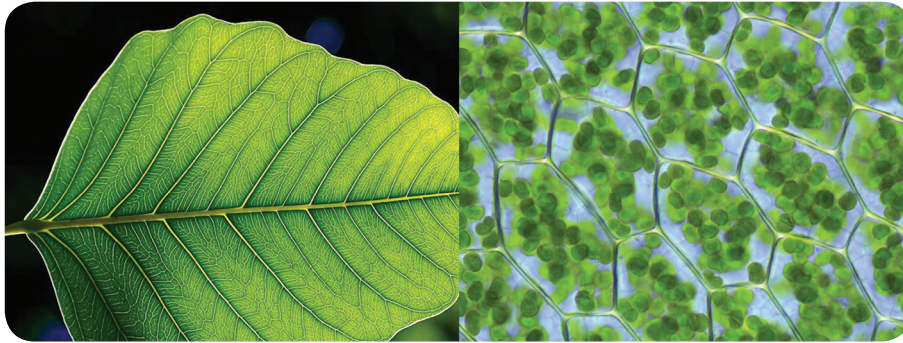


Figura 6. Os cloroplastos promovem a coloração verde das folhas e da planta. É nas folhas que a maior parte da fotossíntese ocorre. Cada célula vegetal contém de 10 a 100 cloroplastos. Na fotografia ao microscópio, podemos observar os cloroplastos de cada célula. A seguir, podemos ver um esquema da estrutura interna de cada um dos cloroplastos de uma célula, com algumas de suas estruturas. As mais importantes são: 1 – membrana do cloroplasto. 2 – estroma (fluido aquoso em que as estruturas estão mergulhadas). 3 – tilacóide (estruturas achatadas verdes que contêm a clorofila). 4 – grana (pilhas de tilacóides).

A luz do sol (**fótons**) é uma partícula que “caminha” pelo espaço como se fosse uma onda. Essa onda, quando decomposta, apresenta diferentes comprimentos (ou extensões), dependendo de sua energia. Cada cor que vemos no arco-íris, por exemplo, possui um comprimento de onda diferente, sendo o vermelho o menor dentre essas cores, o que significa que essa coloração tem maior energia.

Os fótons, então, penetram nas folhas das plantas em três comprimentos de onda principais: o verde, o vermelho e o azul. Os comprimentos que não são absorvidos pela clorofila são na faixa do verde. Eles são refletidos e é por isso que essa é a cor que podemos ver. A casca da maçã vermelha absorve o comprimento de onda azul, mas reflete o vermelho, por isso vemos a casca dessa cor.

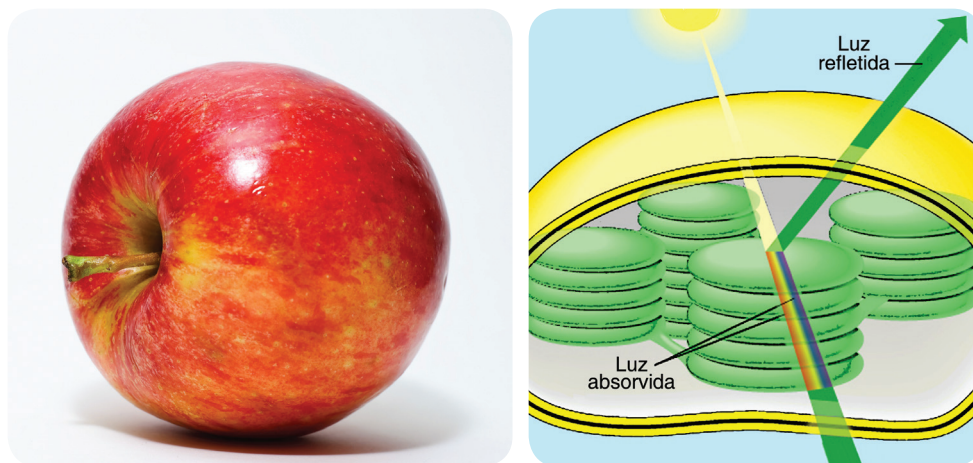


Figura 7. A casca da maçã absorve outros comprimentos de onda e reflete apenas o vermelho, portanto é assim que a vemos. Dentro dos cloroplastos, o pigmento clorofila reflete o comprimento de onda verde, enquanto usa o vermelho e o azul como energia para fabricar moléculas grandes.

As plantas conseguem energia absorvendo fótons de certos comprimentos de onda. Dentre os absorvidos, estão o azul (principalmente) e o vermelho. Quanto maior a absorção do comprimento de onda, maior a energia disponível para a planta. Com a absorção, a planta consegue energia para sintetizar as moléculas grandes. Por outro lado, o comprimento de onda verde não é absorvido, é refletido, dando às plantas, a cor verde.

Em países frios, existe uma redução na produção de clorofila no outono. Dessa forma, apenas outros pigmentos (que refletem luz vermelha ou amarela) persistem nas células das plantas, como mostra a Figura 8. Plantas e algas de outras cores também são reflexos de outros pigmentos que não a clorofila.



Figura 8. Detalhe de vegetação que no outono perde a cor verde, pela baixa produção de clorofila quando o clima começa a esfriar. Só conseguimos observar isso realmente em regiões mais frias. No inverno, as plantas de países mais frios praticamente não crescem por não fazerem fotossíntese.

Seção 3

Detalhes químicos do processo

Na fotossíntese, seis moléculas do gás carbônico (da atmosfera) e seis moléculas de água (retiradas principalmente do solo, por isso é importante regar as suas plantinhas) são convertidas em uma molécula de glicose ($C_6H_{12}O_6$) e em seis moléculas de gás oxigênio, as quais são liberadas para a atmosfera.

A fórmula de conversão da fotossíntese é a seguinte.



A fotossíntese é um processo metabólico que pode ser dividido em duas fases distintas. A primeira é a fase fotoquímica, antigamente chamada fase clara, pois depende da luz para ocorrer, ou seja, envolve a captura da energia solar. A segunda parte é a chamada etapa química, pois sua ocorrência independe das condições luminosas.

Na primeira etapa, quando uma molécula de clorofila absorve um fóton, ela perde um elétron. O elétron é encaminhado para uma **cadeia de transporte de elétrons**. Ao passar pela cadeia, energia suficiente é gerada de forma a transformar uma molécula de adenosina difosfato (ADP) em adenosina trifosfato (ATP) – calma, já vamos explicar o que é isso. A molécula de clorofila recupera o elétron perdido a partir de uma molécula de água: para isso ela é quebrada e oxigênio é liberado. É importante você saber que todas essas reações envolvem a participação de uma enzima determinada que faz o papel de acelerador da reação química.

Cadeia de transporte de elétrons

É uma sequência de reações químicas que transferem o elétron de um composto doador para um composto receptor. Um gradiente de prótons (íons H^+), então, é criado para gerar energia na forma de moléculas de ATP.

A etapa fotoquímica da fotossíntese obedece à seguinte fórmula:



NADP

É uma molécula que funciona como um cofator de diversas reações químicas nos seres vivos, por suas propriedades de ceder e aceitar um próton (átomo de hidrogênio que perdeu um elétron).

Vamos voltar ao ATP. O ATP é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia entre as ligações dos fosfatos. Ele varia, das formas com 2 fosfatos (ADP – adenosina difosfato, menos energética) para a forma com 3

fostatos (ATP – adenosina trifosfato, mais energética). Repare que a etapa fotoquímica gera moléculas de ATP, a partir de molécula de ADP com a adição de um fósforo (Pi). A ligação do terceiro fósforo com o ADP (que já tem dois fósforos) requer muita energia para ser feita. Por outro lado, a reação libera muita energia quando é quebrada. Por isso, dizemos que o ATP é a moeda energética dos organismos, uma vez que quando estão precisando de energia, ATP é degradado em ADP. Quando temos energia sobrando, moléculas de ATP são formadas.

Já a etapa química e independente da luz solar tem a fórmula a seguir:



Nessa etapa, uma enzima chamada de Rubisco captura CO_2 da atmosfera e usa o NADPH para formar moléculas orgânicas com três átomos de carbono. Essa conversão de várias moléculas de um carbono (CO_2) em uma molécula grande de três carbonos ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) é realizada em uma sequência de reações químicas chamada **ciclo de Calvin**.

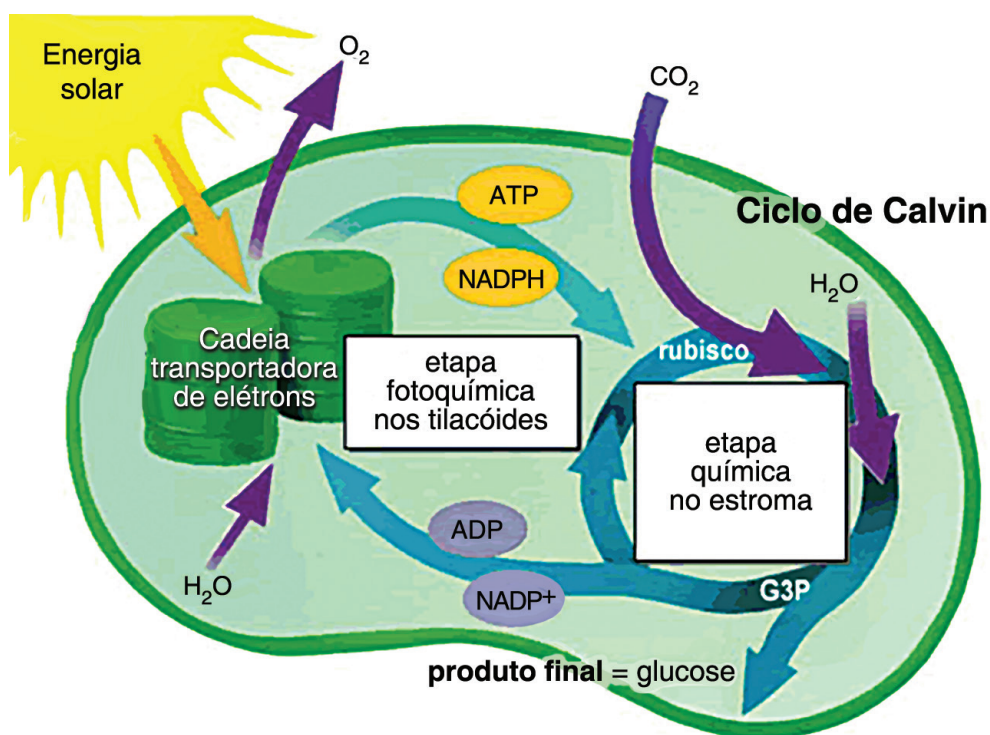


Figura 9. As duas etapas (fotoquímica e química) da fotossíntese e a localização de suas ocorrências. As estruturas verdes são as tilacóides.

Em seguida, moléculas grandes são combinadas para formar moléculas orgânicas ainda maiores, como o amido, a celulose, açúcares, entre outras que as plantas necessitam no dia a dia. E não só as plantas aproveitam essa energia solar capturada e convertida em energia química, mas também aqueles que se alimentam das plantas (animais herbívoros) e os que se alimentam deles (carnívoros) e os que se alimentam desses últimos, e assim vai...

É importante você observar que as moléculas de ATP formadas na etapa fotoquímica da fotossíntese são usadas na etapa seguinte para formar as moléculas orgânicas, durante o ciclo de Calvin. Isso significa que não existe formação de energia extra para suas necessidades diárias. O processo que irá fabricar essa energia é a respiração celular, o qual você conhecerá logo a seguir.

Outra coisa fundamental deste processo é que, como disse, os organismos fotossintéticos capturam CO_2 da atmosfera para realizar a etapa química, na qual eles convertem esse gás carbônico em compostos orgânicos que os demais organismos podem usar em seu anabolismo. São as moléculas grandes formadas pela fotossíntese que servem de nutriente para que os demais seres, que não são fotossintéticos, sintetizem outras moléculas importantes nos seus organismos. Em outras palavras, são os “esqueletos” de carbono desta produção da fotossíntese que vão construir todo o nosso corpo!

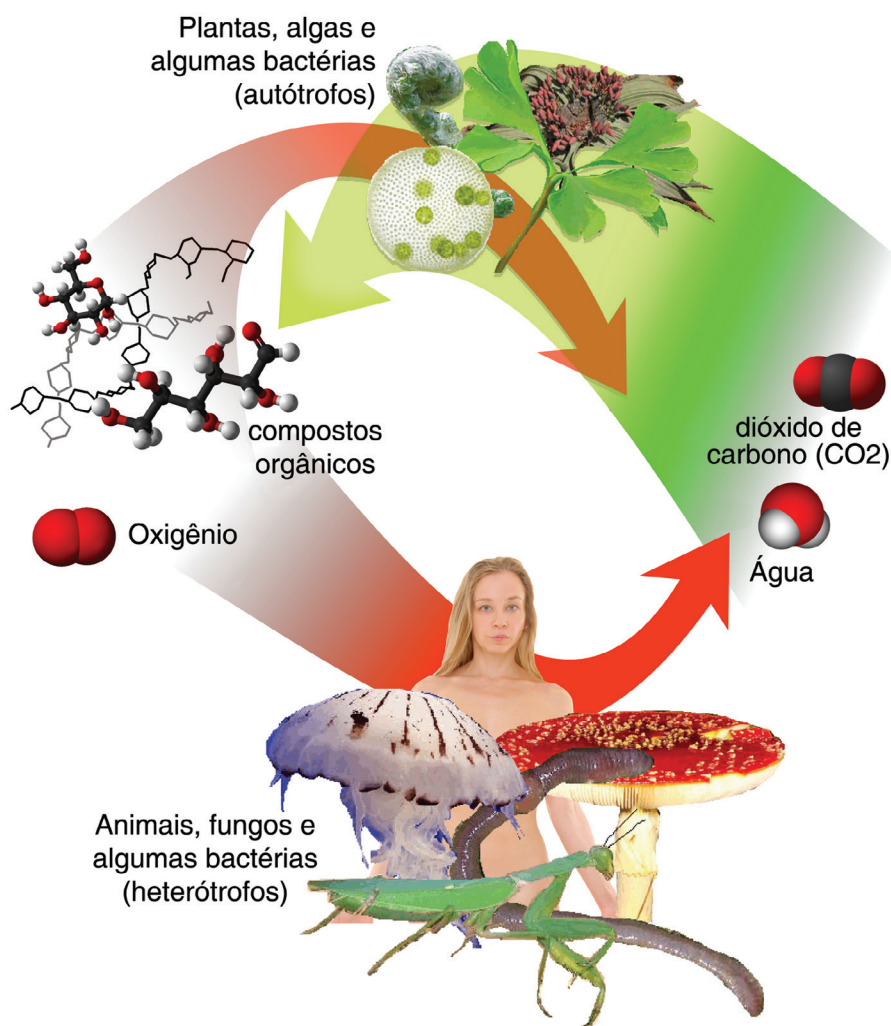


Figura 10. A seta verde da figura indica a produção de moléculas orgânicas pelos organismos autotróficos (plantas, algas e algumas bactérias), pela fotossíntese. A seta vermelha é a quebra dos alimentos (compostos orgânicos) para produzir energia para o metabolismo, pela respiração celular.



Multimídia

Para te ajudar a visualizar este processo de fotossíntese que estamos descrevendo nas páginas anteriores, veja as seguintes animações:

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=44886>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=46181>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47411>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47412>

<http://bee.cederj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=45776>



Atividade

2

Verdadeiro ou falso?


() Os cloroplastos são organelas que produzem energia para a planta realizar suas atividades celulares.

() Durante o processo de fotossíntese, moléculas de água e gás carbônico são utilizadas para produzir glicose e gás oxigênio.

() Algumas das etapas da fotossíntese são chamadas: glicólise e ciclo de Calvin.

() A fotossíntese pode ser dividida em duas fases: uma dependente da luz e outra que independe desta.

() Todos os seres fotossintetizantes são vegetais.



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Seção 4

A respiração celular

Nós nos alimentamos de plantas e de outros animais, não é? Quando comemos um bife com arroz, feijão e salada, estamos ingerindo moléculas como as proteínas, as gorduras e açúcares. Estas moléculas funcionam, no nosso organismo, como esqueletos de carbono, que podem ser quebrados para nos dar energia ou serem reaproveitados para a síntese de outras moléculas que nosso corpo estiver precisando. Uma das etapas deste processo de gerar energia a partir de quebra de moléculas obtidas pela alimentação nos organismos aeróbicos é a respiração celular.

A respiração celular é uma troca em que oxigênio é consumido para quebrar o alimento e produzir gás carbônico e água. É importante você lembrar que as plantas também fazem a mesma respiração celular para conseguir energia. Entretanto, os animais ingerem o alimento a ser quebrado enquanto as plantas geram as moléculas orgânicas (na fotossíntese) a serem quebradas na respiração celular.

O oxigênio vem da atmosfera e é absorvido pelas células pulmonares durante a inspiração pulmonar, enquanto o gás carbônico é liberado na expiração pulmonar (no caso do organismo humano). No próximo módulo, você irá saber em maiores detalhes como ocorre a respiração pulmonar. Já as plantas podem utilizar o oxigênio de seus tecidos, produzido na fotossíntese, ou o absorver da atmosfera.

A fórmula geral da respiração celular é



Amazônia é o pulmão do mundo?

Na fotossíntese, existe uma troca de gases atmosféricos (gás carbônico entra e oxigênio sai) dentro da planta. No interior de nossos pulmões, essa troca também ocorre. Quando inspiramos, absorvemos ar atmosférico rico em oxigênio, esse gás é incorporado nas células pulmonares que estão saturadas de gás carbônico resultante da respiração celular. E ocorre uma troca. O gás carbônico é liberado na nossa expiração.

Nesse sentido, as plantas, por meio da fotossíntese, funcionariam como a expiração da nossa respiração pulmonar: um pulmão para o planeta, pois o gás carbônico atmosférico é incorporado e o gás oxigênio é liberado. Por isso, algumas pessoas até dizem que a Amazônia é o pulmão do mundo. Mas isso não é verdade.



Importante



A Amazônia é um bioma muito importante, pois abriga milhares de espécies endêmicas, ou seja, que habitam somente ali. Além de ser uma floresta linda e de abrigar muitas espécies, o Rio Amazonas é o maior reservatório de água doce no estado líquido do mundo. Aliás, o Brasil também abriga o maior reservatório subterrâneo de água, o aquífero Guarani, no Sul do Brasil e no Paraguai.

Entretanto, as plantas também fazem a respiração celular, ou seja, elas produzem oxigênio, mas também o consomem, como a gente. Por isso, o pulmão do mundo está, na realidade, nos oceanos e são as cianobactérias que, na realidade, prestam esse serviço inestimável para a gente.

A fórmula geral da respiração celular é



Ou seja:

Glicose + Oxigênio => Gás Carbônico + calor

Saiba Mais

Repare, então, como, na Natureza, as coisas se transformam em um ciclo. Os compostos gerados na fotossíntese são os usados na respiração celular, e vice-versa!

Para quebrar cada molécula de glicose, o organismo deve usar 2 moléculas de ATP que já têm de estar formadas anteriormente. Entretanto, ao final do processo são sintetizadas novas 38 moléculas de ATP. O que quer dizer que o ganho líquido na respiração celular é de 36 ATP!

Repare que esta é a fórmula da respiração celular aeróbica, ou seja, usando oxigênio. Quando o oxigênio está presente, o restante da respiração celular vai ocorrer na mitocôndria. As reações subsequentes formam o chamado **ciclo de Krebs** ou **ciclo do ácido cítrico**. Esse ciclo se inicia com o *piruvato*, molécula formada durante a glicólise, que é transformado em *Acetil-Coenzima A*.

As coenzimas são moléculas que ativam enzimas. Essa coenzima, então, vai reagir com o *oxaloacetato*, uma molécula que já foi formada no ciclo de Krebs. Uma longa sequência de reações irá promover a quebra do *piruvato* e a geração de 36 moléculas adicionais de ATP, que serão armazenadas para quando o organismo venha a precisar de energia.

Existe também um outro tipo de respiração celular, que pode acontecer na ausência de oxigênio. O nome do processo, em geral, é fermentação, e ele é o que proporciona energia a alguns microorganismos, como as leveduras que participam da produção da cerveja e do pão (mas isso é papo para uma outra unidade...). Acontece que, na gente, em condições específicas, também pode acontecer fermentação – a fermentação láctica.

Funciona mais ou menos assim: por algum motivo, nossos músculos, por exemplo, são demandados a fazer tanto esforço que precisam de uma forma mais rápida do que a respiração celular que acontece na mitocôndria, com oxigênio, para gerar energia.

Nesses casos, a via metabólica para gerar energia que é acionada é a fermentação, por um processo chamado glicólise.

A glicólise consiste em quebra de uma molécula de glicose (glico=açúcar; lise = quebra). Na glicólise, uma série de reações acontecem até se chegar ao piruvato, que, como mencionamos, é incluído no ciclo de Krebs e será oxidado para gerar energia na mitocôndria – ou seja, um pedaço da glicólise e da respiração celular aeróbica são comuns. A diferença acontece quando, na ausência de oxigênio, o piruvato continua na via da glicólise, e é convertido em um composto chamado ácido láctico, ou lactato. O lactato, quando acumula nos nossos músculos, pode nos dar a sensação de cimbra.

Com a glicólise, o saldo da reação de quebra da glicose é de apenas 2 ATP. Ou seja, na respiração anaeróbica (sem oxigênio) são gastos os mesmos 2 ATP e gerados apenas 4 para cada molécula de glicose quebrada.

A capacidade de usar oxigênio na respiração celular para gerar grande quantidade de energia conferiu a muitos seres vivos a possibilidade de aumentar consideravelmente de tamanho e de também ocupar outros espaços no planeta.



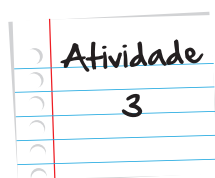
Indicamos as seguintes animações para te ajudar a compreender o que é e como funciona a respiração celular:

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47509>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=24413>

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47540>

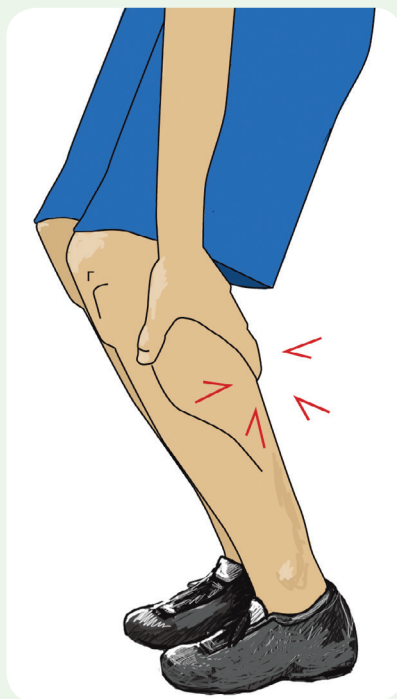
<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47543>



Ai, que câimbra!

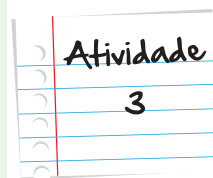
Você já reparou quando está exausto, o corpo e as pernas começam a falhar?

O dia para João, um pedreiro, foi cheio: acordou cedo, foi para o trabalho de trem, andou até o serviço, ficou o dia inteiro trabalhando no Sol. Quando estava voltando para casa, dessa vez de ônibus, deu aquela corridinha para pegá-lo e... Câimbra!



João sentiu uma dor grande na perna após um exercício leve... Mas também pudera! Gastou tanta energia o dia todo!

Qual a relação entre a câimbra e os processos de respiração celular na presença e na ausência de oxigênio? Em outras palavras, por que via João gerou energia durante todo o seu dia de trabalho e agora no final do dia, quando correu para pegar o ônibus?



Lembre-se:
faça em uma
folha à parte

Bom, como você viu, tanto o processo de fotossíntese quanto o de respiração celular envolvem partes das células, chamadas cloroplastos (nos seres fotossintéticos) e mitocôndrias, respectivamente.

Além dessas organelas, a célula apresenta outras que exercem as mais variadas funções. Curiosa(o)? Na próxima unidade, você vai aprender um pouco mais sobre isso!

Resumo

- As enzimas proteicas são responsáveis pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema biológico por meio de reações metabólicas, divididas no anabolismo e no catabolismo.
- Pelo anabolismo, as moléculas pequenas se unem formando moléculas maiores, o que é custoso energeticamente, pois existe uma energia necessária para a nova ligação química ocorrer. Tal energia vem do catabolismo, que são as reações que promovem a quebra de moléculas grandes em moléculas menores. Com o rompimento da ligação química de moléculas grandes, a energia da ligação é liberada e pode ser armazenada para uso, nas reações anabólicas.
- As plantas e as algas verdes são organismos autotróficos, mais especificamente fotoautotróficos, pois necessitam da luz (=foto) solar para conseguir produzir tais moléculas.

- Os animais, por outro lado, precisam se alimentar para conseguir diretamente as moléculas grandes e por isso são chamados heterotróficos.
- A fotossíntese é o processo responsável pela energia que promove a construção dos organismos, de forma direta (plantas, algas e cianobactérias) e, de forma indireta (animais que se alimentam de plantas e de outros animais).
- A luz do sol é necessária para a primeira fase da fotossíntese. Os fótons penetram nas folhas das plantas em três comprimentos de onda principais, o verde, o vermelho e o azul. Os comprimentos de ondas que não são absorvidos são refletidos. Os comprimentos de onda refletidos promovem a cor que vemos nas plantas. Os absorvidos são usados para gerar energia e moléculas construtoras do corpo das plantas.
- A respiração celular é uma troca em que oxigênio é consumido para quebrar o alimento e produzir gás carbônico, água e energia..
- Na respiração aeróbica (com oxigênio), são sintetizadas novas 38 moléculas de ATP para cada molécula de glicose quebrada com gasto de 2 moléculas de ATP no processo (saldo de 36 ATP). Na respiração anaeróbica (sem oxigênio – a glicólise), são gastos os mesmos 2 ATP e gerados apenas 4 ATP para cada molécula de glicose quebrada (saldo de 2 ATP no processo)..
- Todos os animais e todas as plantas (além de muitos outros organismos) fazem a respiração celular quando precisam de energia. A diferença é apenas na fonte de compostos orgânicos para os grupos.

Imagens



- André Guimarães



- Fonte: Autora Claudia Russo.



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg. Fonte: conteúdo livre.



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Uncut_grass.jpg. Autor: Jeremy C. Schultz.



- Fonte conteúdo livre. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Vaca2.jpg>.



- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Woman_redhead_natural_portrait_1.jpg.



- <http://www.flickr.com/photos/cidadevazia/2774452175/> – Gustavo Mandú.



- Fonte: conteúdo livre. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Prisma.jpg>.



- Fonte: Autor Brocken Inaglory. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Moonbow_at_lower_Yosemite_fall.jpg.



- Fonte: Domínio público. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leaf_1_web.jpg.



- Fonte: Autor GFDL. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plagiomnium_affine_laminazellen.jpeg.



- Fonte cloroplasto: autor: SuperManu. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chloroplast.svg>.



- Fonte: (maçã, conteúdo livre) http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Red_Apple.jpg.



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Auto-and_heterotrophs.png Autor: Mikael Häggström.



- <http://www.flickr.com/photos/pnash/6985861739/> – Pacific Northwest Safety and Health Center.



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Anavilhanas1.jpg>.



- <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.



- http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Atividade 1

A afirmação é verdadeira: nós, humanos, também dependemos da energia solar para a construção e manutenção do nosso corpo.

A energia solar captada pelos vegetais é transformada em glicose através de processo de fotossíntese; em outras palavras, a energia física (luz) é transformada em energia química (a molécula de glicose). Essa molécula de açúcar é usada para a construção do corpo vegetal.

Ao nos alimentarmos dos vegetais (ou de animais herbívoros, como as aves), nós estamos usando essa mesma energia química para produzirmos as moléculas que nos dão energia e constroem o nosso corpo.

Atividade 2

(F) Os cloroplastos são organelas que produzem moléculas de glicose.

(V)

(F) A glicólise não faz parte do processo de fotossíntese.

(V)

(F) Outros grupos de seres vivos além dos vegetais fazem fotossíntese. Um exemplo deles são as cianobactérias e as algas.

Atividade 3

As mitocôndrias de nossas células musculares realizam o processo de respiração para produzir energia. Neste, elas utilizam o gás oxigênio e a glicose, que provêm do sangue.

No entanto, quando a necessidade energética é muito alta, o oxigênio que chega não é suficiente e as células têm de produzir energia através de outro processo que não utiliza o O₂ (ou seja, ele é anaeróbico). O resultado desse processo, nas células humanas, é uma substância chamada ácido lático que, quando se acumula no músculo, gera a cãibra.

Sendo assim, João sentiu câimbra porque seus músculos, ao longo do dia, demandaram muita energia e, por isso, suas células musculares precisaram produzir energia através do processo anaeróbico. Durante a sua corridinha até o ônibus, mais uma vez esse processo predominou e o nível de ácido lático muscular chegou a um ponto que gerou a dor característica da câibra.



Saiba Mais

- O livro “Microcosmos”, escrito, inclusive, por Lynn Margulis, criadora da Teoria endossimbiótica, fala sobre a evolução da vida a partir de uma perspectiva microbiana. É uma leitura bastante recomendada!

“Microcosmos”. Lynn Margulis & Carl Sagan. 2004. 1ª edição, Editora Cultrix.

- Mais um pouquinho mais sobre a evolução das células e a teoria endossimbiótica? Então, leia:

<http://super.abril.com.br/ciencia/bacterias-amebas-fungos-planeta-microbios-439611.shtml>

- Vamos fazer um experimento sobre a fotossíntese? Entre nessa página e siga as instruções corretamente.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=16&SEM+CLOROFILA+NADA+DE+FOTOSSINTESE>

Respostas
das
Atividades



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2011)

Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- a. Como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- b. Pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- c. Como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos
- d. Pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- e. Pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

Gabarito: Letra B.

Comentário: Algumas células, como a de algumas bactérias e fungos, não fazem respiração celular, a qual utiliza oxigênio e açúcares para produzir energia. Algumas delas produzem energia a partir de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas, processo chamado quimiossíntese. Dependendo de qual substância química é metabolizada pela célula, o metano pode ser formado ao final desse processo.

Questão 2 (ENEM 2009)

A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO_2), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os fotossintetizantes, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO_2 para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- a. O CO_2 e a água são moléculas de alto teor energético.
- b. Os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- c. A vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- d. O processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- e. A produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO_2 atmosférico.

Gabarito: Letra C.

Comentário: A energia física (luz) é captada pelos seres fotossintetizantes e, através, da fotossíntese, transformada em energia química. Essa dinâmica é o ponto inicial para uma cadeia de processos que culminam na construção das moléculas que constituirão os corpos dos seres vivos. E isso é válido tanto para aqueles que produzem inicialmente a energia química, quanto para os que se alimentarão posteriormente desses seres.

Questão 3 (ENEM 2007)

Ao beber uma solução de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), um corta-cana ingere uma substância

- a. Que, ao ser degradada pelo organismo, produz energia que pode ser usada para movimentar o corpo.
- b. Inflamável que, queimada pelo organismo, produz água para manter a hidratação das células.

- c. Que eleva a taxa de açúcar no sangue e é armazenada na célula, o que restabelece o teor de oxigênio no organismo.
- d. Insolúvel em água, o que aumenta a retenção de líquidos pelo organismo.
- e. De sabor adocicado que, utilizada na respiração celular, fornece CO₂ para manter estável a taxa de carbono na atmosfera.

Gabarito: Letra A.

Comentário: A molécula de glicose é degradada pelas células, mais especificamente pelas mitocôndrias, através do processo de respiração celular. Ao final deste, moléculas de ATP são produzidas, as quais são consideradas moléculas de energia, pois são os processos metabólicos celulares só ocorrem se elas estiverem presentes.



Atividade extra

Questão 1

Organismos que podem gerar seu próprio alimento usam uma fonte de energia alternativa, como o sol.

Como exemplo de seres autotróficos, podemos citar:

- a. tigres e onças.
- b. vacas e ovelhas.
- c. plantas e vegetais.
- d. baleias e golfinhos.

Questão 2

Organismo que não possui a capacidade de gerar seu próprio alimento deve se alimentar para conseguir moléculas grandes.

Estes organismos são conhecidos como:

- a. canibais.
- b. omnívoros.
- c. autotróficos.
- d. heterotróficos.

Questão 3

A luz do sol é necessária para que a primeira fase da fotossíntese aconteça.

Qual é o nome dado as organelas (pequenos compartimentos) presentes no interior de algumas células de plantas e de outros organismos que realizam a fotossíntese?

- a. Retículo endoplasmático
- b. Complexo de Golgi
- c. Mitocôndrias
- d. Cloroplastos

Questão 4

O nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia entre as ligações dos fosfatos é conhecido como adenosina trifosfato.

Qual é a sigla para este nucleotídeo?

- a. ADP
- b. ATP
- c. NADP
- d. NADPH

Questão 5

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos. Este por sua vez é formado por fosfato, pentose e base nitrogenada.

Quais são os nomes das quatro bases nitrogenadas?

Questão 6

As primeiras moléculas autorreplicadoras de RNA passavam suas características, incluindo a capacidade reprodutiva, para suas moléculas descendentes. Mais tarde, organismos complexos adquiriram mutações e desenvolveram novos conjuntos de funções biológicas além da reprodução.

Enquanto o DNA passou a ter um papel central na herdabilidade e na mutabilidade, que classe de substâncias ficou responsável pela manutenção (homeostase) e pela reprodução do sistema?

Questão 7

Uma propriedade importante dos sistemas biológicos, ou seja, dos organismos que regulam o seu ambiente interno de forma a mantê-lo estável e funcionando é atingida com a ação de enzimas proteicas que funcionam como as operárias dos sistemas biológicos.

Essa propriedade é conhecida como:

- a. metabolismo.
- b. catabolismo.
- c. homeostase.
- d. anabolismo.

Questão 8

Um organismo requer fluxo constante de energia para sobreviver e proliferar. De um ponto de vista energético, as reações químicas podem ser divididas em dois grupos básicos e complementares.

Formam o conjunto das reações metabólicas do organismo o:

- a. anabolismo e catabolismo.
- b. metabolismo e anabolismo.
- c. catabolismo e metabolismo.
- d. heterotrofismo e Autotrofismo.

Questão 9

As plantas não se alimentam como os animais, mas elas conseguem energia para as reações anabólicas.

O processo pelo qual elas conseguem tal feito é pelo:

- a. catabolismo.
- b. fotossíntese.
- c. anabolismo.
- d. homeostase.

Questão 10

A fotossíntese é o combustível que mantém a diversidade biológica.

Os organismos fotossintéticos conseguem fabricar moléculas grandes por meio de outros tipos de energia e por isso são chamados:

- a. heterotróficos.
- b. autotróficos.
- c. catabólicos.
- d. anabólicos.

Gabarito

Questão 1

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐

Questão 2

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☐ ☒

Questão 3

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☐ ☒

Questão 4

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☒ ☐ ☐

Questão 5

Adenina, Timina, Citosina e Guanina.

Questão 6

As Enzimas proteicas.

Questão 7

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐

Questão 8

- A** **B** **C** **D**
- ☒ ☐ ☐ ☐

Questão 9

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☒ ☐ ☐

Questão 10

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☒ ☐ ☐



Membrana e organelas celulares

Fascículo 3
Unidade 8

Membrana e organelas celulares

Para início de conversa...

Cada um no seu quadrado...

Se você já morou em uma vila ou em uma cidade pequena, com famílias diversas, uma morando próxima às outras, vai entender bem o que eu vou comentar agora.

Já ouviu o seu vizinho brigando com o filho porque ele não quer estudar? Eu já. E nessa briga, para tentar amenizar o castigo, meteu-se a avó do menino. E começou o bate-boca, no qual também entrou a mãe da criança.

A coisa ficou feia e a vizinhança começou a tocar na casa da família, mas o patriarca não deixou ninguém passar pela porta. De dentro de sua casa, ele gritou para quem quisesse ouvir:

“- Cada um no seu quadrado, minha gente! No meu, só entra quem eu convido.”

Que bom que a casa dele tem muros e porta! Imagina se não tivesse?! A discussão, inicialmente pequena, não ia ter fim e a desordem seria total.

Mas você pode se perguntar: o que essa “fofocagem” tem a ver com a unidade? Eu respondo: na célula, seja ela procarionte ou eucarionte, ocorre a mesma situação.

Uma célula, assim como uma casa, para se tornar individualizada, precisa que algo delimite o seu espaço interno. Na casa, as paredes e as portas exercem essa função e, na célula, é a membrana plasmática quem a separa do ambiente externo.

Dentro da célula, ainda, há diversas estruturas cujas atividades objetivam a manutenção da vida celular. Essas são as organelas, que estão mergulhadas em um líquido celular, chamado citoplasma.



Figura 1: Uma casa, assim como a célula, é individualizada das outras ao seu redor. Na célula, no entanto, quem exerce essa função não é a parede e as portas e sim, a membrana plasmática.

Nessa unidade, você vai adentrar no mundo celular, conhecendo a composição e o funcionamento da membrana, e das organelas citoplasmáticas. Então se prepare para uma viagem ao mundo microscópico!

Objetivos de aprendizagem

- Reconhecer as principais características componentes das membranas biológicas;
- Identificar as diferentes organelas celulares com base em suas características funcionais e morfológicas.

Seção 1

Ao redor da célula, uma membrana

Como você sabe, as células organizam-se, formando tecidos, que, por sua vez, organizam-se dando origem aos órgãos. E embora as células trabalhem em conjunto para o correto funcionamento dos órgãos no organismo, cada célula mantém-se como um indivíduo único. Mas como isso é possível?

A individualização celular dá-se graças à membrana plasmática, que envolve as células, definindo seus limites e permitindo que cada unidade seja distinguida do meio ao seu redor.

Além de garantir a individualidade da célula, a membrana plasmática é responsável pela organização dos compartimentos internos e é muito importante para **sua** proteção e comunicação com o meio externo, e com outras células, controlando a entrada e saída de diversas substâncias.

Nesta seção, você vai conhecer os principais componentes da membrana plasmática, entender qual a importância dessa estrutura para a célula e como permite que ela se comunique com o meio ao seu redor.

Estrutura da membrana plasmática

Na década de 1970, os pesquisadores Singer e Nicolson propuseram um modelo de membrana plasmática que é o mais aceito até os dias de hoje e é denominado *Modelo do Mosaico Fluido*. Um mosaico é uma estrutura composta por diversas peças justapostas, ou seja, uma colocada do lado da outra.

Assim, segundo os cientistas, é a membrana plasmática. Ela seria formada por uma dupla camada de lipídeos (bica-mada lipídica), onde estão “encaixadas” moléculas de proteínas. As proteínas não teriam posição fixa e sim, seriam capazes de se deslocar ao longo dessa estrutura. Por isso, a denominação de mosaico “fluido”, já que as estruturas possuiriam movimentos livres (Figura 2).

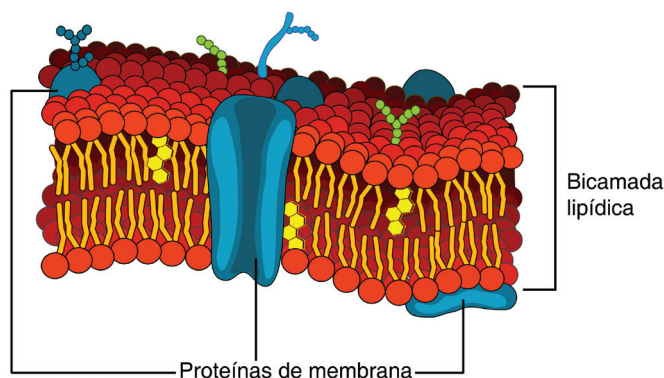


Figura 2: Segundo o modelo do mosaico fluido, diversos tipos de proteínas (na imagem, em azul ou verde) estariam entremeados na bicamada de lipídeos, podendo se deslocar livremente ao longo da estrutura.

Mas quem são e como se organizam os principais componentes das membranas plasmáticas? Bem, as principais moléculas de gordura (lipídeos) que compõem a bicamada lipídica de células eucariotas são os fosfolipídeos e o colesterol. Os fosfolipídios têm a função de manter a estrutura da membrana. Eles são moléculas de gordura associadas ao fosfato, em uma estrutura com a que apresentamos na Figura 3. Parece um exagero de Química mencionar isso, mas essa é uma das coisas mais importantes das propriedades das membranas plasmáticas, que explica, inclusive, o motivo de ser uma bicamada, e não uma camada única a formá-las.

Os lipídios são moléculas apolares, o que significa, dentre outras coisas, que eles repelem moléculas de água, por exemplo, que são moléculas polares. É mais ou menos o mesmo que água e óleo, que não se misturam porque, quimicamente, se repelem. O problema é que os nossos fluidos corporais e as nossas células são repletos de água. Assim, como seria possível uma membrana que repelisse a água?

Aqui, que entra o fosfato. O fosfato é uma molécula polar e, por isso, que interage bem com a água. A ligação do fosfato com o lipídeo faz com que o fosfolipídeo formado tenha uma parte polar (que pode ficar em contato tanto com o citoplasma das células quanto com o meio extracelular) e uma parte apolar.

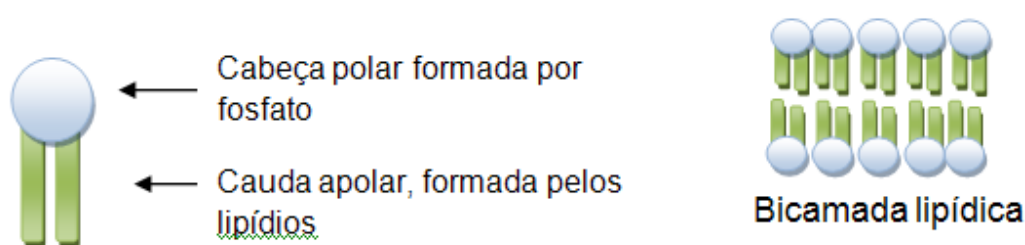


Figura 3: Estrutura básica de um fosfolipídio, composto pela cabeça polar e cauda apolar. Na formação da bicamada, as caudas apolares ficam “no miolo” da bicamada e as cabeças polares em contato com o citoplasma e com o meio extracelular.

Como já apontado, as proteínas também são partes estruturais da membrana plasmática. Elas possuem diferentes estruturas e exercem grandes variedades de funções. Dessa maneira, podem atravessar completamente a bicamada lipídica (sendo chamadas de proteínas transmembrana), ou atravessar apenas uma das camadas, ou apenas estar ancorada em um dos lados da bicamada.

O conjunto proteico da membrana pode atuar nos mecanismos de transporte, organizando verdadeiros túneis, que permitem a passagem de substâncias para dentro e/ou para fora da célula (canal de proteínas), como por exemplo, os canais que permitem a entrada de glicose na célula. Podem funcionar como receptores de membrana, encarregadas de receber sinais de substâncias que levam alguma mensagem para a célula, como por exemplo, o receptor de insulina, que ao se ligar a insulina, envia sinal para a célula de que a glicose tem que entrar. É possível ainda que favoreçam a adesão de células adjacentes em um tecido ou servir como ponto de ancoragem para o citoesqueleto

O citoesqueleto é uma parte importante da estruturação da célula: ele é formado por uma rede de filamentos de proteínas que dá forma às células, auxiliando, inclusive, no transporte das coisas dentro das células. Vamos voltar a ele mais adiante, quando estivermos falando de outras organelas.

Voltando às proteínas de membrana, existem também moléculas de açúcares (carboidratos), que podem se associar tanto às proteínas como aos lipídios, dando origem a glicoproteínas e glicolipídios, respectivamente. Essas estruturas são bastante importantes para algumas interações célula-célula, pois permitem a ligação transitória entre os açúcares e assim mantêm as células aderidas momentaneamente. Essa adesão ocorre, por exemplo, entre o espermatozoide e o óvulo, e extremamente importante para a fecundação (**Figura 3**).

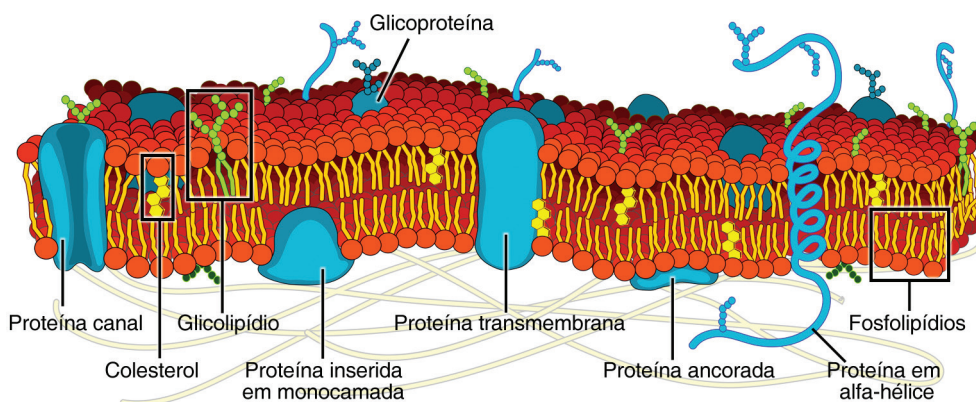
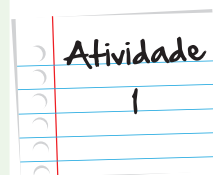


Figura 4: Distribuição dos componentes da membrana celular e os diferentes tipos de proteínas presentes nas membranas plasmáticas.

Membrana plasmática

Faça um desenho esquemático do modelo de mosaico fluido da membrana plasmática, indicando seus principais componentes. Lembre-se de identificar onde está o citoplasma (parte interior da célula) e o meio extracelular (parte exterior à célula).



Anote suas
respostas em
seu caderno

Transporte através da membrana plasmática

Se existe uma “barreira” que individualiza a células, como a célula faz para “driblá-la” e interagir com o meio ao seu redor? Bem, para que você compreenda essa dinâmica, é importante saber que a membrana plasmática é uma estrutura que permite a passagem apenas de certas substâncias químicas. Isso promove uma seleção de quem entra e quem sai da célula.

A membrana plasmática, portanto, é seletivamente permeável, uma vez que permite a passagem livre de solvente (como por exemplo, a água) e de apenas alguns tipos de solutos (partícula dissolvida, como por exemplo, sal de cozinha).

A passagem de substâncias pela membrana plasmática pode ocorrer por diferentes mecanismos, sendo os mais importantes:

- osmose;
- difusão simples;
- difusão facilitada;
- bomba de sódio e potássio;
- endocitose;
- exocitose.

Os três primeiros são classificados como transporte passivo, uma vez que ocorrem sem gasto de energia pela célula. Já os outros três são classificados como transporte ativo, pois requerem gasto de energia para acontecerem.

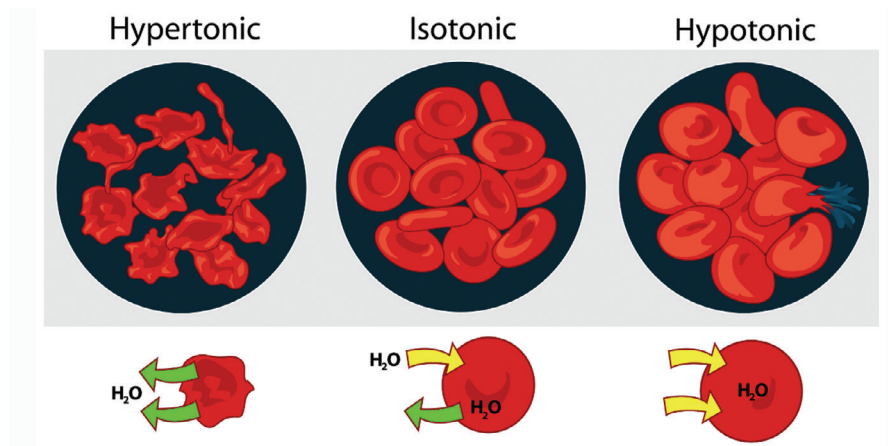
A osmose consiste na passagem de solvente de um meio menos concentrado para um meio mais concentrado. Uma solução mais concentrada, ou seja, com mais soluto do que solvente é chamada de hipertônica, enquanto uma solução menos concentrada é chamada de hipotônica.

Imagine a seguinte situação: duas soluções, uma hipertônica (mais concentrada) em relação à outra, em um recipiente no qual elas fiquem separadas por uma membrana semipermeável. O que acontecerá com o solvente?

Eu lhe respondo: por osmose, a água vai atravessar a membrana no sentido da solução hipotônica para a hipertônica até que as duas apresentem concentrações iguais, tornando-se assim *isotônicas*. A pressão com a qual a água é forçada a atravessar a membrana é chamada de *pressão osmótica* (Figura 5A).

Saiba Mais

Osmose e a deformação celular



A osmose pode provocar alterações de volume celular. Uma hemácia humana é isotônica em relação a uma solução de cloreto de sódio (sal de cozinha) a 0,9% ("solução fisiológica").

Caso ela seja colocada em um meio com maior concentração (hipertônico), perderá água e murchará. Se, no entanto, estiver em um meio mais diluído (hipotônico), absorverá água por osmose e aumentará de volume, podendo romper sua membrana (hemólise).

A difusão simples consiste na passagem de solutos de um meio mais concentrado para um meio menos concentrado. A esta diferença de concentração é dado o nome de gradiente de concentração. O processo de difusão simples é normalmente bastante lento e só vai cessar, quando se atingir um equilíbrio na concentração do soluto (Figura 5B).

Já a difusão facilitada é a passagem de solutos de um meio mais concentrado para um meio menos concentrado, através da membrana plasmática, com o auxílio de proteínas, como proteínas carreadoras e proteínas canal. Muitas moléculas importantes para o metabolismo celular entram na célula por este mecanismo, como por exemplo, a glicose, outros açúcares, algumas vitaminas e aminoácidos. Tais substâncias não conseguiriam passar pela membrana sem as proteínas facilitadoras, pois ou são muito grandes ou são insolúveis em lipídios (Figura 5C).

A bomba de sódio e potássio consiste na passagem de solutos de um meio menos concentrado para um meio mais concentrado, ou seja, ela se dá contra gradiente de concentração. O transporte dos íons sódio e potássio ocorre com as suas associações a proteínas especiais presentes na membrana plasmática, *com gasto de energia* (Figura 5D).

A proteína chamada de bomba de sódio e potássio liga-se aos íons Na^+ (sódio) e K^+ (potássio), bombeando Na^+ para fora da célula e K^+ para dentro dela. A energia para o transporte ativo vem da quebra do ATP, a nossa moeda energética, sobre a qual falamos na unidade passada.

A endocitose consiste na captação de grandes moléculas, substâncias particuladas, e em casos especiais, até outras células do meio extracelular para o intracelular. Esse transporte ocorre através de vesículas formadas pela própria membrana plasmática, podendo ser de três tipos: fagocitose, pinocitose ou mediada por receptor (Figura 5E).

A fagocitose é uma forma especial de endocitose pela qual grandes partículas, tais como microrganismos e células mortas, são ingeridas por meio de grandes vesículas endocíticas chamadas *fagossomos*. Nos *protozoários*, a fagocitose é uma forma de alimentação, entretanto, para a maioria dos animais, é principalmente executada por células especializadas, chamadas de fagócitos profissionais.

Protozoários

Organismos constituídos de uma única célula (unicelulares), encontrados tanto no ambiente como parasitando animais, situação na qual podem causar doenças.

A exocitose consiste na excreção e secreção de substâncias do meio intracelular para o extracelular, através de vesículas formadas a partir da membrana de organelas da própria célula. A secreção ocorre por meio de duas rotas, a rota secretora **constitutiva**, a qual é realizada por todas as células, sendo essencial para o fornecimento de novos componentes para a membrana plasmática e para a excreção de proteínas solúveis. A outra rota é a secretora regulada, encontrada principalmente em células especializadas, na qual proteínas solúveis e outras substâncias são inicialmente estocadas em vesículas secretoras para posterior liberação. Alguns exemplos são células que secretam hormônios, neurotransmissores e enzimas digestivas (Figura 5F).

Constitutiva

Forma parte essencial de algo.

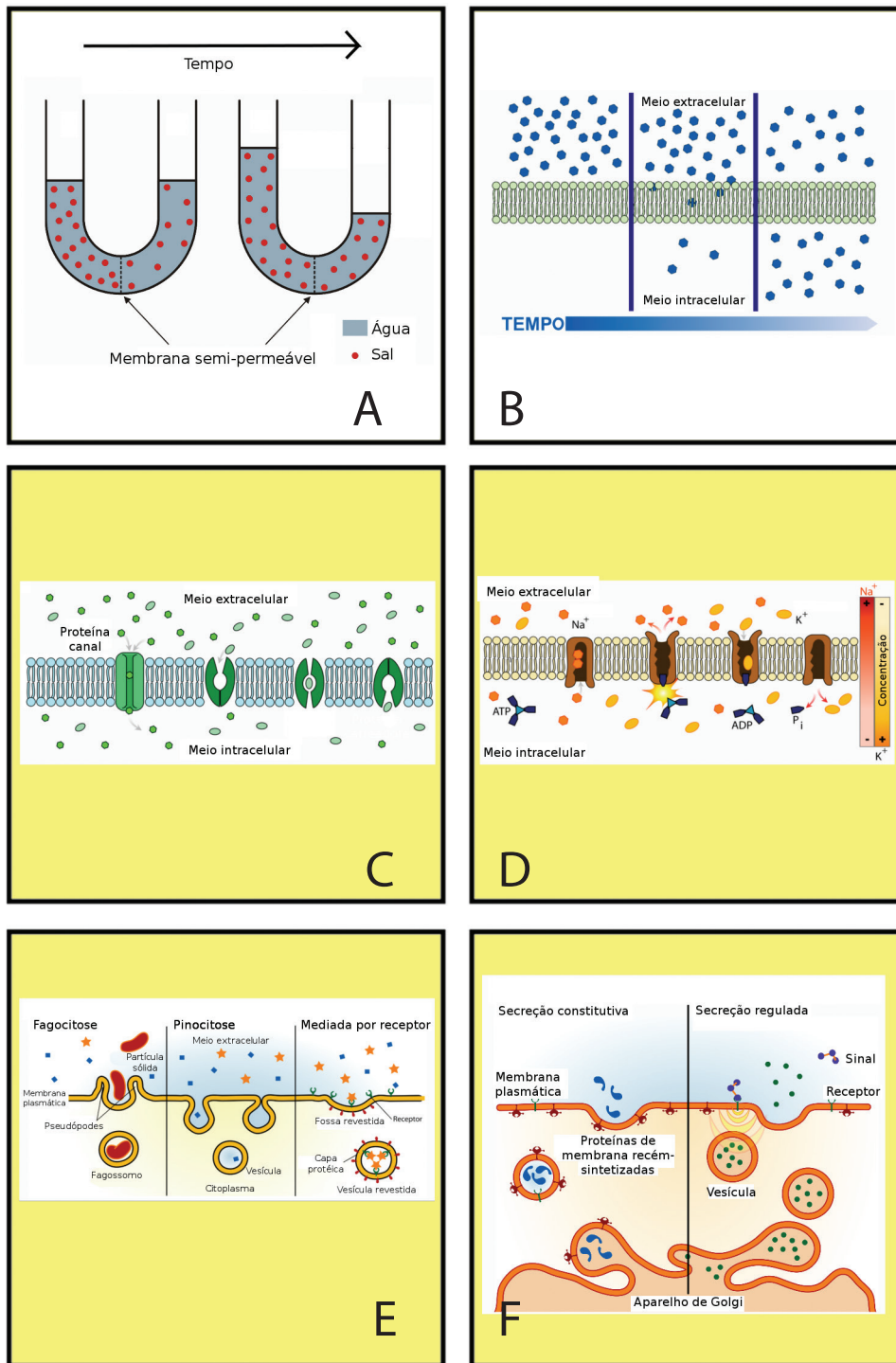
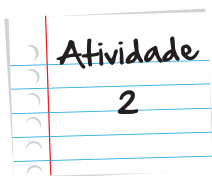
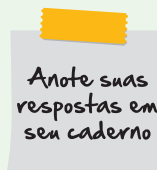


Figura 5: Diferentes mecanismos de transporte através de membranas celulares. **A)** Osmose: passagem de água do meio menos concentrado para o meio mais concentrado até que se atinja a mesma proporção água soluto (bolinha vermelha) em ambas soluções. **B)** Difusão simples: passagem de soluto (bolinhas azuis) do meio mais concentrado para o menos concentrado. **C)** Difusão facilitada: passagem de soluto (bolinhas verdes claro e escuro) do meio mais concentrado para o menos concentrado com auxílio de proteínas (canal ou carreadoras). **D)** Bomba sódio e potássio: passagem de sódio (Na^+ = bolinha laranja) e potássio (K^+ = bolinha amarela) contra gradiente de concentração, ou seja, do meio menos concentrado para o meio mais concentrado, com gasto de energia. **E)** Endocitose: captação de partículas sólidas como, alimentos, organelas e até outras células (estrutura em vermelho), com formação de vesículas a partir da membrana plasmática – o fagossomo. **F)** Exocitose: secreção de substâncias a partir de vesículas do aparelho de Golgi, como proteínas de exportação (rota constitutiva), ou hormônios e enzimas digestivas (rota regulada).



Sem comunicação não há solução!

A membrana plasmática que delimita as células permite a passagem seletiva de substâncias do meio extracelular para o meio intracelular e vice-versa. Cite três exemplos de mecanismos de transporte de substâncias pela membrana plasmática, identificando-os como passivo ou ativo e definindo pelo menos um deles.



Seção 2

Diga-me o que tens e te direi quem és...

Como você viu na seção anterior, as membranas celulares são muito importantes para proteger e permitir a comunicação entre as células, controlando a entrada e saída de diversas substâncias. Mas o que acontece no interior da célula depois que substâncias entram? E por que substâncias saem da célula?

As células eucarióticas possuem diversos compartimentos internos, envoltos por membranas biológicas semelhantes à membrana plasmática. Esses compartimentos são chamados de organelas. Cada organela possui uma estrutura e função única, o que permite à célula realizar todas as suas funções básicas: respirar, alimentar-se, manter suas próprias estruturas.

Nesta seção, você vai conhecer as principais organelas celulares, aprender sua morfologia e entender como elas funcionam.

Retículo endoplasmático

O retículo endoplasmático é uma organela exclusiva de células eucariontes, sendo constituído por uma rede de túbulos e vesículas achatadas e interconectadas, que se comunica com o núcleo.

Existem dois tipos de retículos, classificados de acordo com a presença ou ausência de ribossomos em sua superfície externa (voltada para o citoplasma): rugoso (também chamado granular) ou liso (também chamado agranular), respectivamente.

O retículo endoplasmático rugoso (RER), também chamado de ergastoplasma, tem aspecto granuloso devido à presença de ribossomos aderidos à sua superfície. Já o retículo endoplasmático liso (REL) é formado por estruturas membranosas tubulares, sem ribossomos aderidos, e, portanto, de superfície lisa (Figura 6).

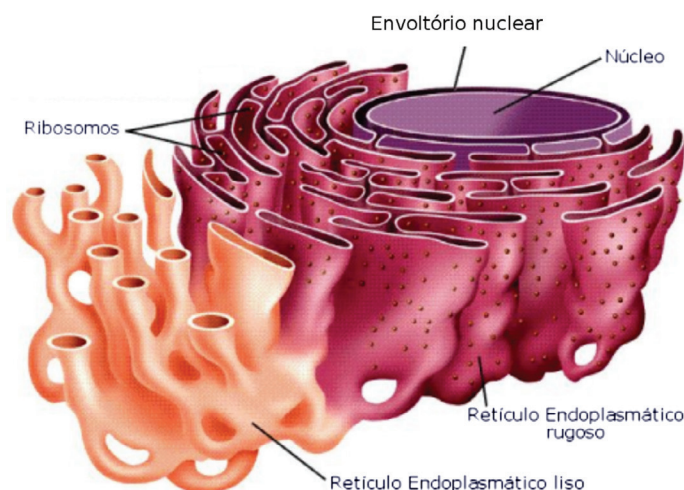


Figura 6: Retículo endoplasmático rugoso e liso.

Os REL e RER são muito importantes para a manutenção das funções celulares, pois atuam como uma rede de transporte, armazenamento e síntese de substâncias no interior da célula e para o seu exterior.

O retículo endoplasmático liso (REL) é responsável pela síntese de lipídios, como o colesterol (um dos componentes da membrana plasmática) e de hormônios sexuais, como a **testosterona** e o **estrogênio**. Além disso, o REL é responsável em parte pelo processo de desintoxicação das células, quando diante do consumo excessivo de álcool e alguns medicamentos. O REL absorve essas substâncias, modificando-as ou destruindo-as, impedindo que causem danos ao organismo.

Testosterona

Hormônio responsável pelas características secundárias masculinas, tais como voz grossa e pelos no corpo. Voltaremos a falar desse hormônio na Unidade 4 do Módulo 3!

Estrogênio

Estrogênio: hormônio responsável pelas características secundárias femininas. Voltaremos a falar desse hormônio na Unidade 4 do Módulo 3!

Já o retículo endoplasmático rugoso (RER), devido a sua associação com os ribossomos, é responsável pela síntese de proteínas. Estas serão encaminhadas: para a membrana plasmática; para as membranas de outras organelas; para fora da célula, como por exemplo, os anticorpos (que nos defendem de microorganismos e de algumas substâncias nocivas) e algumas enzimas.

Ribossomos

Os ribossomos são compostos por duas subunidades: uma grande, chamada de 60S em eucariotos, e outra pequena, chamada de 40S em eucariotos, que se encaixam entre si para formar o ribossomo completo (Figura 7). A subunidade pequena é responsável por orientar a adição de aminoácidos, durante a síntese proteica, enquanto a subunidade maior é responsável por catalisar a formação das cadeias peptídicas, ligando os aminoácidos entre si, originando uma nova cadeia polipeptídica (a proteína em si).

Os ribossomos podem ser encontrados livres no citoplasma ou, como você já sabe, associados às membranas do retículo endoplasmático.

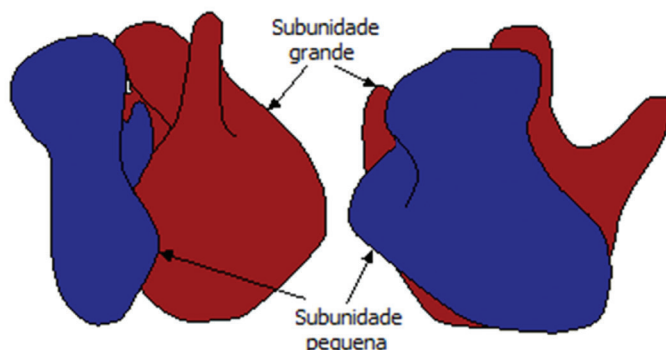


Figura 7: Estrutura dos ribossomos. Os ribossomos possuem duas subunidades, uma subunidade pequena, representada em azul, e uma subunidade grande, representada em vermelho.

Quando a síntese de proteínas não está ativa, as duas subunidades do ribossomo encontram-se separadas. O mesmo ocorre quando essa organela libera a proteína finalizada. Ou seja, as subunidades ribossomais unem-se somente durante a síntese proteica, quando estão ligadas a uma fita de RNA mensageiro (RNAm) (Figura 8). Ao processo de síntese de proteínas é dado o nome de tradução.

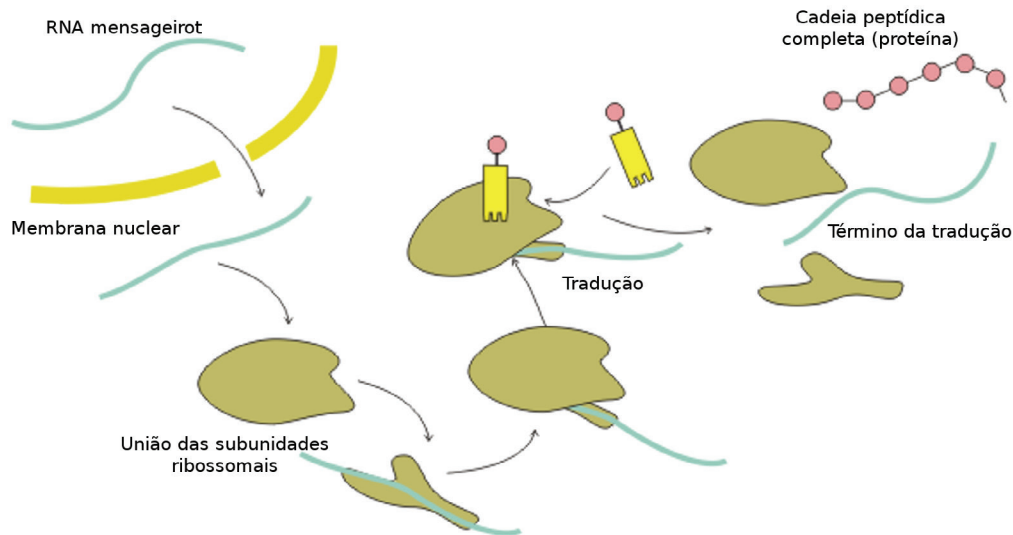


Figura 8: Síntese proteica. As subunidades ribossômicas unem-se para se ligarem ao RNA mensageiro, levando, assim, à formação de novas proteínas. Mas ao término da tradução, as subunidades separam-se novamente.

Aparelho de Golgi

O aparelho de Golgi consiste de uma coleção de sacos achatados (chamados cisternas) definidos por membranas lipoproteicas, assemelhando-se, de certa forma, a uma pilha de panquecas. Normalmente, está localizado próximo ao núcleo celular. Cada cisterna do Golgi possui duas faces distintas: uma face *cis*, ou face de entrada, e uma face *trans*, ou face de saída (Figura 9).

O aparelho de Golgi atua como centro de armazenamento, transformação, empacotamento e distribuição de substâncias na célula. Muitas das substâncias que passam pelo aparelho de Golgi serão eliminadas da célula, indo atuar em diferentes partes do organismo. É o que ocorre, por exemplo, com as enzimas digestivas produzidas e eliminadas pelas células de diversos órgãos (estômago, intestino, pâncreas etc.).

O principal papel dessa organela é a eliminação de substâncias que atuam fora da célula, processo genericamente denominado secreção celular. Além disso, essa organela é responsável pela formação de lisossomos primários, que são vesículas liberadas pelo Golgi repletas de enzimas digestivas. Elas atuarão no interior da célula, promovendo a **digestão intracelular**.

Digestão intracelular

Quebra das macromoléculas provenientes dos alimentos, ou de outras estruturas celulares em moléculas menores; ocorre no interior das células.

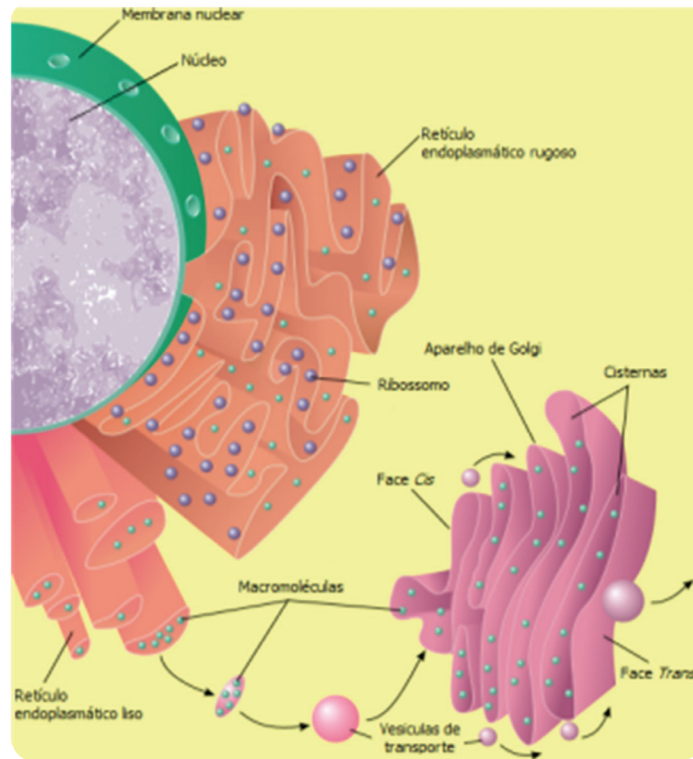


Figura 9: Estrutura e localização do aparelho de Golgi. O aparelho de Golgi é formado por uma pilha de sacos achatados e normalmente se localiza próximo ao núcleo. Macromoléculas produzidas no REL, como os hormônios sexuais, por exemplo, são encaminhados para o Golgi em vesículas de transporte. No Golgi, essas moléculas são preparadas para serem secretadas.

Lisossomos

Os lisossomos são organelas definidas por membranas oriundas do aparelho de Golgi e preenchidas por enzimas digestivas, produzidas pelo retículo endoplasmático rugoso. A principal função dos lisossomos é realizar a digestão intracelular, que pode ocorrer de duas maneiras: como heterofagia ou como autofagia.

A heterofagia é a digestão de substâncias que penetram na célula por endocitose. A quebra das macromoléculas provenientes dos alimentos, ou de outras estruturas celulares em moléculas menores; ocorre no interior das células. As moléculas geradas serão utilizadas na fabricação de novas substâncias e no fornecimento de energia à célula. O que não for utilizado sofrerá posterior eliminação.

Já a autofagia é a digestão das próprias estruturas celulares, que ocorre em casos de insuficiência nutricional e, em condições normais, para a renovação das organelas citoplasmáticas. Veja a Figura 10, a seguir, para entender melhor estes dois processos

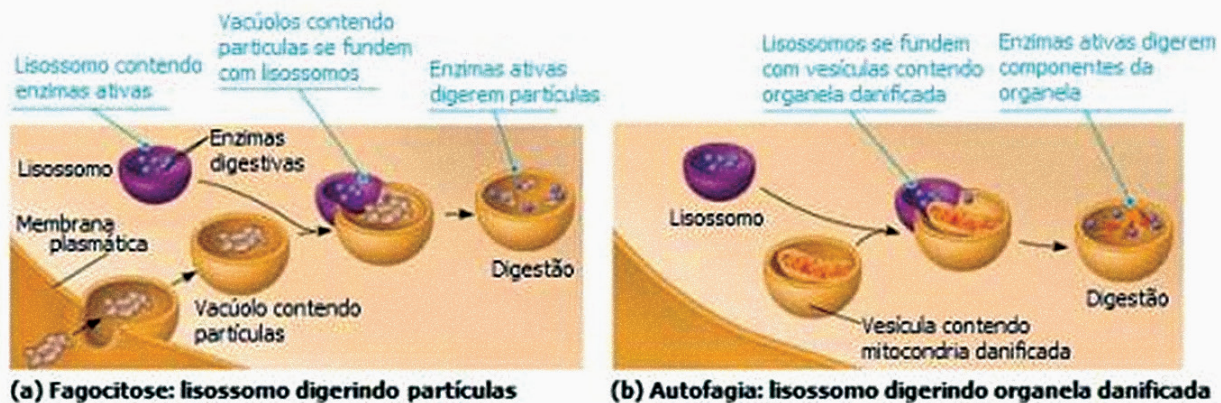


Figura 10: Lisossomos e a digestão intracelular. (a) Fagocitose: após a captação de partículas sólidas, a vesícula formada – o fagossomos ou vacúolo – funde-se ao lisossomo, que está repleto de enzimas ativas. Após essa fusão, as enzimas irão digerir as partículas captadas, convertendo-as em moléculas menores. (b) Autofagia: quando uma organela na célula está muito velha ou danificada, essa estrutura é envolvida por vesículas que se fundem com o lisossomo. Essa fusão permite a digestão, ou seja, a ação das enzimas ativas sobre a organela contida na vesícula.

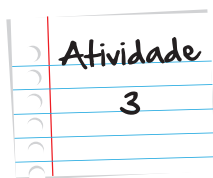
O tráfego dentro das células

Uma das maiores surpresas para quem inicia, assim como você, o estudo de biologia celular é saber que as organelas dentro da célula não estão simplesmente “boiando” no citoplasma, mas sim que há uma rede de filamentos orientando o movimento dessas coisas.

Para saber um pouco mais sobre o citoesqueleto (que, como você verá na próxima unidade, tem papel super importante na divisão das células), indico este link:

- <http://www.ufrgs.br/biologiaceratlas/cito.htm>.

Saiba Mais



Como as coisas funcionam.

Relacione as organelas listadas abaixo com suas respectivas funções.

1. Retículo endoplasmático () Responsável principalmente pela secreção celular
2. Lisossomos () Responsável pela digestão intracelular
3. Ribossomos () Responsável pela síntese, transporte e armazenamento de substâncias
4. Aparelho de Golgi () Responsável pela síntese de proteínas

Anote suas
respostas em
seu caderno

As organelas que você conheceu, juntamente à membrana, estruturam a unidade da vida. Elas, em conjunto, exercem todas as atividades que permitem aos seres vivos manterem o seu metabolismo.

Uma parte fundamental da célula, e que já mencionamos em outras unidades, é o núcleo, onde fica o material genético. Sobre este componente tão importante da célula e como ela se divide para dar origem a outras células é o que você vai aprender na próxima unidade. Até já!

Resumo

- As células possuem um envoltório, chamado membrana plasmática, que lhes conferem proteção e comunicação com outras células e com o meio que as cerca;
- A membrana plasmática é uma estrutura lipoproteica, ou seja, constituída basicamente de lipídios e proteínas, que se organizam em uma bicamada de lipídios com as proteínas inseridas nesta estrutura, lembrando um mosaico fluido;
- Os principais lipídios encontrados em membranas de células animais são os fosfolipídios e o colesterol;

- As proteínas presentes nas membranas celulares possuem diferentes funções e estruturas e podem estar inseridas completamente na bicamada lipídica, em apenas uma monocamada, ou mesmo apenas ancoradas;
- A comunicação das células umas com as outras e com o meio externo se dá por diferentes mecanismos, que compreendem desde a passagem livre de água pela membrana até a passagem de grandes moléculas como açúcares e aminoácidos através de proteínas que funcionam como canais ou carreadoras;
- No interior da célula encontramos estruturas bem organizadas e delimitadas por membranas biológicas, chamadas organelas. As organelas são fundamentais para que a célula possa exercer suas funções básicas, como se alimentar, respirar e manter suas estruturas;
- O retículo endoplasmático é essencial para a síntese de proteínas (retículo endoplasmático rugoso) e lipídios (retículo endoplasmático liso) que irão garantir a manutenção, por exemplo, da membrana plasmática, enquanto o aparelho de Golgi vai garantir o correto endereçamento dessas proteínas e lipídios.
- Os ribossomos são importantes durante o processo de tradução das proteínas.
- Os lisossomos são organelas responsáveis pelo processo de digestão intracelular, digerindo com as enzimas que carregam coisas que são endocitadas pela célula ou restos da própria célula que precisam ser destruídos para que haja renovação.

Veja ainda

- vídeo-aula que faz uma revisão mais aprofundada sobre a função e estrutura da membrana plasmática: <http://goo.gl/QrZek>.
- vídeo-aula sobre difusão simples e facilitada que contém animações: <http://goo.gl/pA3M3>.
- vídeo-aula sobre osmose e transporte ativo que contém animações: <http://goo.gl/tloVY>.
- vídeo animado que ajuda a visualizar melhor como funcionam os lisossomos: <http://goo.gl/lkQLI>.
- vídeo feito por alunos do Ensino Médio, do Colégio Heitor Villa-Lobos, sobre as organelas celulares. Bastante criativo! <http://goo.gl/1pYb3>.

Referências

Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. **Molecular Biology of the Cell**. 4th edition. New York: Garland Science, 2002. 1400p.

Imagens



• André Guimarães



• <http://www.flickr.com/photos/dhammza/3912611323/> • Daniel Horacio Agostini.



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kanalprotein_01.png.



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cell_membrane_detailed_diagram_blank.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osmotic_pressure_on_blood_cells_diagram.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osmose_en.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_simple_diffusion_in_cell_membrane-fr.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_facilitated_diffusion_in_cell_membrane-en.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_sodium-potassium_pump-en-2.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Endocytosis_types.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exocytosis_types.svg



• <http://www.escuelapedia.com/reticulo-endoplasmatico/>



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribosome_structure.png



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peptide_syn1.png

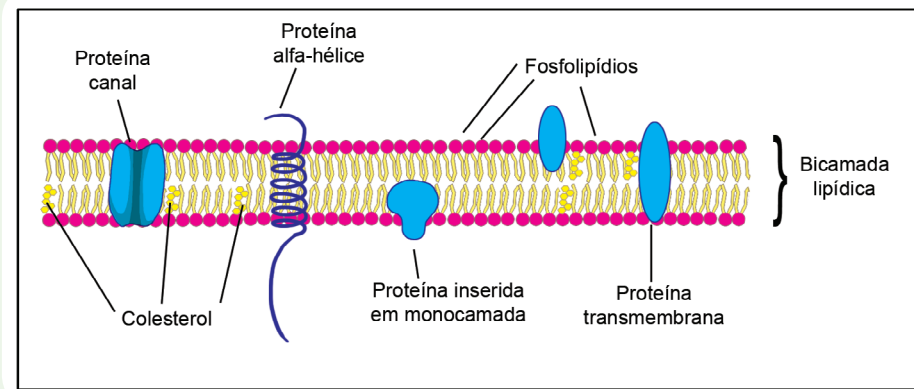


- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nucleus_ER_golgi.svg



- (adaptada): <http://cellspd5spering.wikispaces.com/Lysosome>

Atividade 1



Atividade 2

Transportes passivos, ou seja, sem gasto de energia pela célula: osmose, difusão simples e difusão facilitada. Transportes ativos, ou seja, requerem gasto de energia pela célula: bomba sódio e potássio, endocitose e exocitose.

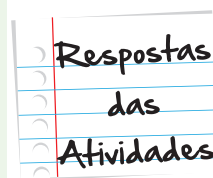
Definições:

1. Osmose: consiste na passagem de solvente de um meio menos concentrado para um meio mais concentrado;
2. Difusão simples: consiste na passagem de solutos de um meio mais concentrado para um meio menos concentrado (gradiente de concentração);
3. Difusão facilitada: consiste na passagem de solutos insolúveis em lipídios de um meio mais concentrado para um meio menos concentrado através da associação com proteínas presentes na membrana plasmática, como proteínas carreadoras e proteínas canal;
4. Bomba sódio e potássio: consiste na passagem de solutos de um meio menos concentrado para um meio mais concentrado (contra gradiente de concentração) através da associação com proteínas presentes na membrana plasmática, com gasto de energia;

5. Endocitose: consiste no transporte de grandes moléculas ou até partículas constituídas por agregados moleculares do meio extracelular para o intracelular através de vesículas formadas pela própria membrana plasmática, podendo ser de três tipos: fagocitose, pinocitose ou mediada por receptor;
6. Exocitose: consiste na excreção e secreção de substâncias do meio intracelular para o extracelular através de vesículas formadas a partir da membrana de organelas da própria célula.

Atividade 3

Ordem da numeração: 4; 2; 1; 3.





O que perguntam por aí?

Questão 1 (UFAC)

Quimicamente, a membrana celular é constituída principalmente por;

- a. Acetonas e ácidos graxos
- b. Carboidratos e ácidos nucleicos.
- c. Celobiose e aldeídos.
- d. Proteínas e lipídios.
- e. RNA e DNA.

Gabarito: Letra D.

Comentário: A membrana plasmática é uma estrutura lipoproteica, organizada como uma bicamada lipídica, contendo proteínas inseridas nesta bicamada.

Questão 2 (UFF 1994)

A membrana plasmática é constituída de uma bicamada de fosfolipídios, onde estão mergulhadas moléculas de proteínas globulares. As proteínas aí encontradas:

- a. Estão dispostas externamente, formando uma capa que delimita o volume celular e mantém a diferença de composição molecular entre os meios intra e extracelular.
- b. Apresentam disposição fixa, o que possibilita sua ação no transporte de íons e moléculas através da membrana.

- c. Têm movimentação livre no plano da membrana, o que permite atuarem como receptores de sinais.
- d. Dispõem-se na região mais interna, sendo responsáveis pela maior permeabilidade da membrana a moléculas hidrofóbicas.
- e. Localizam-se entre as duas camadas de fosfolípidios, funcionando como um citoesqueleto, que determina a morfologia celular.

Gabarito: Letra C.

Comentário: A membrana plasmática possui uma estrutura de mosaico fluido, onde a bicamada lipídica é fluida e as proteínas ali inseridas podem movimentar-se livremente nesta estrutura, realizando das mais variadas funções.

Questão 3 (UFES 1990)

As moléculas de glicose atravessa a membrana celular das células intestinais, combinadas com moléculas transportadoras, denominadas permeases. Esse processo é denominado:

- a. Transporte de massa.
- b. Difusão facilitada.
- c. Endocitose.
- d. Transporte passivo.
- e. Ormose.

Gabarito: Letra B.

Comentário: A difusão facilitada consiste na passagem de moléculas maiores como açúcares (por exemplo, glicose) e aminoácidos pela membrana plasmática com o auxílio de proteínas canal ou carreadoras. Permeases são proteínas carreadoras (ou transportadoras).

Questão 4 (FESP)

É prática comum temperarmos a salada com sal, pimenta-do-reino, vinagre e azeite. Porém, depois de algum tempo, observamos que as folhas vão murchando. Isto se explica porque:

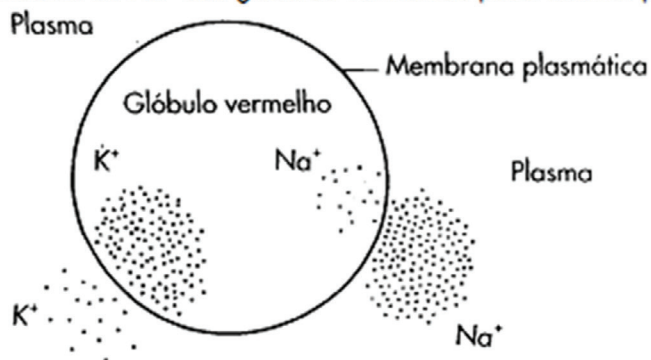
- a. O meio é mais concentrado do que as células.
- b. O meio é menos concentrado do que as células.
- c. O meio apresenta concentração igual à das células vegetais.
- d. As células do vegetal ficam túrgidas quando colocadas em meio hipertônico.
- e. Por uma razão diferente das citadas acima.

Gabarito: Letra A.

Comentário: O mecanismo de osmose consiste na passagem de água livremente do meio hipotônico (menos concentrado) para o meio hipertônico (mais concentrado). Assim, quando adicionamos tempero a uma salada, estamos tornando o meio hipertônico em relação ao meio intracelular das folhas.

Questão 5 (UFMG)

12) (UFMG-MG) O esquema abaixo representa a concentração de íons dentro e fora dos glóbulos vermelhos. A entrada de K^+ e a saída de Na^+ dos glóbulos vermelhos pode ocorrer por:



- a) transporte passivo.
- b) plasmólise.
- c) osmose.
- d) difusão.
- e) transporte ativo.

Gabarito: Letra E.

Comentário: O transporte ativo representado aqui é a bomba de sódio e potássio. Esse mecanismo permite a troca de substâncias entre a célula e o meio externo contra o gradiente de concentração, ou seja, as substâncias passarão do meio menos concentrado para o meio mais concentrado, e assim, o K^+ entra na célula e o Na^+ sai dela.

Questão 6 (PUC-RJ)

Um material sintetizado por uma célula é “empacotado” para ser secretado para o meio externo no:

- a. Retículo endoplasmático
- b. Complexo de Golgi
- c. Lisossomo
- d. Nucléolo
- e. Vacúolo secretor

Gabarito: Letra B.

Comentário: O complexo de Golgi, também chamado de aparelho de Golgi é a organela responsável pela secreção celular.

Questão 7 (U. Londrina)

Os grânulos que, ao microscópio eletrônico, são vistos sobre o retículo endoplasmático são:

- a. Ribossomos.
- b. Mitocôndrias.
- c. Cito cromos.
- d. Complexos de Golgi.
- e. Vacúolos de pinocitose.

Gabarito: Letra A.

Comentário: Os ribossomos encontram-se associados ao retículo endoplasmático rugoso (ou granular), que recebe este nome justamente por causa dessa associação.

Questão 8 (PUC-RS)

A inativação de todos os lisossomos de uma célula afetaria diretamente a:

- a. Síntese proteica.
- b. Digestão celular.
- c. Síntese de aminoácidos.
- d. Circulação celular.
- e. Secreção celular.

Gabarito: Letra B.

Comentário: Os lisossomos são organelas responsáveis pela digestão celular, pois possuem em seu interior enzimas ativas oriundas do retículo endoplasmático.

Questão 9 (PUC-RJ)

Células do fígado possuem até duas mil mitocôndrias, ocupando cerca de 1/5 do seu volume. O número alto de mitocôndrias nestas células pode ser explicado porque as células hepáticas:

- a. São maiores que as demais células do corpo.
- b. Apresentam respiração aeróbica.
- c. Têm grande atividade metabólica.
- d. Têm volume citoplasmático maior que o nuclear.
- e. Produzem enzimas digestivas em grande quantidade.

Gabarito: Letra C.

Comentário: As mitocôndrias são as organelas responsáveis pelo processo de respiração celular, que fornece energia para a célula, assim, células que possuem grande atividade metabólica, requerem maior gasto de energia e, portanto, possuem maior número de mitocôndrias.



Atividade extra

Questão 1

Uma célula, assim como uma casa, para se tornar individualizada, precisa que algo delimite o seu espaço interno.

A rede de filamentos protéicos que dão forma e suporte às células, correspondendo ao esqueleto da célula, é conhecida como:

- a. carcaça.
- b. retículo.
- c. exoesqueleto.
- d. citoesqueleto.

Questão 2

A membrana plasmática é seletivamente permeável, uma vez que permite a passagem livre de solvente (água) e de apenas alguns tipos solutos (sal de cozinha).

A membrana plasmática, apesar de invisível ao microscópio óptico, está presente:

- a. apenas nas células animais.
- b. apenas nas células vegetais.
- c. apenas nas células dos procariontes.
- d. em todas as células, sejam elas procarióticas ou eucarióticas.

Questão 3

O retículo endoplasmático é uma organela constituída por uma rede de túbulos e vesículas achatadas e interconectadas, que se comunica com o núcleo.

Esta organela é exclusiva das células:

- a. procariontes.
- b. eucariontes.
- c. bacterianas.
- d. virais.

Questão 4

Na década de 1970, os pesquisadores Singer e Nicholson propuseram um modelo de membrana plasmática que é o mais aceito até os dias de hoje e é denominado Modelo do Mosaico Fluido.

Quimicamente, a membrana celular é constituída principalmente por:

- a. proteínas e lipídios.
- b. carboidratos e lipídios.
- c. proteínas e ácidos nucléicos.
- d. carboidratos e ácidos nucléicos.

Questão 5

As células eucarióticas possuem diversos compartimentos internos, envoltos por membranas biológicas semelhantes à membrana plasmática. Esses compartimentos são chamados de organelas.

Na coluna da esquerda, encontram-se nomes de organelas celulares e, na coluna da direita, importantes processos fisiológicos:

ORGANELAS

PROCESSOS FISIOLÓGICOS

1- Ribossomo

A- Empacotamento e formação de grãos de secreção.

2- Retículo endoplasmático

B- Síntese de proteínas.

3- Lisossomo

C- Digestão intracelular.

4- Aparelho de Golgi

D- Neutralização de substâncias tóxicas.

A seqüência que representa a correlação entre as duas colunas é

a. 1B, 2D, 3C, 4A.

b. 1B, 2A, 3D, 4C.

c. 1C, 2B, 3D, 4A.

d. 1C, 2D, 3C, 4B.

Questão 6

A membrana plasmática seria formada por uma dupla camada lipídica onde se encaixam as moléculas de proteínas.

Os principais lipídios encontrados em membranas de células animais são os:

a. glicerídeos e fosfolipídios.

b. esteróides e ácidos graxos.

c. fosfolipídios e colesterol.

d. colesterol e esteróides.

Questão 7

O retículo endoplasmático liso é responsável pela síntese de lipídios, como o colesterol e de hormônios sexuais como, como a testosterona e o estrogênio.

Estes hormônios estão relacionados às características:

a. somente femininas.

b. somente masculinas.

c. masculinas (testosterona) e femininas (estrogênio).

d. femininas (testosterona) e masculinas (estrogênio).

Questão 8

A membrana plasmática é uma estrutura que permite a passagem apenas de certas substâncias químicas. A passagem de substâncias pela membrana plasmática pode ocorrer por diferentes mecanismos, podendo ser classificados como transporte ativo (quando requer gasto de energia) ou transporte passivo (quando não ocorre gasto de energia).

São exemplos de transporte passivo:

- a. bomba de sódio e potássio, difusão simples e exocitose.
- b. bomba de sódio e potássio, osmose e exocitose.
- c. osmose, difusão simples e difusão facilitada.
- d. osmose, endocitose e exocitose.

Questão 9

A quebra das moléculas provenientes dos alimentos, ou de outras estruturas celulares em moléculas menores ocorre no interior das células.

Como é chamado este processo?

Questão 10

A endocitose consiste na captação de grandes moléculas, substâncias particuladas, e em casos especiais, até outras células do meio extracelular para o intracelular. Esse transporte ocorre através de vesículas formadas pela própria membrana plasmática, podendo ser de três tipos.

Quais são esses três tipos de transportes citados?

Gabarito

Questão 1

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Questão 2

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Questão 3

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 4

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 5

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 6

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 7

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐

Questão 8

- A** **B** **C** **D**
- ☐ ☐ ☒ ☐

Questão 9

Digestão intracelular.

Questão 10

Fagocitose, pinocitose e mediada por receptor.