

# **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

## **BIOLOGIA**

### **Módulo 1**

### **Unidade 6**

**2**

## **Unidade 6**

**<pág. 5 >**

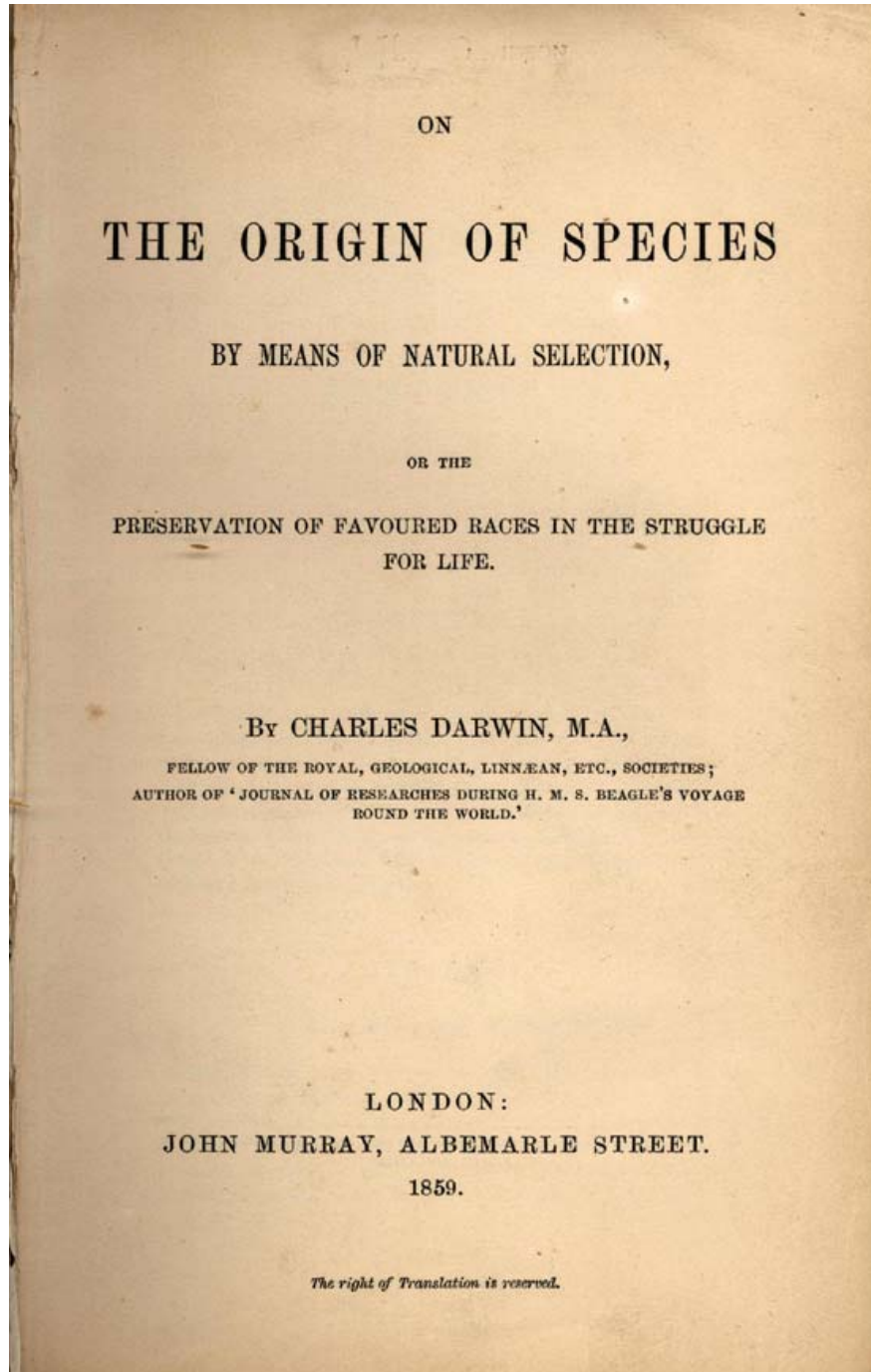
**De um tão simples começo...**

**Para início de conversa...**

**Charles Darwin propôs a seleção natural como o processo capaz de gerar as adaptações que percebemos nas populações. Talvez a própria simplicidade do processo dificulte o entendimento de como um mundo biológico tão complexo originou-se por meio dele.**

**“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. 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!**

**<pág. 6>**

**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:**

**6**

**Mutabilidade +  
Herdabilidade +  
Reprodutibilidade =  
Sobrevivência e  
reprodução diferencial de  
mutantes (Evolução por  
seleção natural)**

**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.**

**Verbete**

**Funções protéicas**

**Funções desempenhadas por proteínas e enzimas proteicas,**

**8**

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

**\* \* \* \* \***

**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?**

**Verbetes**

**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.**

**\* \* \* \* \***

**Parece difícil a resposta. Mas não se preocupe: a solução para esse paradoxo está aqui nessa unidade sobre**

**10**

**a origem da vida e dos microrganismos.**

**<pág. 7>**

**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 endossimbiônica serial como possível explicação para a origem dos seres complexos, os eucariontes.**

**<pág. 8>**

**Seção 1**

**De um tão simples começo...**

**12**

**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, esterilizando o planeta, como se fossem 200 bombas atômicas explodindo ao mesmo tempo. Você pode ver, então que o nosso planeta teve uma infância atribulada.**

**Verbete**

**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.**

**\* \* \* \* \***



**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 tornar-se-ia em um lugar cada vez menos turbulento.**

**Com a estabilidade, as moléculas simples (moléculas com poucos elementos químicos) podiam reagir, formando moléculas mais**

**16**

**complexas (com muitos elementos químicos) e não seriam imediatamente degradadas. Porém, para tal, também seriam necessários um meio aquoso e uma fonte de energia.**

**<pág. 9>**

**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? 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.**

**18**

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

## **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 MNF2 que também possui proteínas, que explicam os**

**20**

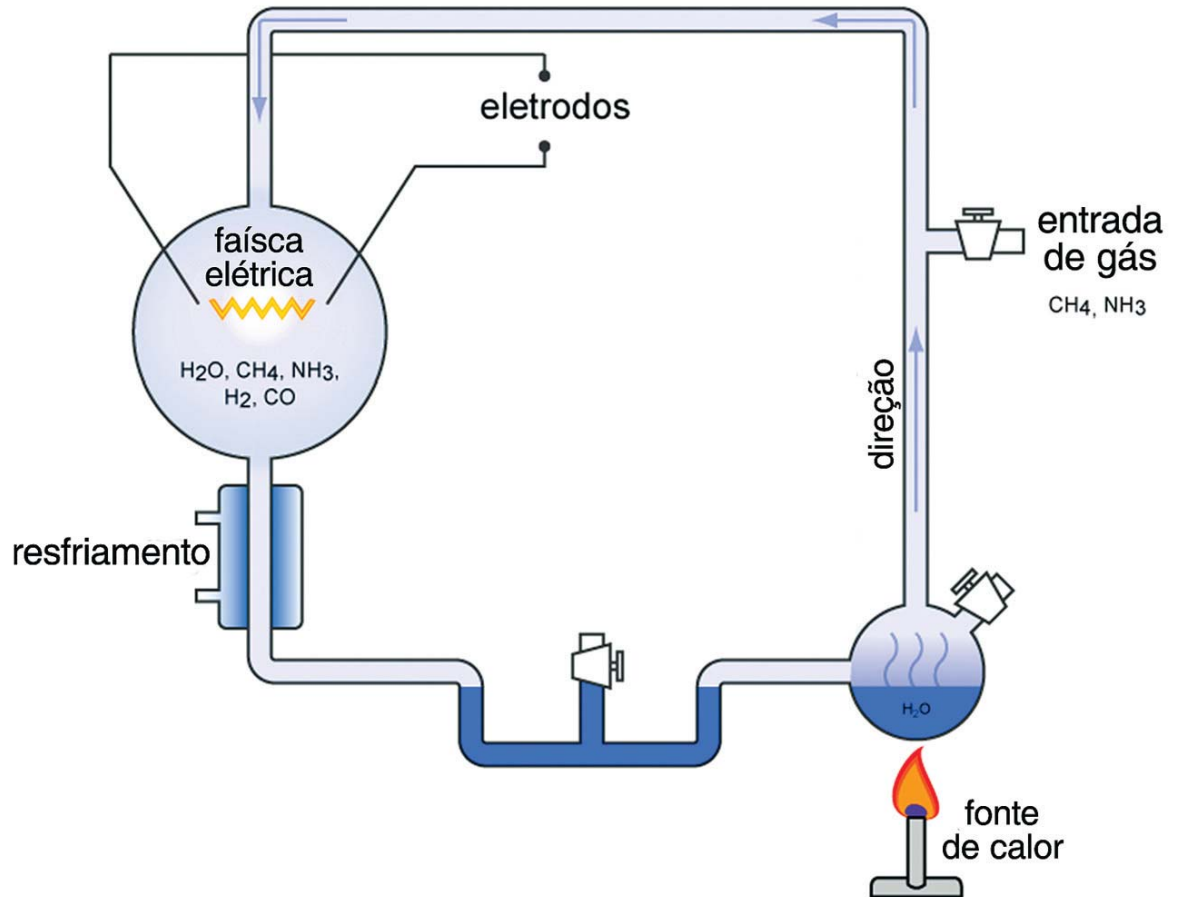
**aminoácidos encontrados em meteoritos.**

**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**

**<pág. 10>**

**provável ambiente da Terra primitiva. Eles queriam verificar se moléculas simples poderiam reagir e**

transformar-se em outras mais complexas.



**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. Essas são as unidades que, quando unidas 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,**

**24**

**muito encontrado nos antigos oceanos: a argila.**

**<pág. 11 >**

**Esta pode ser considerada uma enzima natural. Por sua porosidade, a argila pode alojar moléculas simples em seus poros, o que permite que elas fiquem mais próximas. Assim, uma molécula próxima à outra, aumenta a possibilidade de que haja uma reação química natural e transformá-las 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,

**26**

**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 puderam. Walter Gilbert, um físico americano, propôs a teoria do Mundo do RNA, nos anos 70. Segundo sua teoria, os oceanos primitivos formavam um mundo no qual**

**moléculas de RNA formavam o primeiro mundo biológico.**

**Por que o RNA? Na síntese proteica, o RNA está presente em funções primordiais e diferentes:**

- . RNA ribossomal (liga os aminoácidos e ancora a síntese);**

- . RNA transportador (carrega o aminoácido e o respectivo anticodon);**

- . RNA mensageiro (RNA molde do gene em DNA);**

- . além de outros RNA menores que foram descobertos recentemente.**

**Segundo Gilbert, essa molécula apresenta as três**

**28**

**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.**

**<pág. 12>**

**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 (A pareia com T 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 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**

**32**

**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.**

**<pág. 13>**

## **Atividade 1**

### **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.**

**Da mesma forma que, 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.**

**<pág. 14>**

**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.

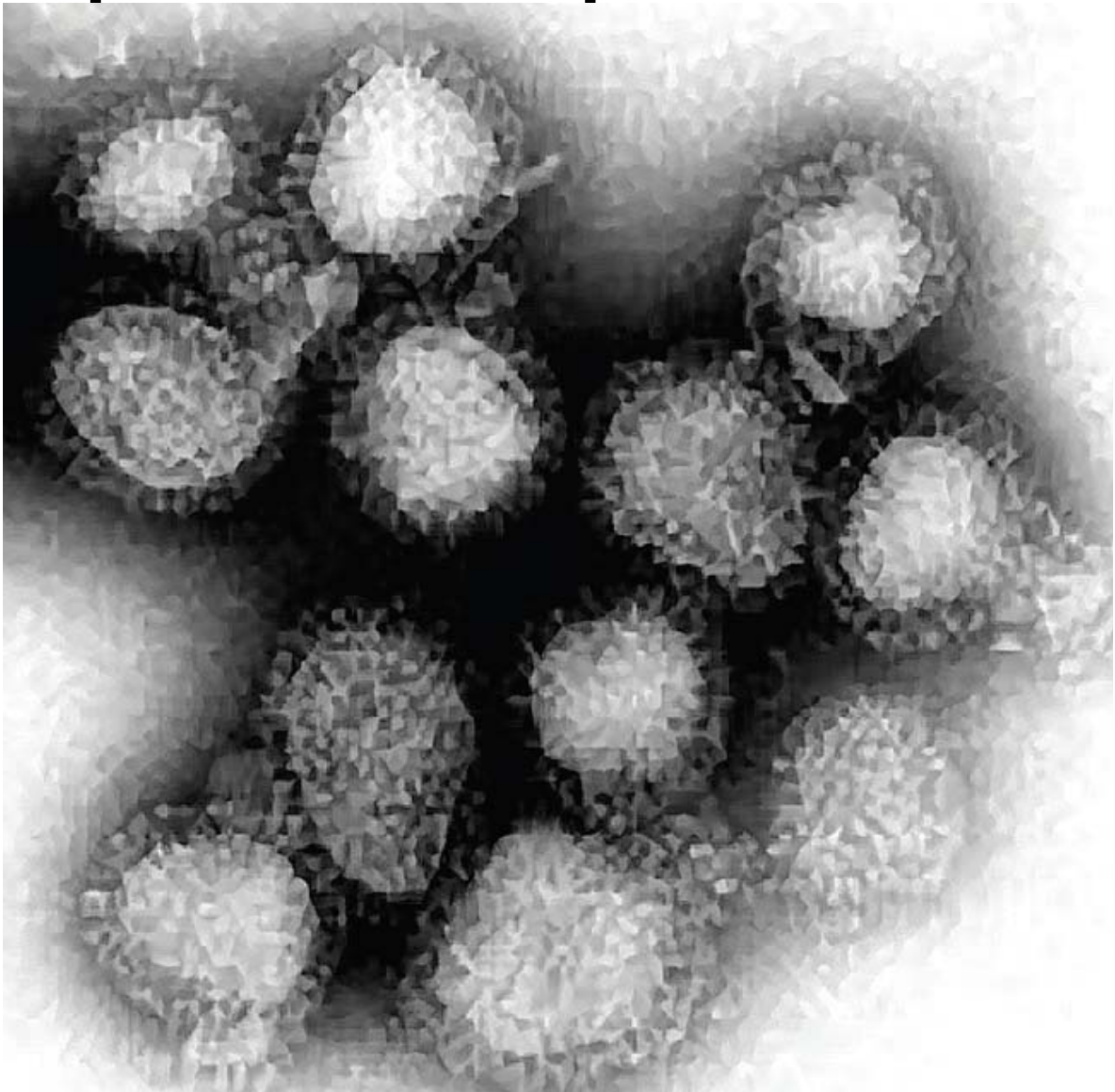
O vírus da gripe e o vírus do resfriado MNF3 são vírus de RNA. Ou seja, o genoma constitui-se de moléculas de

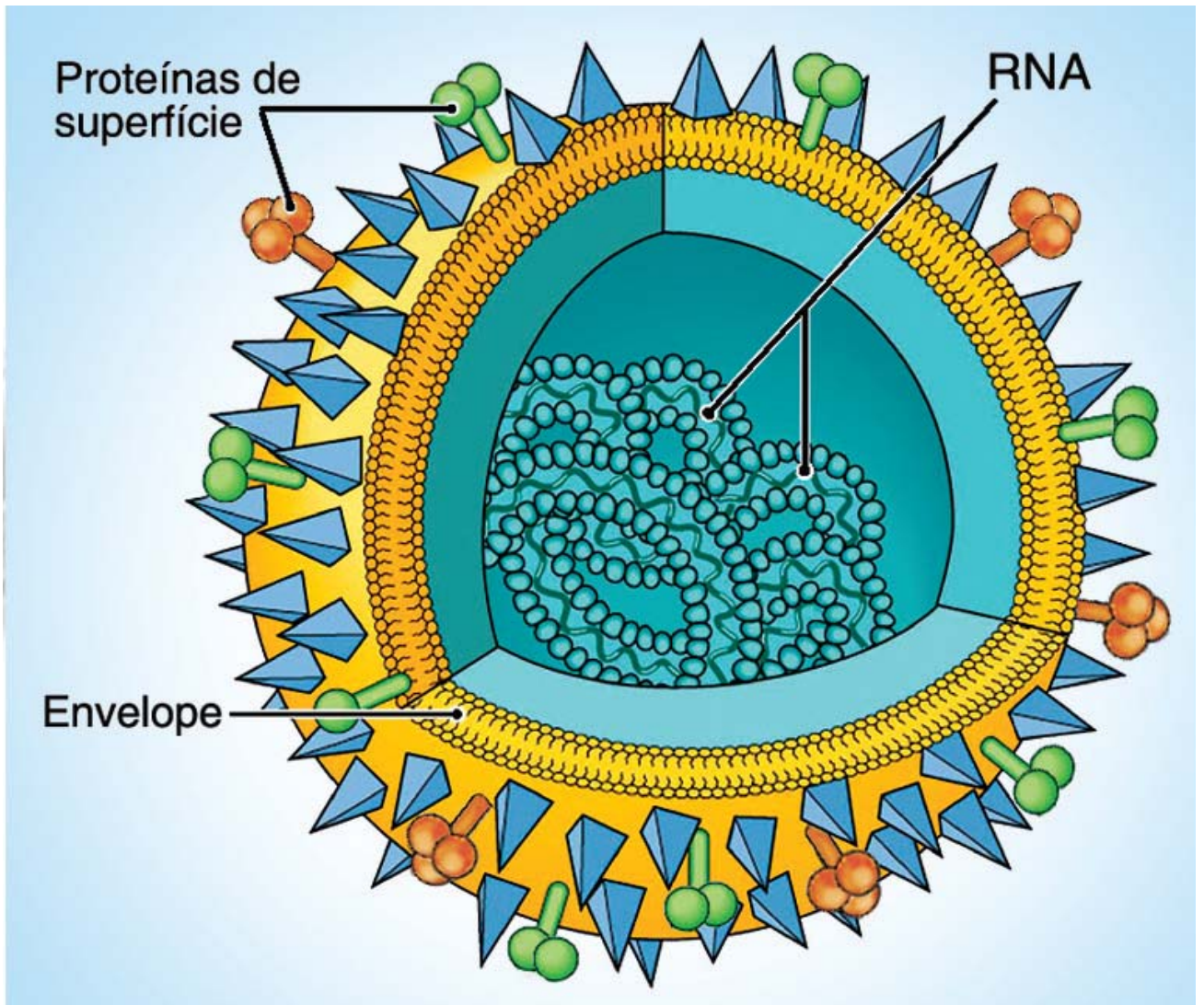
**RNA. Outros vírus apresentam genoma de DNA.**

**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?**





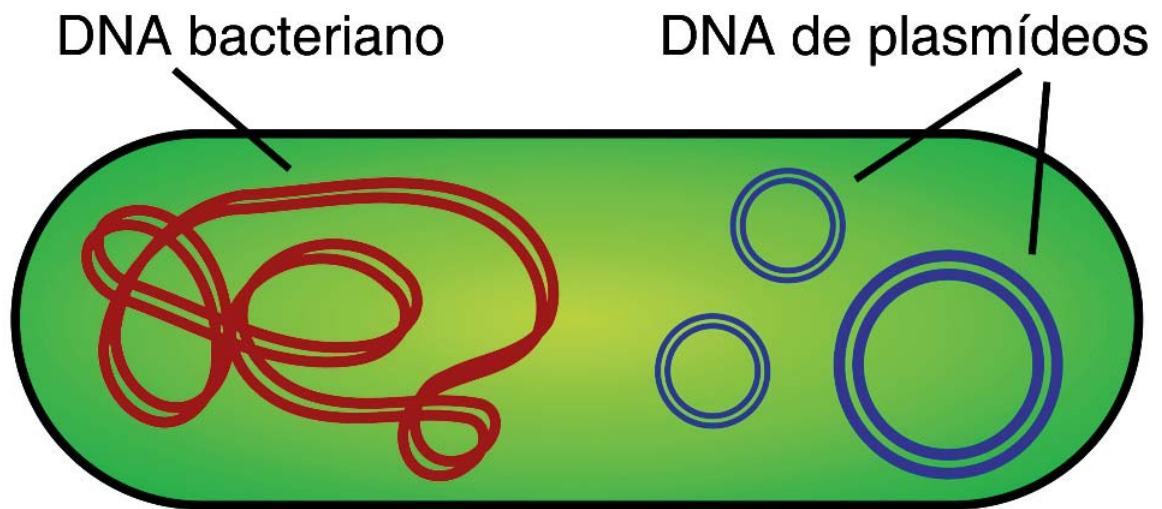
**Figura 5: Fotografia em microscopia eletrônica (acima) e esquema (abaixo) de um vírus Influenza, o causador da gripe. Fonte: Microscopia – domínio público**



<pág. 15>

## **Bactérias**

**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. 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 fazem parte das células desses microrganismos.**



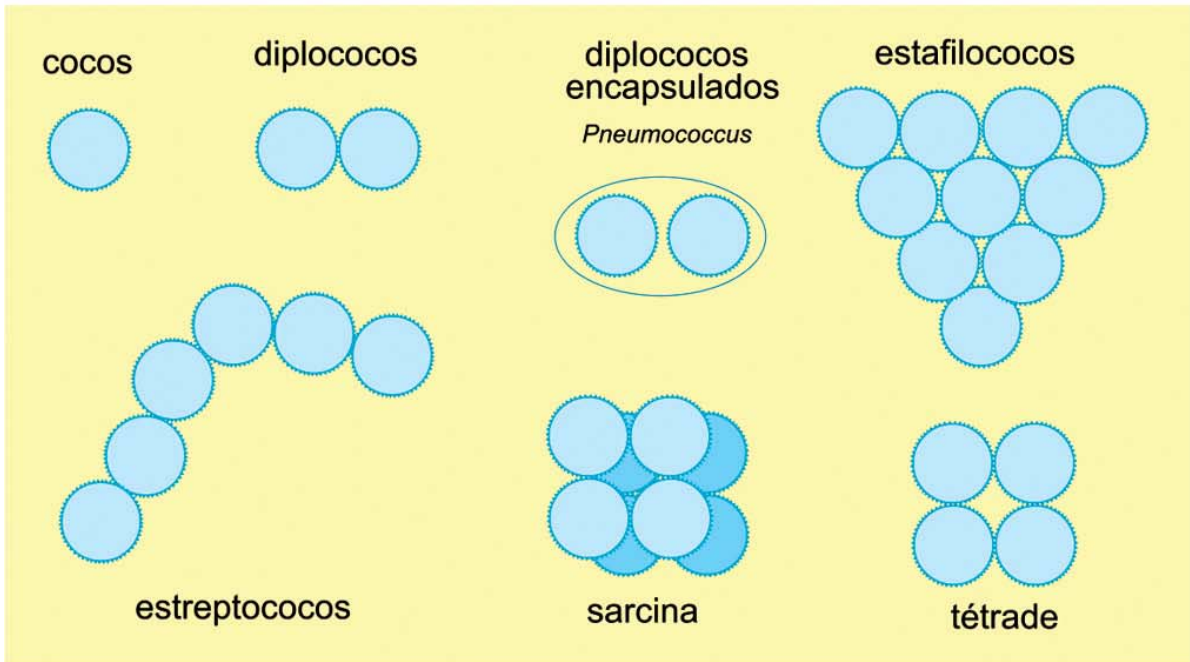
**Figura 6: O esquema simplificado de uma célula bacteriana, mostrando o DNA bacteriano e o DNA plasmidial.**

**Assim como os vírus, a maior parte das bactérias também não nos faz mal algum. Aliás, esses microrganismos são fundamentais para nossa digestão, por exemplo. A chamada flora intestinal nada mais é do que o nosso conjunto pessoal de bactérias,**

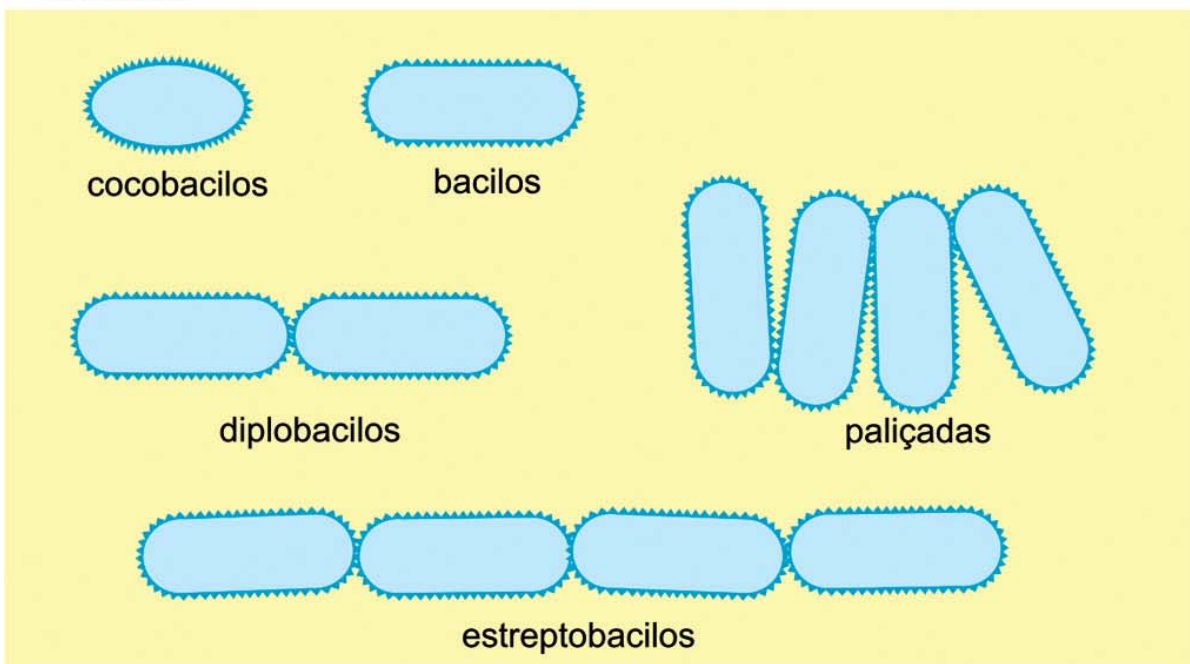
**sem o qual não conseguimos digerir muitos alimentos.**

**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.**

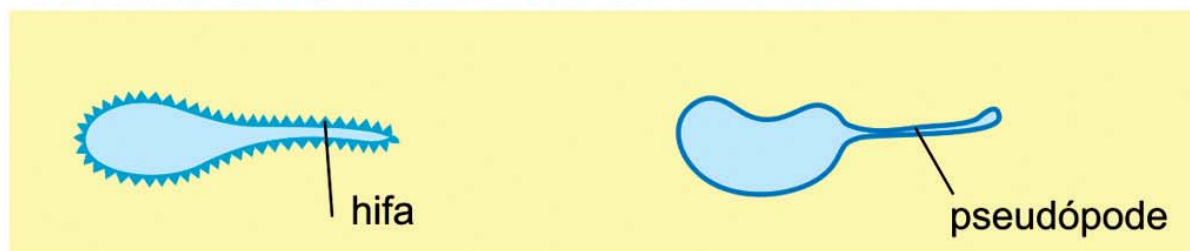
## Cocos



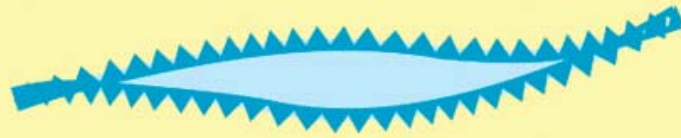
## Bacilos



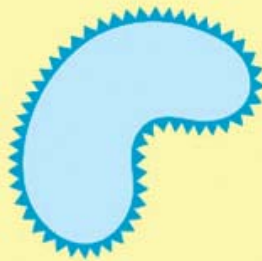
## Bactérias em gemulação ou em apêndice



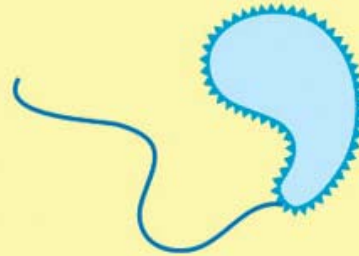
Outros



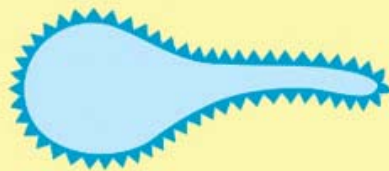
**bastonete estendido**  
*Fusobacterium*



**vibrião**



*Bdellovibrio*



**bastão**  
*Corynebacteriaceae*



**forma helicoidal**  
*Helicobacter pylori*



**espirilo**  
*Borrelia burgdorferi*







**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.**

<pág. 16>

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.

## **Verbetes**

### **Estratos sedimentares**

**ão camadas sobrepostas (uma em cima da outra) de rochas, com características físicas e com fósseis diferenciados.**

**Como regra, em uma sequência de estratos, os mais antigos estão mais abaixo**

**\* \* \* \* \***

**Percebemos, por exemplo, que apesar do 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 mais**

**50**

**profundos representam sedimentos de épocas mais antigas.**

**Pois bem, cavando fundo, sabemos que os metais não ficavam enferrujados em extratos anteriores a 2,5 bilhões de anos atrás, indicando que na 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 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.**

**<pág. 17>**

**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. Então, 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).



## Verbete

### 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 carbono e 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.**

**<pág. 18>**

**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**

**58**

**houvesse oxigênio em grandes quantidades em nossa atmosfera, essas aulas sobre a diversidade biológica seriam bem menores...**

**Verbete**

**Aeróbico**

**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.**

**\* \* \* \* \***

**Atividade 2**

**Você 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**

60

pensar na palavra  
**BIODIVERSIDADE**, que tem 14  
letras, peço para o amigo  
retirar 14 peças.

3. Alinhe as peças retiradas.



<pág. 19>

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
-

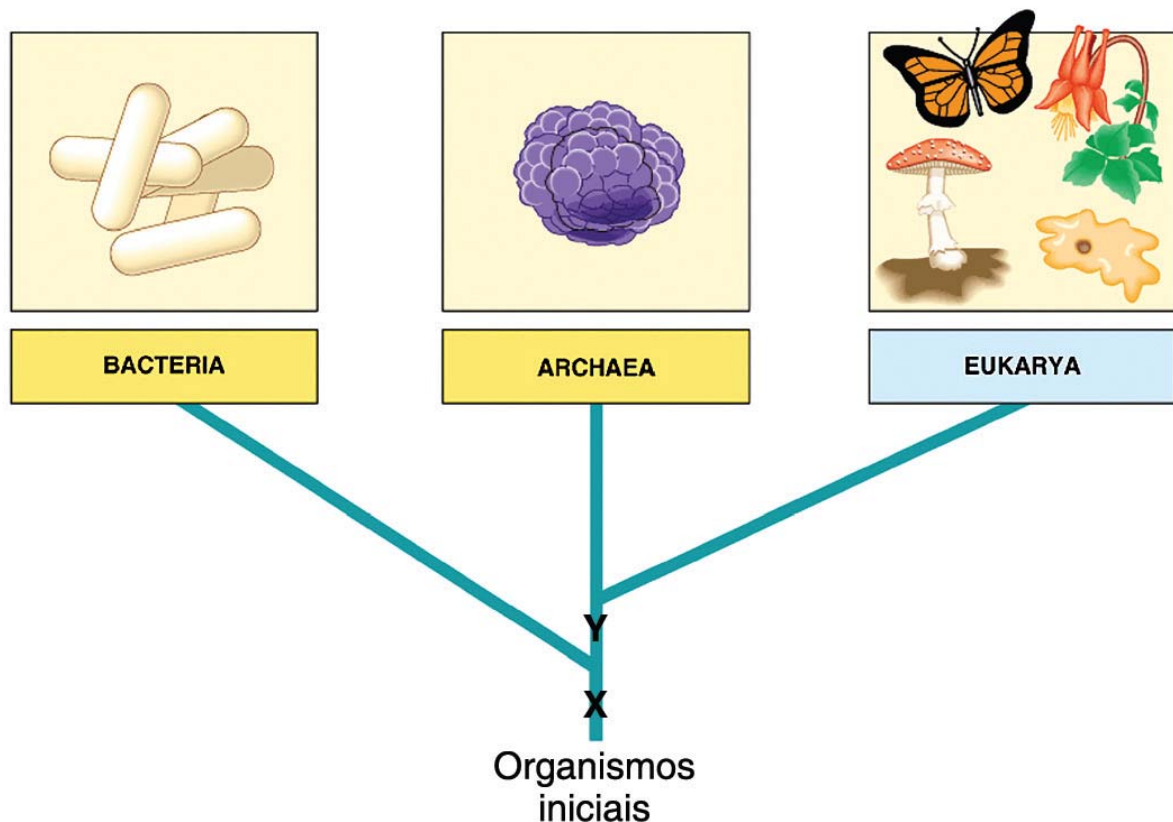
<pág. 20>

## 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 ma-

terial 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 a 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 esses dois grupos 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.**

**<pág. 21 >**

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

---

	<b>Bactéria</b>	<b>Arqueias</b>
<b>Classificação</b>	<b>Procari- ontes</b>	<b>Procari- ontes</b>
<b>Número de células</b>	<b>Uma</b>	<b>Uma</b>

<b>DNA (cromosomo)</b>	<b>Solto</b>	<b>Solto</b>
<b>Antibiótico estreptomicina</b>	<b>Não crescem</b>	<b>Crescem</b>
<b>Parede celular</b>	<b>Com peptido- glicanos</b>	<b>Sem peptido- glicanos</b>

	<b>Eukarya</b>
<b>Classifi- cação</b>	<b>Eucari- ontes</b>
<b>Número de células</b>	<b>Uma ou mais</b>
<b>DNA (cromos- somo)</b>	<b>No núcleo</b>
<b>Antibiótico estrepto- micina</b>	<b>Crescem</b>
<b>Parede celular</b>	<b>Sem peptido- glica- nos</b>

**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.**

\*\*\*\*\*



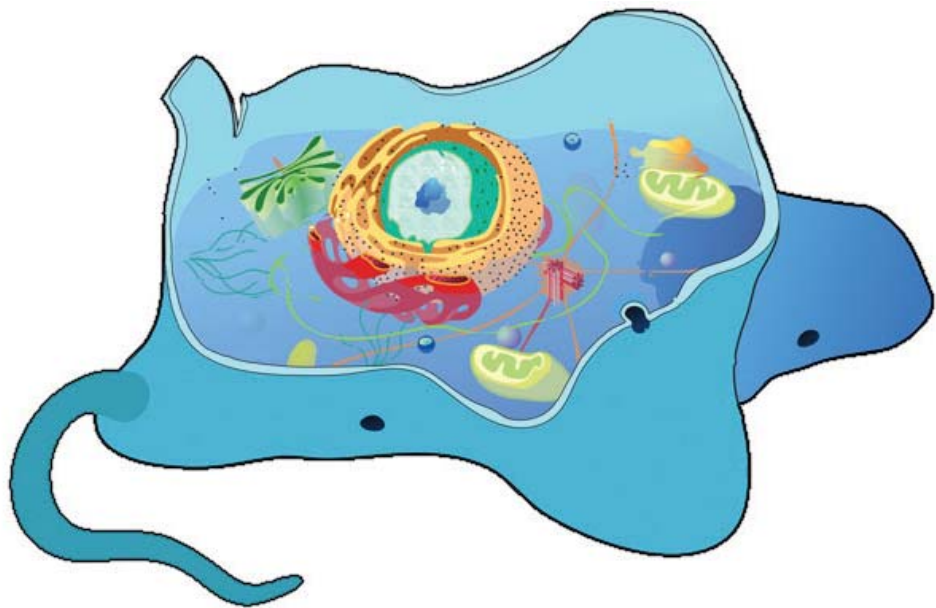
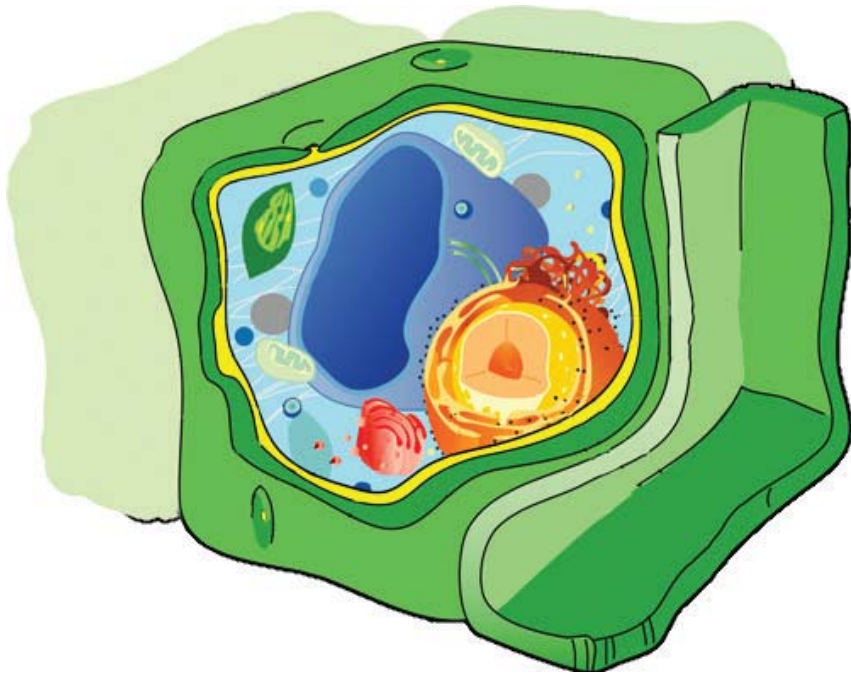
**Figura 11: As arqueias habitam ambientes extremos, como essa fonte de águas hidrotermais no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos.**

**Seção 6**

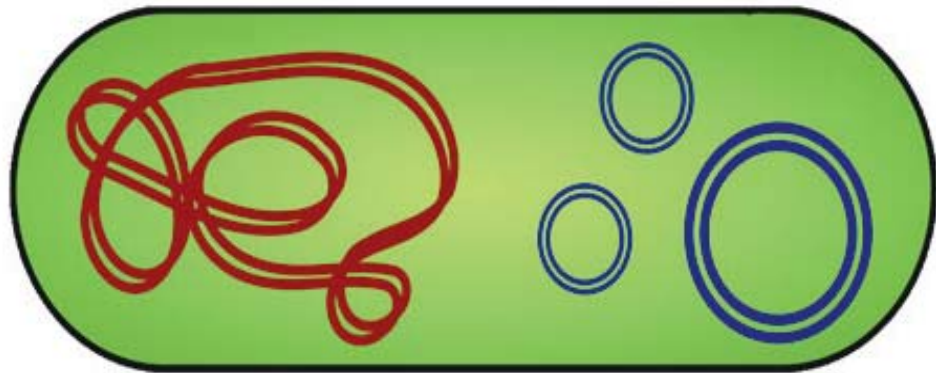
**A origem dos eucariontes**

**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 de eucariontes. Além do núcleo diferenciado, os eucariontes diferem dos procariontes, pois suas células são bem mais complexas.**

**<pág. 22>**







**Figura 12: Comparação de uma célula vegetal (acima), uma célula animal (no meio) e uma célula procarionte (abaixo). 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 endossimbiônica serial. A teoria sugere que o primeiro organismo eucarionte surgiu de uma relação ecológica de endossimbiose entre organismos procariontes.**

**Verbetes**

**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).

## **Endossiombiose**

**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!**

**<pág. 23>**

**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**

**mitochondrial apresenta sua própria maquinaria de reprodução, e portanto, é replicado independentemente do genoma nuclear.**

**Verbetes**

**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. O difícil é achar um pesquisador de qualidade que coloca alguma dessas teorias em questão! 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 purpura.**

**Verbete**

**Consenso**

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

\* \* \* \* \*

**Você já sabe que a respiração celular ocorre na mitocôndria, mas agora com 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 à toa que tal associação foi benéfica para ambas as partes. Os eucariontes conseguiram energia e as bactérias purpura (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!

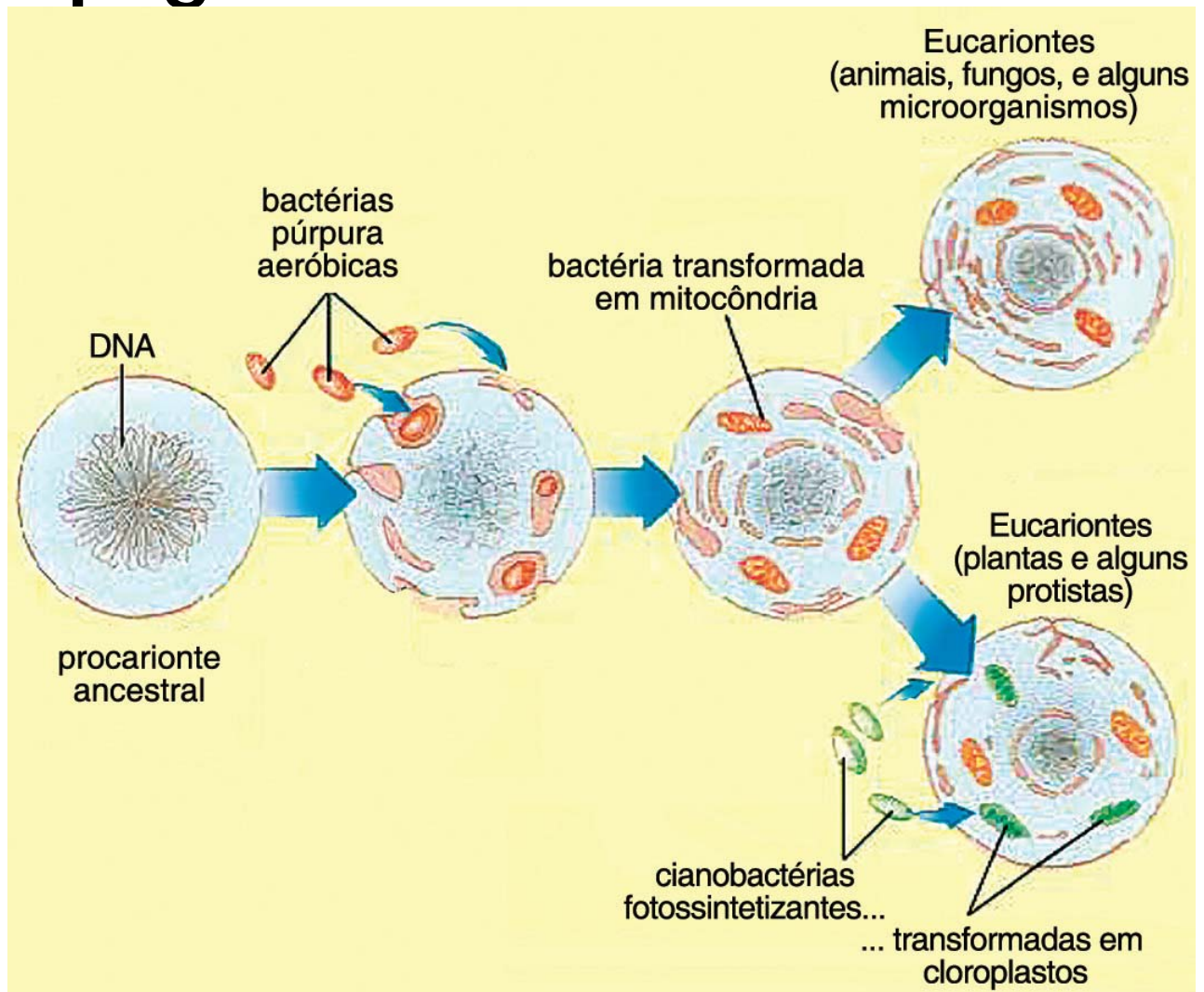
Nas células das plantas, também encontramos mitocôndrias. Além das mitocôndrias, existem em plantas outras organelas que também apresentam seu próprio genoma, os cloroplastos. Aliás, são essas organelas que permitem às plantas fazerem a tão famosa fotossíntese. Qual não foi a surpresa dos pesquisadores,

**82**

**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.**

&lt;pág. 24&gt;



**Figura 13: Teoria endossimbiônica serial de Lynn Margulis. Por essa teoria, uma célula procarionte, engloba uma outra célula procarionte**

**(bactéria purpura) 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.**

**<pág. 25>**

### **Atividade 3**

**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?**

**\* \* \* \* \***

**Recursos complementares**

**Leia o livro na íntegra no seguinte endereço:**

**<http://ecologia.ib.usp.br/ffa/arquivos/abril/darwin1.pdf>**

**Será que existe vida em outros planetas?**

**<http://www.observatorio.ufmg.br/Pas103.htm>**

**Resfriado e gripe são duas doenças diferentes. Conheça melhor esta primeira. Acesse: <http://saude.ig.com.br/minhasaude/enciclopedia/resfriado+comum/ref1238131523511.html>**

<pág. 26>

## 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 inhabitados.**

**. 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 endossimbiônica 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. 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.**

**<pág. 27 >**

**Saiba mais**

**. Você pode conhecer melhor essa simulação, usando o programa Populus. O programa pode ser baixado**

para o seu computador gratuitamente pelo site <http://www.cbs.umn.edu/populus/> Neste programa, você irá selecionar "Natural selection" e wozology.

. O relojoeiro cego, um livro excelente de Richard Dawkins.

<http://www.phy.syr.edu/courses/mirror/biomorph/>

\*\*\*\*\*

<pág. 28>

## Respostas das atividades

### 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

Nesta atividade, o aluno deverá 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.**

**<pág. 29>**

**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 á 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**

**d. microorganismos obterem matéria-prima e energia.**

**e. 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.**

**f. 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.**

**<pág. 31 >**

**Caia na rede!**

**Um pouco mais sobre a origem de moléculas complexas?**

**Que tal aprender um pouco mais sobre os experimentos de Muller e Urey? Entre nessa página e leia o interessante texto!**

**<http://atividadesonline.blogspot.com.br/2011/03/experiencia-de-miller-de-1958-pode.html>**

**Em algumas partes dele, você verá hiperlinks (textos destacados em azul), nos quais você pode clicar e abrir novas páginas com textos relacionados.**

<pág. 33>

**Megamente  
Onde parar?**

**A seleção natural ocorre ao acaso, cada virada de página da evolução dos seres vivos aconteceu de forma espontânea e sem direcionamento (pensando que as mutações são as causas delas). Então, quer experimentar a sensação de não saber onde irá chegar?**

**Pegue dois amigos seus e saia de carro com eles. Cada um de vocês dará uma instrução de direção a cada momento da viagem:**

**“- Vire a direita naquela rua. – diz o amigo 1.**

**- Agora faça o retorno após o terceiro sinal. – diz o amigo 2.**

**- Vou virar a esquerda após a terceira transversal. – diz você.”**

**Onde você irá parar? Se você se sentir perdido, pergunte a alguém onde está! Não se preocupe, pois você sempre acabará voltando para a sua casa (é só não fazer isso por muito tempo, assim não irá tão longe!).**

**Essa atividade pode ser estranha, mas é uma maneira de exercitar a sua navegação espacial e a sua atenção. Todos os seus sentidos**

**estarão a mil por hora a fim de captar os novos estímulos que o cercam. Ao conversar com os seus amigos ou com as pessoas da rua, em busca de informações sobre onde você se encontra, também estimulará suas habilidades sociais.**