

Eletrônico



**Estratégia**  
CONCURSOS

Aula

Conteúdos Específicos p/ SÉ-PE (Professor - Biologia) com Vagas para Pós-Edital

Professor: Daniel dos Reis Lopes, Diego Cardoso de Oliveira Feltoza

## **AULA 00: Biologia como Ciência; Método científico; origem do Universo, da Terra e da vida; teorias evolutivas; evolução humana.**

<b>SUMÁRIO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Saudação e apresentação dos professores	01
2. Cronograma do curso	03
3. A Biologia como Ciência	04
4. O Método Científico	05
5. Origem da Vida	08
6. Teorias Evolutivas	17
7. Evolução Humana	34
8. Questões comentadas	42

### **1. Saudação e Apresentação dos Professores**

Olá, companheiros de profissão. Esse curso é voltado para você que almeja a estabilidade do emprego público e, especificamente, como professor de Biologia da **Secretaria de Estado de Educação da Paraíba (SEE-PB)**. Ao longo das nossas aulas, pretendemos direcionar seus estudos de forma a cumprir todo o conteúdo previsto no edital do referido concurso.

Esse curso será escrito a 4 mãos, pelos professores Daniel Reis e Diego Feitoza. Vamos às apresentações!

Meu nome é Daniel Reis e sou licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Fui aprovado para Professor de Ciências do Município do Rio de Janeiro em 2008. Fui aprovado em 2º lugar na Escola de Formação Complementar do Exército em 2009 na área de Magistério Ciências Biológicas, onde obtive a primeira colocação na área de Magistério durante o Curso de Formação de Oficiais. Nessa escola desenvolvi monografia sobre o Oficial de Controle Ambiental no Exército Brasileiro,



como requisito para minha formação. Em 2017, obtive o grau de Especialista em Ciências Militares com monografia sobre o Curso Regular de Educação a Distância do Colégio Militar de Manaus. Exerci a função de Oficial de Meio Ambiente na Companhia de Engenharia de Força de Paz – Haiti, fui professor de Biologia do Colégio Militar de Brasília e do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Atualmente sou assessor pedagógico na Diretoria de Educação Preparatória e Assistencial do Exército, coordenador do Estratégia ENEM e professor de Biologia no Estratégia Concursos.

Deixo aqui os links para minhas redes sociais. Sinta-se à vontade para fazer contato!



[www.facebook.com/danielreisbio](http://www.facebook.com/danielreisbio)

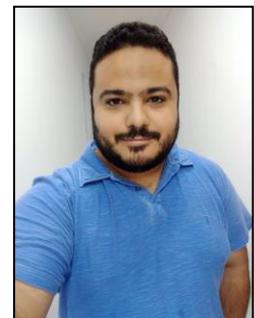


[www.youtube.com/oreisdabiologia](http://www.youtube.com/oreisdabiologia)



@oreisdabiologia

Sou o professor Diego Feitoza, graduado e licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Fui aprovado em concursos públicos para o magistério fundamental e médio em todas as esferas possíveis. Na esfera municipal, fui professor na cidade de Saquarema - RJ - aprovado em 2º lugar; na esfera estadual fui aprovado para o estado do Rio de Janeiro em 4º lugar e na esfera federal fui professor efetivo do Colégio Pedro II. Além de possuir curso de aperfeiçoamento pra educação especial, tenho 14 anos de experiência ministrando aulas nos cursos pré-vestibulares de maior expressão no cenário carioca e nacional. Atualmente sou CEO de um curso pré-vestibular na região dos lagos e atuo em cursos online preparatórios para o ENEM, demais vestibulares e concursos públicos com conhecimentos específicos de Biologia.



Deixo aqui o link para minha rede social. Sinta-se à vontade para fazer contato!





@dcfeitoza

É sempre bom lembrar também que nosso fórum de dúvidas está totalmente disponível para que você envie seus questionamentos. Não se acanhe!

## 2. Cronograma das aulas

AULA	CONTEÚDO	DATA
00	Biologia como Ciência; Método científico; origem do Universo, da Terra e da vida; teorias evolutivas. Evolução humana.	23/05/19
01	Conceitos básicos de ecologia; cadeias e teias alimentares; pirâmides ecológicas; ciclos biogeoquímicos;	26/05/19
02	Dinâmica de populações; relações ecológicas; sucessão ecológica; Biogeografia; Biomas brasileiros.	29/05/19
03	Problemas ambientais; medidas de conservação; noções de legislação ambiental.	01/06/19
04	A química da vida; Origem e evolução das células; uma visão geral da célula, Membrana Plasmática; Citoplasma; Aspectos gerais do metabolismo celular (enzimas).	04/06/19
05	Metabolismo Energético: Respiração Celular e Fotossíntese, Núcleo interfásico e código genético. Síntese proteica.	07/06/19
06	Ciclo celular, Divisão celular, principais tecidos animais, Biotecnologia.	10/06/19
07	Fisiologia Humana: sistema digestório, circulatório, respiratório, urinário.	13/06/19
08	Fisiologia Humana: sistema nervoso, sensorial, endócrino e reprodutor. Embriologia humana.	16/06/19
09	Genética Mendeliana; Polialelia; Grupos sanguíneos; Interação Gênica; Pleiotropia.	19/06/19
10	Herança sexual; ligação gênica; alterações cromossômicas; genética de populações.	22/06/19
11	Características dos seres vivos; classificação dos seres vivos; ciclos de vida; análise adaptativa dos seres vivos (vírus, bactérias, protoctistas, Fungos).	25/06/19
12	Análise adaptativa dos seres vivos (Botânica). Histologia vegetal, anatomia vegetal e fisiologia vegetal.	28/06/19
13	Análise adaptativa dos seres vivos (Zoologia).	01/07/19
14	Principais doenças que afetam a população brasileira. DST 's. Métodos contraceptivos. Drogas.	04/07/19



### 3. A Biologia como Ciência

**BIOLOGIA**  
Vida                      Estudo

A palavra **BIOLOGIA** significa **ESTUDO DA VIDA** e, por isso, essa linda matéria vai tratar de tudo que envolve direta ou indiretamente os seres vivos do nosso planeta.

A Biologia é uma disciplina muito vasta, incluindo muitas outras, como por exemplo: Anatomia, Bioquímica, Botânica, Citologia, Ecologia, Evolução, Fisiologia, Genética, Zoologia etc. Ao longo do nosso curso, vamos passear por todas essas áreas, sempre buscando entender como elas se relacionam para construir o conhecimento amplo da nossa matéria de estudo.

A Biologia, por sua vez, faz parte de um conjunto ainda maior de disciplinas às quais damos o nome de **Ciências**. A Ciência trata de todo o conjunto de conhecimentos que podem ser testados através do **Método Científico**. Dessa forma, a Biologia, por ser uma Ciência, também vai utilizar o Método Científico na sua construção. É preciso lembrar que as Ciências estão em constante mudança à medida que novos conhecimentos vão surgindo em decorrência da utilização do Método Científico.

Essa é a diferença básica entre Ciência e Religião. Enquanto que a primeira dispõe de um método próprio para a produção de conhecimento, a segunda não pode usar esse mesmo método, uma vez que seus princípios não são passíveis de serem testados.

### 4. O Método Científico



O **Método Científico** é, portanto, o conjunto de etapas utilizadas pela Ciência na construção de novos conhecimentos. Ele se baseia nas **observações** dos fenômenos naturais e se propõe a realizar **testes** para explicar esses fenômenos. No entanto, esses **testes** são limitados pela **tecnologia** disponível para a sua realização. Um exemplo claro disso foi a invenção do microscópio. Essa inovação tecnológica possibilitou aos cientistas obter informações que antes eram desconhecidas e, por isso, puderam explicar vários novos fenômenos.

Didaticamente, o Método Científico segue 06 etapas. Vamos ver quais são elas:

- 1. Observações**
- 2. Perguntas**
- 3. Hipóteses**
- 4. Experimentação**
- 5. Resultados**
- 6. Conclusões**

Tudo começa com a **observação** de algum fenômeno natural que desperta o interesse de algum cientista. Essa **observação** leva a uma **pergunta**. Para essa pergunta o cientista formula, indutivamente, possíveis respostas. Essas possíveis respostas são chamadas de **hipóteses**. Para que uma **hipótese** seja válida, ela precisa ser **testável**. É aí que entra a **experimentação**. Essa etapa vai incluir os testes necessários para confirmar ou negar uma hipótese. Um experimento pode ser **comparativo** ou **controlado**. O experimento comparativo vai utilizar os dados fornecidos diretamente pela natureza. Já no experimento controlado, o cientista cria um ambiente artificial de modo a isolar a variável que ele quer testar, no sentido de obter resultados mais fidedignos. Nessa situação são criados **grupos controle**, onde a variável a ser testada não está presente; e **grupos experimentais**, sujeitos às condições que se quer testar. (Não se preocupe pois mais à frente darei alguns exemplos que vão facilitar a compreensão desse assunto.) Após a



**experimentação** o cientista obtém os **resultados** que nada mais são do que dados frios que dependem da interpretação cuidadosa para que, enfim, tenhamos nossas **conclusões**. É por isso que a Ciência é algo tão incrível e que, por vezes, gera muitas polêmicas, já que mesmos resultados podem ser interpretados de maneira diferente por diferentes cientistas, levando a conclusões totalmente diferentes também.

Vamos a alguns exemplos:

**Exemplo 01:** A partir de **observações**, verificou-se que após a instalação de uma fábrica próximo a um rio, houve uma diminuição na quantidade de peixes encontrados no local.

Seguindo as etapas do Método Científico vamos tentar chegar a algumas conclusões. Após as **observações**, surge uma **pergunta**, que nesse caso seria: O que está causando a diminuição na quantidade de peixes? Para essa pergunta, podemos associar o fato da instalação de uma fábrica no local e formular a **hipótese** de que há relação entre os resíduos jogados por ela no rio e a morte dos peixes. Essa hipótese é testável e, por isso, é válida. Vamos passar à **experimentação** pois precisamos testar a nossa hipótese. Vamos fazer um experimento **comparativo**, analisando amostras de água em diversos pontos do rio e com diferentes distâncias da fábrica, e, ao mesmo tempo vamos fazer um estudo populacional nesses mesmos pontos para verificar a quantidade de peixes em cada um deles. A ideia é cruzar os dados de concentração de poluentes na água com a distância da fábrica e com a quantidade de peixes para saber se existe alguma relação. Finalmente, após todas as análises, nossos **resultados** apontam que a quantidade de peixes é inversamente proporcional à quantidade de poluentes na água do rio e que, quanto mais próximo da fábrica maior essa poluição. Ou seja, existe uma clara relação entre a presença da fábrica, a quantidade de poluentes e a diminuição dos peixes no rio. Podemos tirar como **conclusão**, dessa



forma, que a causa da diminuição dos peixes é a liberação de resíduos tóxicos pela fábrica nas águas do rio.

**Exemplo 02:** Uma planta amazônica faz parte da farmacopeia indígena e, segundo esse povo, possui efeitos analgésicos poderosos.

Bom, já temos nossa **observação** e partiremos para a **pergunta**: Essa planta tem mesmo efeitos analgésicos? Uma vez que temos um bom registro histórico do uso dessa planta em populações indígenas, vamos assumir como nossa **hipótese** que a planta realmente é eficaz. No entanto, para que ela possa ser transformada em remédio e comercializada é necessário passar por vários testes que comprovem o seu efeito. Normalmente os testes são realizados em cobaias não-humanas e, posteriormente, caso tudo dê certo, passam para humanos. Vamos simplificar o processo e passar para a **experimentação** em humanos. Nesse caso, vamos fazer um experimento **controlado**. Para isso teremos dois grupos de pessoas. Um será o **grupo controle** e o outro será o **grupo experimental**. Todas essas pessoas sofrem de dor de cabeça crônica. O grupo experimental receberá o comprimido feito a partir da planta a ser testada. O grupo controle receberá um comprimido de formato idêntico ao do grupo experimental, porém feito de farinha. Um detalhe importante é que as pessoas não saberão a qual grupo pertencem e, por isso, não saberão se estão tomando o remédio verdadeiro ou o comprimido de farinha. Isso é importante para se eliminar o efeito **placebo**, pois o simples fato de a pessoa acreditar que está tomando um remédio já pode ser suficiente para que algum efeito seja percebido. A ideia então é verificar se existe alguma diferença significativa entre aqueles indivíduos que tomaram o remédio de verdade e aqueles que tomaram um comprimido de farinha mesmo acreditando que poderia ser um remédio. Após a administração dos comprimidos, cada pessoa relatou se sentiu diminuição na dor de cabeça em uma escala de 0 a 10. Com esses dados temos os nossos **resultados** que podem ser colocados em uma tabela e analisados estatisticamente para saber se houve uma



diferença significativa entre os grupos e, conseqüentemente, saber a eficiência do remédio. Descobrimos então que, em algumas situações, aqueles indivíduos que tomaram o comprimido de farinha relataram efeitos muito maiores do que aqueles que tomaram o comprimido feito da planta. Os testes estatísticos apontam que não há diferenças que comprovem a eficiência desse fármaco para a analgesia. Sendo assim, **concluimos** que a comercialização desse remédio não é viável e não se justifica.

Com esses dois exemplos, acredito que tenha ficado mais claro de que maneira a Biologia trabalha usando o Método Científico.

É importante lembrar também que o raciocínio usado no Método Científico pode se mostrar muito útil no nosso cotidiano, uma vez que nos induz a sempre questionar os fatos e não apenas aceitar aquilo que outras pessoas nos dizem sem apresentar nenhum argumento lógico. Sendo assim, em última análise, estudar o Método Científico vai te ajudar a perceber quando alguém está tentando te enganar! Fica esperto, camarada!

## 5. Origem da Vida

Agora que já estudamos como a Biologia trabalha através do Método Científico, podemos passar para uma das questões mais incríveis, polêmicas, importantes e fantásticas de todas as Ciências: De onde viemos? Ou seja, como a vida surgiu no nosso planeta? Para isso, precisaremos voltar no tempo, bem antes do surgimento do primeiro ser vivo para ter noção de como o Universo e o planeta Terra se formaram.

### ORIGEM DO UNIVERSO, DO SISTEMA SOLAR E DO PLANETA TERRA

A teoria mais aceita sobre a origem do Universo nos diz que ele se formou há cerca de 13,7 bilhões de anos com uma grande explosão chamada *Big Bang*. Pouco se sabe a respeito dos momentos logo após ou antes do *Big Bang*. Contudo, sabe-se que toda a matéria e a energia do



universo estavam concentradas em um pequeno ponto de densidade infinita e que, após a explosão, o universo começou a se expandir em todas as direções, fato que continua a ocorrer.

Há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, o nosso Sistema Solar começou a se formar a partir de uma nuvem de gás e poeira fina. No centro dessa nuvem em rotação, e pela ação da gravidade, o Sol se formou. A gravidade foi também responsável pela agregação de matéria orbitando ao redor do Sol, o que ocasionou a formação dos planetas, entre eles a Terra.

No início, o nosso planeta era bem diferente do que é hoje. Era um lugar extremamente hostil, tão quente que não havia rochas sólidas e constantemente bombardeado por outros corpos. De fato, as condições para o surgimento da vida ainda não estavam presentes. No entanto, o gradativo resfriamento da superfície possibilitou a solidificação das rochas e o aparecimento de água no estado líquido. Por volta de 4 bilhões de anos atrás, a atmosfera terrestre era constituída principalmente por dióxido de carbono, vapor de água, amônia, metano e óxidos de enxofre. Definitivamente uma atmosfera malcheirosa! Mas foi nesse ambiente que os primeiros organismos tiveram condições de surgir e se desenvolver e é aí que a coisa fica mais interessante para o nosso estudo.

### ABIOTOGÊNESE X BIOTOGÊNESE

A origem da vida na Terra sempre foi uma questão central a ser respondida pela humanidade. Há mais de 2000 anos, filósofos da Grécia antiga, como Aristóteles, já procuravam explicar esse fenômeno.

Aristóteles, assim como muitos outros, defendia que os seres vivos poderiam surgir não apenas pela reprodução, mas também a partir da matéria inanimada. Essa teoria, conhecida como **geração espontânea** ou **abiogênese** foi bem aceita até o século XIX e considerava que a matéria não-viva, em determinadas condições, poderia dar origem a seres vivos. Isso explicaria como larvas de insetos surgiam em alimentos depois de um tempo, por exemplo. A **abiogênese** contava até com uma "receita" para



produzir camundongos a partir de camisas sujas e sementes de trigo. De acordo com essa receita defendida pelo médico belga Jan Baptist van Helmont, se esses ingredientes fossem deixados em um canto escuro, após 21 dias camundongos surgiriam espontaneamente a partir deles. Hoje parece muito claro que os camundongos eram apenas atraídos de outros lugares e não surgiam a partir da matéria inanimada. No entanto, no século XVII, quando o Método Científico ainda não era usado com os critérios atuais, muitos cientistas julgavam que isso realmente fosse possível.

Ainda no século XVII, um cientista italiano chamado **Francesco Redi**, elaborou um experimento para mostrar que a abiogênese não era uma maneira possível para o surgimento de novos seres vivos. Redi organizou uma série de frascos de vidro e, dentro de cada um, colocou um pedaço de carne crua. Os frascos foram então divididos em três grupos: 1 – fechados com uma tampa (Grupo experimental 1); 2 – sem tampa, porém cobertos com gaze (Grupo experimental 2); 3 – abertos (Grupo controle). Após algum tempo, ele percebeu que nos frascos abertos havia larvas se alimentando da carne, bem como a presença de moscas. Nos frascos cobertos com gaze, não havia larvas na carne, porém havia moscas do lado de fora (possivelmente atraídas pelo cheiro da carne). Nos frascos fechados com tampa, não havia nem larvas nem moscas. Com isso, Redi demonstrou que o surgimento das larvas dependia do acesso das moscas à carne para colocar seus ovos e, sendo assim, elas não surgiriam espontaneamente. Esse experimento fortaleceu a ideia de que os seres vivos apenas surgem a partir da reprodução de outros seres vivos, teoria essa chamada de **biogênese**. Na figura abaixo está um esquema do experimento de Redi.



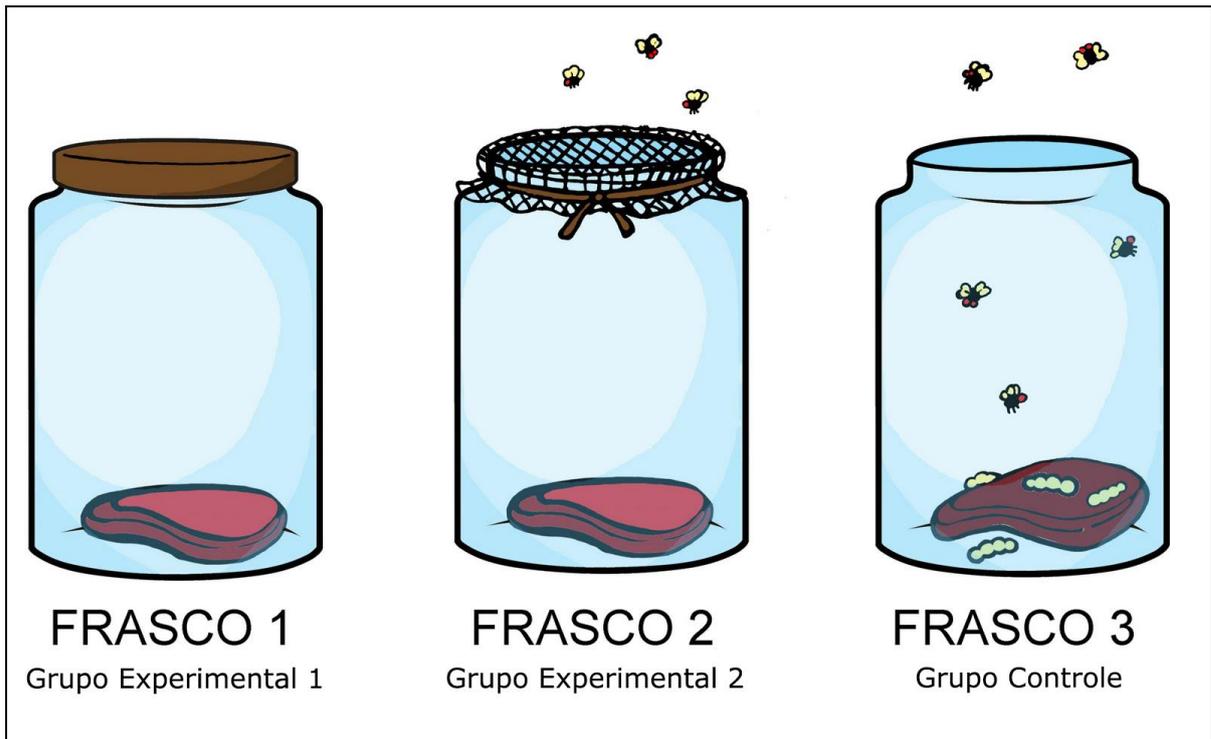


Fig. 1: Experimento de Francesco Redi.

A história poderia estar resolvida aqui, porém, **a invenção do microscópio** no fim do século XVII colocou lenha na fogueira e reacendeu a discussão. Acontece que os cientistas começaram a enxergar organismos desconhecidos até então por serem muito pequenos. As bactérias, por exemplo, podiam ser observadas em praticamente qualquer lugar. Isso levou ao pensamento de que, para seres “superiores”, como os animais, apenas a **biogênese** fosse válida. Enquanto que para seres “inferiores”, como as bactérias, a **abiogênese** seria válida. Na verdade, isso gerou mais confusão do que outra coisa.

Outros experimentos foram realizados no século XVIII, como os de Needham (defendendo a abiogênese) e os de Spallanzani (defendendo a biogênese). No entanto, quando as evidências apontavam para a biogênese, os seus críticos apelavam para a existência de uma “força vital” presente no ar, que estava sendo destruída nos experimentos e, por isso, impedia que a geração espontânea ocorresse.

Foi então que, no século XIX, **Louis Pasteur** conseguiu dar fim a essa discussão. Utilizando as ideias de Spallanzani, ele elaborou um experimento que derrubou de vez a geração espontânea tanto para seres

microscópicos quanto para macroscópicos. Nesse experimento, Pasteur colocou um caldo nutritivo dentro de um recipiente (assim como fizeram Needham e Spallanzani). No entanto, o recipiente de Pasteur tinha, em sua extremidade, um prolongamento em forma de pescoço de cisne, como mostra a imagem abaixo. Pasteur ferveu o caldo, eliminando quaisquer microrganismos nele presentes e, mesmo estando em contato com o ar (repare que a extremidade do recipiente era aberta), não houve o surgimento de novos microrganismos nesse caldo. O que acontece é que as bactérias e outros seres presentes no ar ficavam retidos na curvatura do pescoço de cisne e não conseguiam atingir o caldo e nem o contaminar. Após um tempo, Pasteur quebrou o pescoço de cisne, permitindo o acesso dos organismos presentes no ar ao caldo nutritivo e, dentro de algum tempo, eles se reproduziram dentro do recipiente. Com isso, Pasteur provou, finalmente, que a geração espontânea não poderia ocorrer, ainda que houvesse contato com o ar e com a tal “força vital” defendida pelos cientistas que acreditavam na abiogênese.

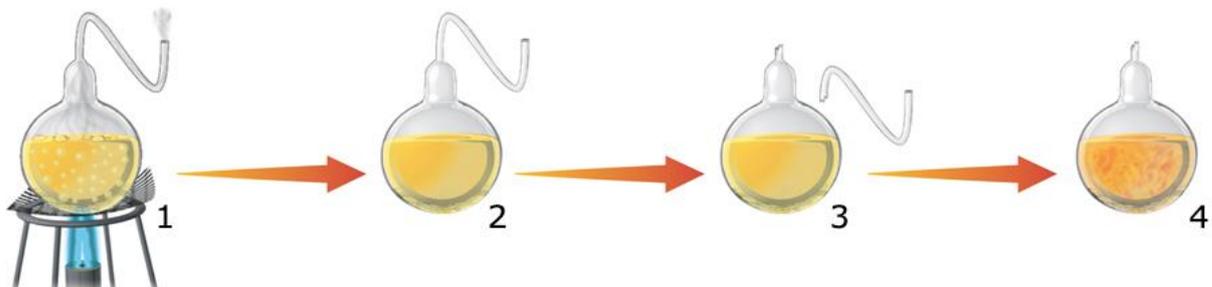


Fig. 2: Experimento de Pasteur. (1 – fervura do caldo; 2 – ausência de microrganismos; 3 – quebra do pescoço de cisne; 4 – aparecimento de microrganismos)

Após esse experimento, não havia mais dúvidas a respeito do surgimento de novos seres vivos. Ou seja, todos os organismos se originam a partir da reprodução de outros seres vivos, conforme a teoria da **biogênese**. Contudo, uma pergunta ainda restava: e os primeiros seres vivos? Como eles surgiram? Algum outro processo deve ter ocorrido, já que não havia seres vivos antes para se reproduzir e dar origem a outros. Para responder essa pergunta, teremos que voltar pelo menos 3,8 bilhões de anos e considerar as características do planeta Terra naquela época.

## TEORIA DA EVOLUÇÃO QUÍMICA OU MOLECULAR

Como já vimos, há cerca de 4 bilhões de anos, as características do planeta Terra eram totalmente diferentes das atuais. A atmosfera era formada principalmente por dióxido de carbono, vapor de água, amônia, metano e óxidos de enxofre, as temperaturas eram muito mais altas, havia intensa atividade vulcânica e choques de meteoritos. No entanto, foi nessas condições que, muito provavelmente, os primeiros seres vivos se formaram.



Fig. 3: Representação da Terra há 3,5 bilhões de anos. (Ilustração de Peter Sawyer, Smithsonian Institute)

Na década de 20 do século passado, dois cientistas (Alexander Oparin e J.B.S. Haldane) formularam a hipótese de que, em algum momento na história da Terra, e numa atmosfera sem gás oxigênio, os primeiros seres vivos podem ter surgido a partir da matéria inorgânica (não viva). Essa hipótese é conhecida como **Evolução Química ou Molecular** e fornece a base para o que temos de mais aceito atualmente sobre a origem da vida no nosso planeta. Segundo a hipótese de Oparin-Haldane, a Terra primitiva possuía uma atmosfera quimicamente redutora e, nela, moléculas inorgânicas expostas a várias formas de energia, reagiriam

para formar moléculas orgânicas simples que precipitariam e acumulariam nos oceanos e demais depósitos de água na superfície. Nessa "sopa primordial", as moléculas orgânicas se combinariam para formar moléculas mais complexas (polímeros) e, por fim, dar origem aos primeiros seres vivos.

Na década de 1950, Stanley Miller e Harold Urey realizaram um experimento em que simularam as condições da Terra primitiva propostas por Oparin e Haldane. Em um circuito fechado, eles criaram um sistema de aquecimento e resfriamento da água, simulando o seu ciclo entre a atmosfera (na forma de vapor) e os oceanos. No recipiente que simulava a atmosfera eles adicionaram os gases propostos por Oparin e Haldane. Os raios foram reproduzidos com descargas elétricas geradas por eletrodos.



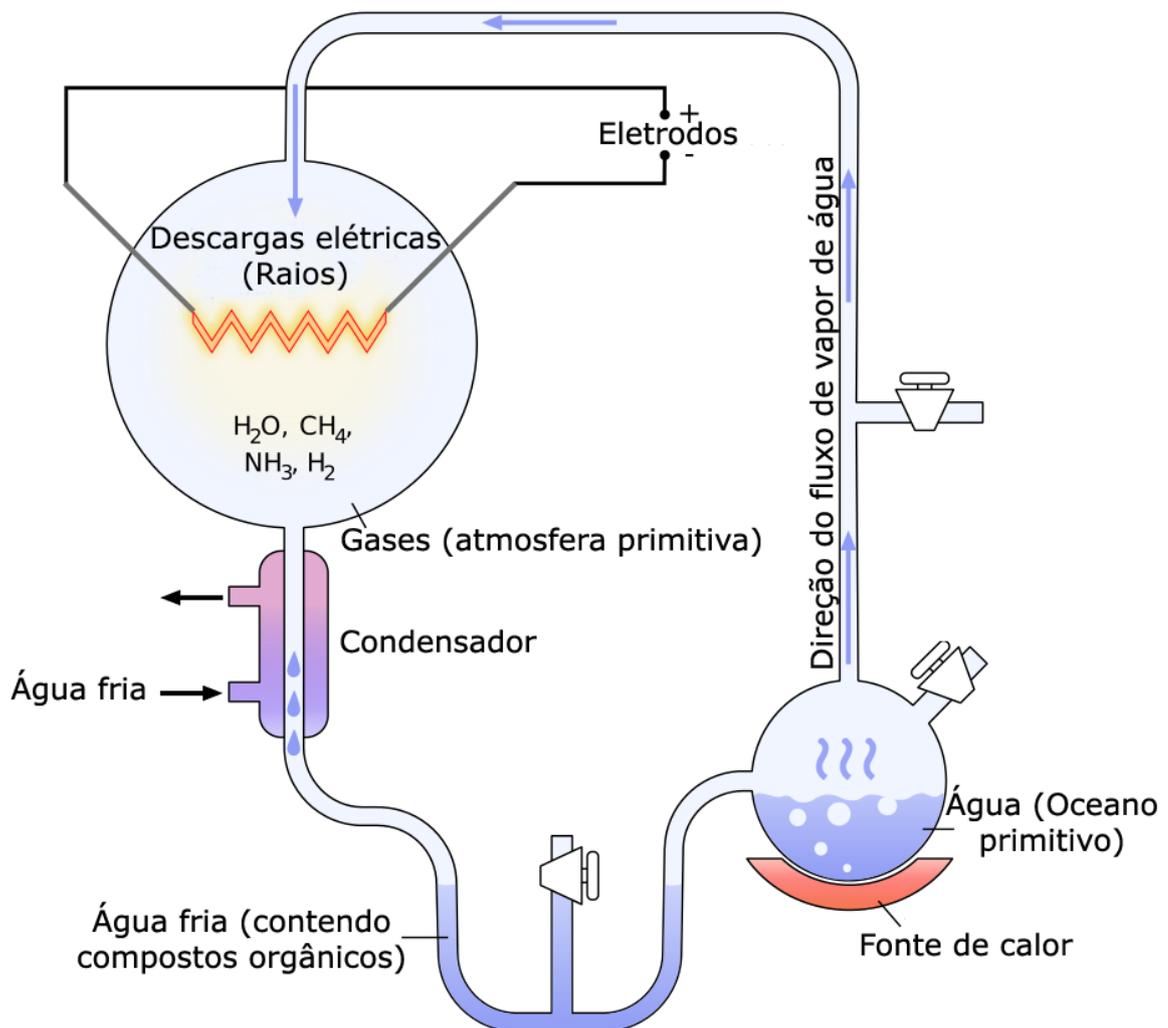


Fig. 4: Experimento de Miller-Urey, provando que é possível obter compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos nas condições da Terra primitiva.

Depois de algum tempo, ao analisar a água depositada no sistema, eles verificaram a presença de moléculas orgânicas simples como aminoácidos. Com isso, a hipótese de Oparin-Haldane sobre a origem da vida foi fortalecida, pois ficou comprovado que nas condições da Terra primitiva, compostos inorgânicos poderiam dar origem a compostos orgânicos simples, um passo essencial na formação dos primeiros seres vivos.

Oparin também propôs que aglomerados de moléculas orgânicas formados espontaneamente na água (os **coacervados**) seriam o próximo passo no surgimento da primeira célula, uma vez que constituem um compartimento individualizado do meio externo. Esse compartimento, por

sua vez, facilitaria as reações entre as substâncias no seu interior, fornecendo proteção dos agentes externos e possibilitando concentrações diferentes de moléculas entre a parte de dentro e a parte de fora do coacervado. A partir do momento em que um **coacervado** incorporou uma molécula com a capacidade de se autorreplicar (RNA ou DNA), teríamos então a primeira célula e, conseqüentemente, o primeiro ser vivo.

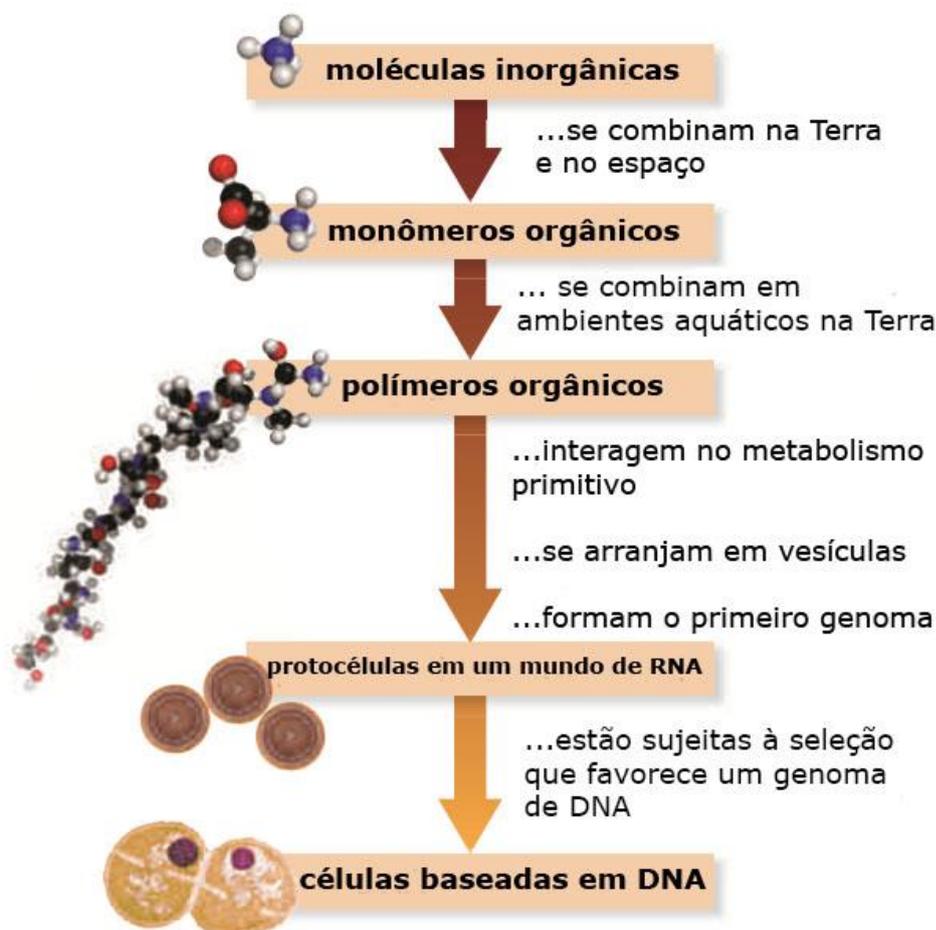


Fig. 5: Provável sequência de eventos até o surgimento das primeiras células.

Existem duas hipóteses a respeito do metabolismo dos primeiros seres vivos. A **hipótese autotrófica** considera que esses seres, semelhantes a arqueobactérias, realizavam quimiossíntese extraindo energia de compostos inorgânicos, de modo a produzir moléculas orgânicas como a glicose. Essa hipótese baseia-se no fato de que não haveria matéria orgânica disponível suficiente para manter ecossistemas inteiramente formados por seres heterotróficos. Em um segundo momento

teriam surgido os seres heterotróficos anaeróbicos (que não utilizavam oxigênio), depois os seres fotoautotróficos e, por fim, os seres heterotróficos aeróbicos.

Outros autores consideram que a **hipótese heterotrófica** é que seria a mais provável. Nela, os primeiros seres vivos seriam **heterotróficos**, ou seja, precisavam extrair energia de moléculas orgânicas presentes no ambiente. Essa hipótese trabalha com a lógica de esse tipo de metabolismo ser mais simples do que o autotrófico. Com o tempo, a falta do "alimento" já pronto no ambiente acabou por selecionar organismos capazes de, a partir de outras fontes de energia (como a luz do Sol), produzirem suas próprias moléculas orgânicas. E aí teriam os seres **quimioautotróficos** e **fotoautotróficos**, sendo estes últimos responsáveis pelo grande aumento nos níveis de gás oxigênio presente na atmosfera.

Não há, contudo, um consenso na comunidade científica a respeito de qual hipótese estaria certa. No entanto, o que é certo, é que a respiração aeróbica só surgiu após o aparecimento da fotossíntese, uma vez que o gás oxigênio não existia na atmosfera antes das primeiras bactérias começarem a utilizar a energia do sol, o gás carbônico e a água para sintetizarem moléculas orgânicas.

Falaremos melhor sobre os tipos de metabolismo energético em uma outra aula.

Na próxima parte dessa aula veremos como a ciência explica que esses primeiros seres vivos tenham dado origem a todos os outros seres do nosso planeta, incluindo EU e VOCÊ!

## 6. Teorias Evolutivas

### INTRODUÇÃO

A **Evolução** dos seres vivos é um dos temas centrais da Biologia e também um dos que geram mais polêmicas. Não é à toa que esse assunto já vem sendo debatido desde a época dos filósofos gregos há mais de dois mil anos. Nesta aula vamos fazer uma breve recapitulação sobre como as



concepções sobre a evolução foram mudando ao longo do tempo e conheceremos “os pais da criança”, ou seja, quem foram os grandes cientistas que abordaram esse assunto. Além disso, vamos focar no que temos de mais aceito hoje em dia e compreender quais mecanismos são responsáveis pelos processos evolutivos. Por fim vamos ver algumas questões do ENEM que trataram desse incrível tema!

Bora lá?

### TEORIAS EVOLUTIVAS

Como foi citado na introdução, alguns filósofos da Grécia Antiga já se interessavam pela origem da vida na Terra. No entanto, um deles se destacou. Seu nome era Aristóteles (384a.C. – 322a.C) e ele considerava que os seres vivos não sofriam modificações ao longo do tempo (**fixismo**).

Outro **fixista** foi Lineu (1707 - 1778), que é considerado o pai da **taxonomia** moderna. Mas isso é assunto para a aula de **Classificação Biológica**. O que interessa pra gente agora é que Lineu, por ser fixista, acreditava que os seres vivos não sofriam modificações ao longo do tempo e, além disso, era também **criacionista**, pois acreditava que todos os seres vivos haviam sido criados por Deus. Por não haver modificação, também não haveria o surgimento de novas espécies, uma vez que todas teriam surgido como fora determinado pelo seu criador.

Entretanto, motivados pela descoberta de vários **fósseis**, alguns cientistas no fim do século XVIII começaram a defender a ideia de que os seres vivos sofrem modificações ao longo das gerações e, portanto, **evoluem**.

Um dos grandes nomes dessa nova linha de pensamento foi **Jean Baptiste Lamarck** (1744 – 1829). Ele acreditava que os primeiros seres vivos surgiram através da matéria não viva (**geração espontânea**) e que, ao longo de sucessivas modificações, deram origem aos seres atuais.



O mecanismo pelo qual ele explicou essas modificações baseia-se em duas leis:

- **A lei do uso e do desuso**
- **A lei da transmissão de caracteres adquiridos**

Pela **lei do uso e do desuso**, Lamarck tentava explicar, por exemplo, por que animais que vivem em cavernas com pouca luz tendem a ter a visão pouco desenvolvida. Segundo ele, por não haver necessidade, os olhos desse animal teriam se atrofiado. Assim, quanto mais usada fosse uma estrutura no corpo de um ser vivo, mais desenvolvida ela se tornaria, e vice-versa. Essas características seriam então passadas de geração em geração, caracterizando a **lei da transmissão de caracteres adquiridos**. Mais tarde ficou provado que nem uma lei nem outra estavam corretas, mas Lamarck contribuiu muito para o estudo da evolução e influenciou bastante o trabalho do próximo cientista que vamos estudar.



Fig. 6: Representação de Lamarck com o corpo de uma girafa

Nesse momento, respira fundo e prepara que o melhor está por vir. Falamos até agora de Aristóteles, Lineu e Lamarck. Mas “o cara” da evolução é o próximo. Respirou? Então vai!

**Charles Darwin** (1809 - 1882) revolucionou o estudo da evolução biológica com a publicação de sua afamada obra **A Origem das Espécies** de 1859. Nesse livro, Darwin introduziu o conceito de **Seleção Natural** ou a **sobrevivência do mais apto**. Deixa eu explicar como isso funciona.

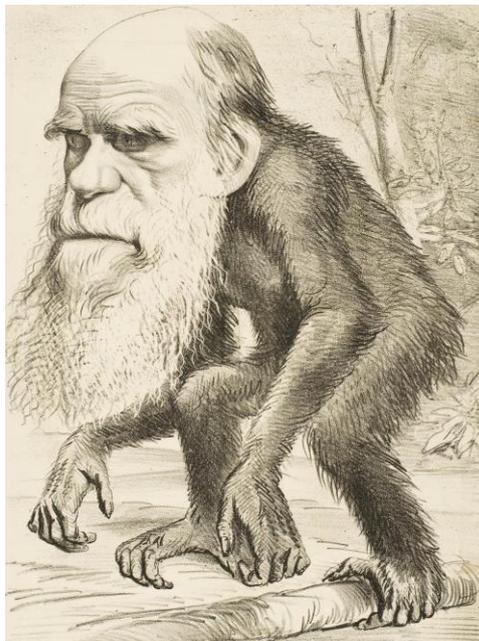


Fig. 7: Charge de crítica às ideias evolucionistas de Darwin

Imagina uma população de sapos vivendo em um local com bastante umidade. Em um determinado momento, esse local começa a sofrer mudanças climáticas que o levam a, gradativamente, ser mais seco. Aqueles sapos naturalmente mais dependentes de água vão morrendo e deixando menos descendentes. Por outro lado, aqueles sapos naturalmente mais resistentes à seca vão se reproduzir mais em comparação com os outros. Isso vai levar a uma gradativa mudança nas características dessa população onde vão predominar, cada vez mais, esses indivíduos resistentes à seca. É a **seleção natural** atuando.

Ou seja: o planeta sofre mudanças constantes e com isso os habitats também se modificam. Logo, os seres vivos que possuam características favoráveis às novas configurações ambientais sobreviverão e deixarão descendentes que, por sua vez, também possuirão essas características favoráveis. Podemos dizer então que os mais aptos foram selecionados.

**Agora presta atenção!!** Repara que essas características favoráveis não apareceram *durante* a vida do sapo. **Elas não foram adquiridas.** Elas já estavam lá e são fruto de variações presentes dentro dos indivíduos de uma população. Para que isso fosse válido, Darwin também previa que essas características deveriam ser herdadas, apesar de desconhecer esse mecanismo de herança.



Fig. 8: Em um ambiente predominantemente marrom, insetos dessa cor serão menos predados pelas aves e, com isso, terão maior sucesso reprodutivo. Com o tempo, esses indivíduos vão predominando nas populações.

Uma simulação da **seleção natural** controlada pelo ser humano é a chamada **seleção artificial** e foi amplamente utilizada na domesticação de várias espécies de animais e plantas para se atingir um objetivo desejado. Por exemplo, os ratos de laboratório são da mesma espécie dos ratos de esgoto, mas além de serem brancos são muito mais dóceis. O que acontece é que as linhagens dóceis foram sendo selecionadas artificialmente pelos pesquisadores e colocadas para cruzarem entre si, produzindo assim cada vez mais indivíduos com essa característica. Isso também aconteceu com as diferentes raças de cachorros, por exemplo. Sendo assim, fica provado que a seleção natural é um processo não só possível como presente na história evolutiva dos seres vivos.



Fig. 9: Muitos tipos de pombos foram produzidos por seleção artificial.

Outra coisa importante é que as variações presentes nas populações podem ser vantajosas ou não para os indivíduos. Em caso positivo, essa característica se torna uma **adaptação** àquele ambiente naquele momento. Quando dizemos então, por exemplo, que o urso polar está **adaptado** a ambientes frios, queremos dizer que ele tem características evolutivas que conferem a ele vantagens em ambientes frios. E por isso, essas características foram **selecionadas** ao longo da evolução desse animal. Do mesmo modo, caso uma modificação não seja vantajosa naquele ambiente e naquele momento, os indivíduos que a carregam terão menos chances de sobreviver e de passar essa característica para os seus descendentes.

ATENÇÃO! É errado dizer que um ser vivo é mais ou menos evoluído do que o outro. Podemos dizer sim que um ser vivo é mais ou menos **adaptado** a determinado tipo de ambiente de acordo com as características que ele apresenta. Outro erro muito comum é achar que a evolução é linear e que tem um objetivo final (onde quase sempre se considera que a espécie perfeita é o ser humano). Essa visão está

completamente errada! O que vai ditar o caminho evolutivo que uma espécie vai sofrer depende das pressões seletivas originadas pelas condições ambientais impostas num determinado momento.

*Uma pausa para um momento "choque de realidade": Jovem, por mais que você seja uma pessoa incrível, nem você e nem a sua (nossa) espécie são a "imagem da perfeição" ou "o objetivo da evolução". Se você pensa dessa forma, então não leu direitinho o que eu escrevi aí em cima, ok? (Eu disse que esse tema era polêmico.)*

É importante lembrar que a escala de tempo evolutiva é um pouco difícil para que nós, seres humanos, a visualizemos, já que no geral nossa expectativa de vida não chega a 100 anos. A evolução, por sua vez, trabalha com grandezas de milhares a milhões de anos para que modificações significativas nos seres vivos sejam percebidas. É por isso que muitas pessoas acham que estruturas complexas como o olho humano não podem ter sido originadas simplesmente por modificações aleatórias nos seres vivos que foram selecionadas pelo ambiente. No entanto, se considerarmos que os vertebrados surgiram há mais de 400 milhões de anos, qualquer estrutura, por mais complexa que ela seja, teria tempo suficiente para se originar e ser gradativamente aperfeiçoada.

### TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO (NEODARWINISMO)

Agora que você já entendeu como a evolução é guiada pela seleção natural, é preciso lembrar que Darwin não conseguiu explicar de que forma a diversidade surge nas populações e como funcionam os princípios da hereditariedade. É aí que aparece a **teoria moderna da evolução** ou **teoria sintética da evolução**.

Com os avanços no estudo da **Genética**, principalmente a partir da década de 1930, os mecanismos responsáveis pelo aparecimento das modificações nos seres vivos foram então identificados. São eles:

- **Mutação gênica**



- **Recombinação gênica**

As **mutações** são alterações **aleatórias** no código genético de um ser vivo. Elas podem ocorrer espontaneamente ou induzidas por agentes externos como radiações ou algumas substâncias. (Falaremos sobre elas mais detalhadamente na aula 12.) Essas modificações no material genético do indivíduo, caso sejam passadas para os seus descendentes, podem representar uma vantagem adaptativa e, nesse caso, podem ser selecionadas. Caso essa mutação não represente uma vantagem, a tendência é que os indivíduos que a possuem deixem menos descendentes, fazendo com que a sua incidência na população diminua. As **mutações** acontecem o tempo todo no **genoma** de um indivíduo e, na maioria das vezes, não se manifestam na alteração de alguma característica. Portanto, não pense que ao sofrer uma **mutação**, você vai virar um *X-men* e sair por aí voando ou algo do gênero. Apenas o acúmulo de várias mutações sofrendo ação da seleção natural ao longo de muito tempo é que podem representar alguma mudança mais significativa em um organismo.

A **recombinação gênica** acontece quando há a mistura de fragmentos de material genético entre dois indivíduos durante a **reprodução sexuada**. Ela também ocorre aleatoriamente e aumenta drasticamente a variabilidade genética nos descendentes, uma vez que gera uma infinidade de novas combinações genéticas dentro dos **cromossomos**.

Esses dois fenômenos somam-se à seleção natural proposta por Darwin e compõem a teoria vigente para a evolução das espécies, na qual as variações mais vantajosas surgidas aleatoriamente através de **mutações** e **recombinações** prevalecerão através da **seleção natural**.

É por isso que a diversidade biológica tem um papel fundamental no sucesso evolutivo das espécies. Imagine, por exemplo, duas áreas de plantio. Na primeira, as plantas se reproduzem sexualmente, através da polinização. Na segunda, todas as plantas são clones, reproduzidas assexuadamente através de técnicas como a micropropagação, onde



pequenos fragmentos de uma planta são colocados no solo gerando novos indivíduos. Caso ocorra uma mudança ambiental, como o aparecimento de uma praga, a primeira área terá maiores chances de resistir, uma vez que seus indivíduos são mais diversos e, naturalmente, alguns deles apresentarão maior resistência a essa praga. Já na segunda área, todos os indivíduos são geneticamente iguais. Assim, ou todos são resistentes à praga, ou nenhum é.

Existem três tipos de seleção natural, quando falamos sobre sua ação nas populações:

- Seleção Estabilizadora: favorece indivíduos com características intermediárias. (Ex: recém-nascidos com peso em torno da média de 3kg a 4,5kg têm maior taxa de sobrevivência do que bebês muito grandes ou muito pequenos)

- Seleção Direcional: favorece indivíduos com características de um dos extremos. (Ex: Na presença de um antibiótico, bactérias resistentes são selecionadas.)

- Seleção Disruptiva: favorece indivíduos com características dos dois extremos, promovendo a diversificação de uma população e podendo ser o primeiro passo para a formação de novas espécies. (Ex: Em determinadas espécies de aves, indivíduos de aparências mais extremas têm mais sucesso reprodutivo do que indivíduos com aparência intermediária.)

## CONCEITO DE ESPÉCIE

Antes de aprendermos como novas espécies surgem através da **evolução**, é preciso saber o que é uma **espécie**.

Existem vários conceitos diferentes (mais de 20) dependendo dos critérios utilizados. O mais comum e mais cobrado nos vestibulares é o **conceito biológico de espécie**. Nele, uma espécie é um conjunto de indivíduos muito semelhantes, capazes de reproduzirem entre si naturalmente e gerarem descendentes férteis, ou seja, que também possam gerar descendentes. Quando digo naturalmente, quero dizer que



isso ocorre sem a interferência do ser humano, uma vez que esses seres vivem na mesma região geográfica. Existem casos em que indivíduos de espécies diferentes podem se reproduzir, mas seus descendentes não são capazes de gerar outros descendentes. Um exemplo disso é o cruzamento entre um jumento e uma égua gerando um burro (macho) ou uma mula (fêmea). Ambos são animais estéreis e isso, segundo o conceito biológico de espécie, indica que jumento e égua pertencem a espécies diferentes. Existem ainda casos em que indivíduos de espécies diferentes conseguem se reproduzir e gerar descendentes férteis, como o cruzamento entre tigres e leões de ambos os sexos. Porém, na natureza esses cruzamentos não acontecem, uma vez que esses animais não compartilham os mesmos territórios.

O conceito biológico de espécie só é válido, portanto, para aqueles seres vivos que realizam **reprodução sexuada**. No caso de bactérias, por exemplo, que realizam **reprodução assexuada**, não é possível aplicar esse conceito. Também não é possível utilizá-lo para **espécies fósseis**. Apesar disso, como eu disse antes, esse é o conceito mais utilizado por ser mais didático e de fácil compreensão.

Outros conceitos incluem o **morfológico**, que leva em consideração apenas as diferenças na forma entre os indivíduos e, por isso pode considerar organismos de reprodução sexuada ou assexuada e também aqueles apenas presentes no registro fóssil. No entanto, a subjetividade dos critérios considerados pode levar a divergências entre os taxonomistas e sistematas.

Um conceito de espécie muito interessante é o **filogenético**, que considera uma espécie como o menor grupo de indivíduos que partilham um ancestral comum diferente de outro grupo. Para isso são utilizadas características morfológicas e moleculares. No entanto, é difícil estabelecer a quantidade de diferenças que é suficiente para definir o limite entre uma espécie e outra.

## ESPECIAÇÃO



O acúmulo das modificações selecionadas pelas condições ambientais leva, normalmente, uma população a ser cada vez mais diferente ao longo do tempo. Chega um momento que as diferenças acumuladas são tão grandes que se pode considerar o surgimento de uma ou mais espécies novas.

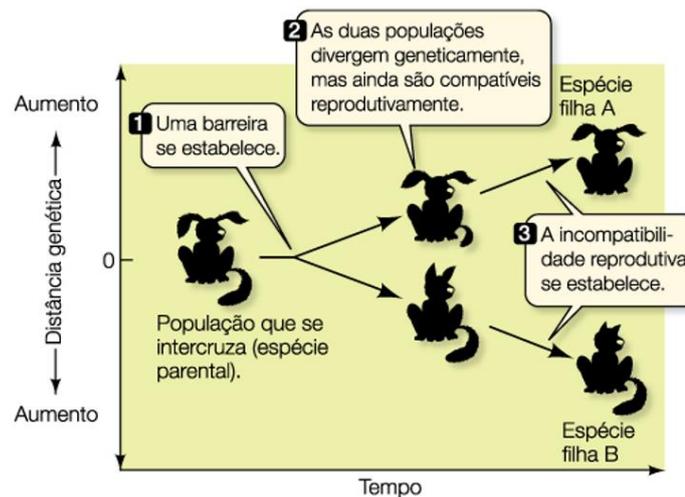


Fig. 10: Processo de especiação.

Esse processo é chamado **especiação** e ocorre basicamente através de dois processos:

- **Anagênese**
- **Cladogênese**

A **anagênese** acontece quando as modificações acumuladas em uma população são suficientes para que essa nova população seja considerada de uma espécie diferente daquela que a originou, agora extinta.

Na **cladogênese** ocorre uma ramificação decorrente de um isolamento entre duas partes de uma população levando, gradativamente a diferenças suficientes para que essas partes se tornem espécies diferentes. Essas diferenças surgem como consequência das diferentes pressões seletivas sofridas por essas novas populações num processo chamado de **irradiação adaptativa**.



Fig. 11: Anagênese e cladogênese no processo evolutivo.

A especiação pode ocorrer de duas formas: com isolamento geográfico ou sem isolamento geográfico.

A **especiação alopátrica** exige a separação geográfica de uma população em duas. Consequentemente, pressões seletivas diferentes nos locais diferentes podem levar à seleção de características diferentes ao longo do tempo, que, com o seu acúmulo, podem levar ao isolamento reprodutivo desses dois grupos. Assim, são originadas duas novas espécies.

Já a **especiação simpátrica** ocorre sem a separação geográfica de uma população e pode estar relacionada à influência da seleção disruptiva ou ainda à formação de indivíduos poliploides devido a erros na formação de gametas.

## EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

Nesse momento você pode estar pensando: "Ok, já sei um monte de teoria e tal... Mas eu quero provas de que essa tal de evolução acontece mesmo!" Então, meus jovens, vamos a elas!

**Fósseis:** São talvez a mais forte evidência do processo evolutivo. Os restos de seres vivos preservados (ossos, dentes, pegadas, conchas, fezes e até mesmo animais inteiros preservados no gelo) nos mostram o registro de várias espécies já extintas e, muitas vezes, formas intermediárias entre elas. É possível traçar claramente padrões de modificações ao longo do tempo e relacioná-los com os dados paleoambientais fornecidos.

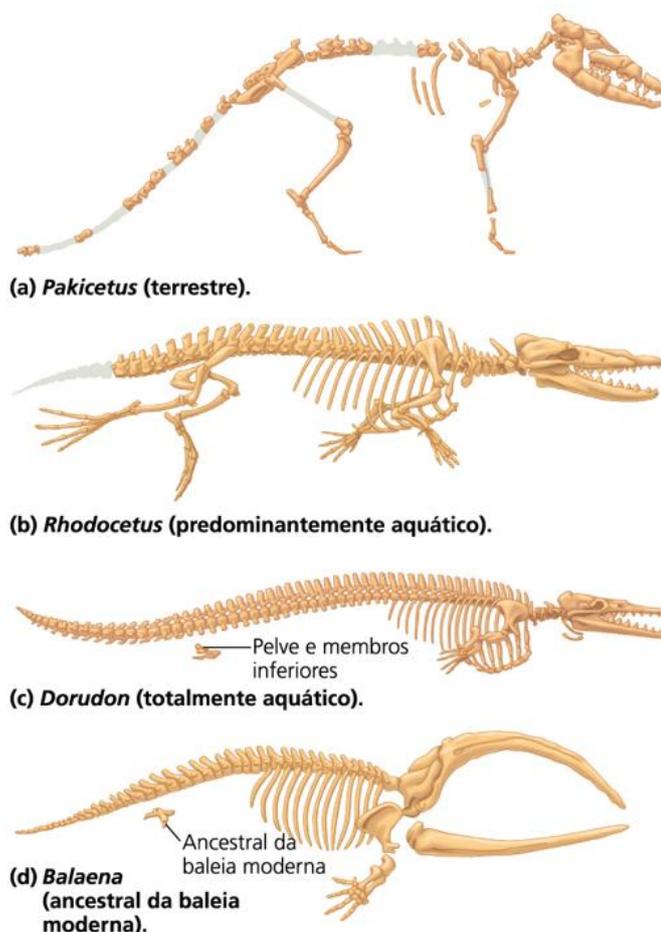


Fig. 12: Evolução da baleia a partir de um ancestral terrestre.

**Evidências morfológicas:** É muito visível a semelhança entre um ser humano e um chimpanzé e isso, obviamente, reflete a proximidade evolutiva entre essas duas espécies. No entanto, os pés de um ser humano são significativamente diferentes dos pés de um chimpanzé, fato que se explica pelas pressões seletivas sofridas por esses organismos de acordo com o ambiente onde eles vivem. Podemos dizer que houve uma **irradiação adaptativa** ocasionada pelas diferentes adaptações selecionadas nessas duas espécies. Nesse caso, temos estruturas de mesma origem **embriológica**, mas com funções diferentes (O pé do chimpanzé que o permite agarrar em galhos e o pé do ser humano adaptado ao andar bípede). Estruturas que possuem a mesma origem embriológica são chamadas de **homólogas** e possuem relevância na hora de reconstruir as relações evolutivas entre diferentes espécies.

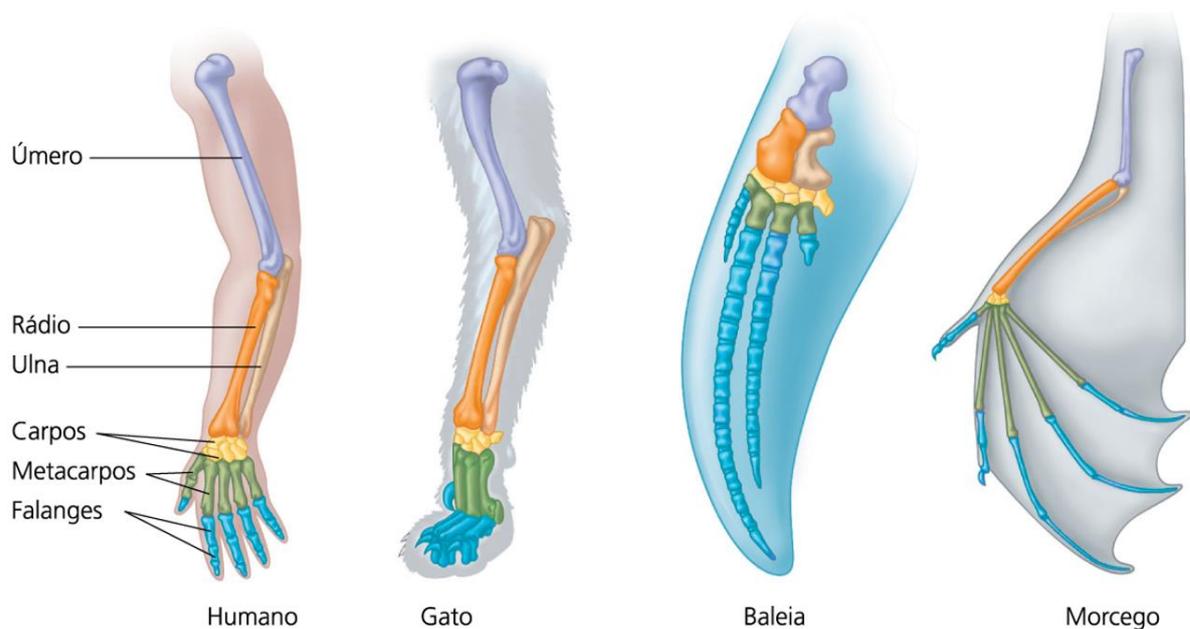


Fig. 13: Membros anteriores de mamíferos – Estruturas Homólogas.

Existem, por outro lado, estruturas de função semelhante em diferentes espécies, mas que não possuem a mesma origem embriológica. É o caso, por exemplo, da asa de um inseto e da asa de uma ave. Apesar de ambas servirem para fazer o animal voar, possuem diferentes origens embriológicas e, por isso, são chamadas de estruturas **análogas**. As estruturas análogas são fruto de **convergências evolutivas**, em que seres vivos pouco relacionados evolutivamente sofrem pressões seletivas

semelhantes e acabam por prevalecer com características de mesma função. Um outro exemplo clássico disso é a forma hidrodinâmica dos tubarões e golfinhos. Sabemos que isso é fruto da convergência evolutiva, já que os tubarões são peixes e os golfinhos são mamíferos, cujos ancestrais eram terrestres.

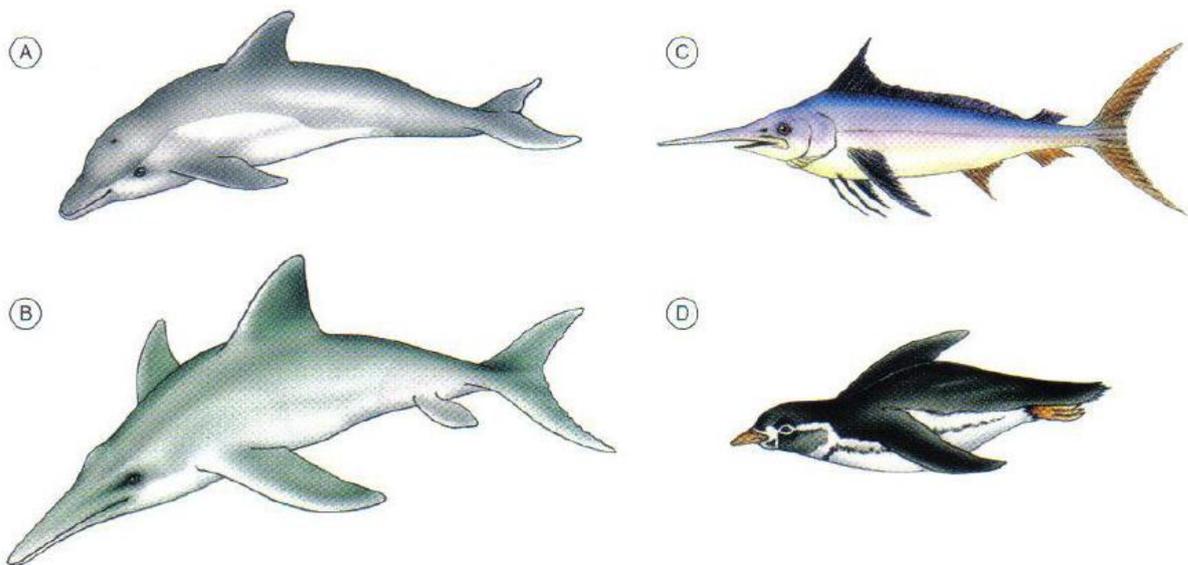


Fig. 14: Convergência evolutiva. A: golfinho, B: Ictiossauro, C: Peixe, D: Pinguim.

**Biogeografia:** A distribuição geográfica das espécies ao redor do planeta, associada aos conhecimentos de deriva continental, nos permitem traçar associações em que espécies que se separaram geograficamente há mais tempo são menos semelhantes entre si.

**Órgãos vestigiais:** São estruturas presentes em seres vivos que possuem pouca ou nenhuma função adaptativa atualmente, mas refletem características passadas por ancestrais. Por exemplo, os esqueletos de algumas serpentes que possuem ossos associados à locomoção de seus ancestrais com quatro patas. Outro caso é o apêndice cecal nos seres humanos (aquilo que muita gente diz que só serve pra inflamar e dar problema na sua vida). Ele é o resquício de nossos ancestrais que possuíam uma dieta predominantemente herbívora.

## FILOGENIA

As **árvores filogenéticas** ou **cladogramas** são diagramas utilizados para representar a história evolutiva de um grupo de organismos. Eles podem mostrar não só que grupos estão mais relacionados evolutivamente, como também apontar que características definem esses grupos e fornecer noção temporal a respeito dessas modificações. Saber analisar um **cladograma** é algo simples e muito útil para resolver questões sobre evolução.

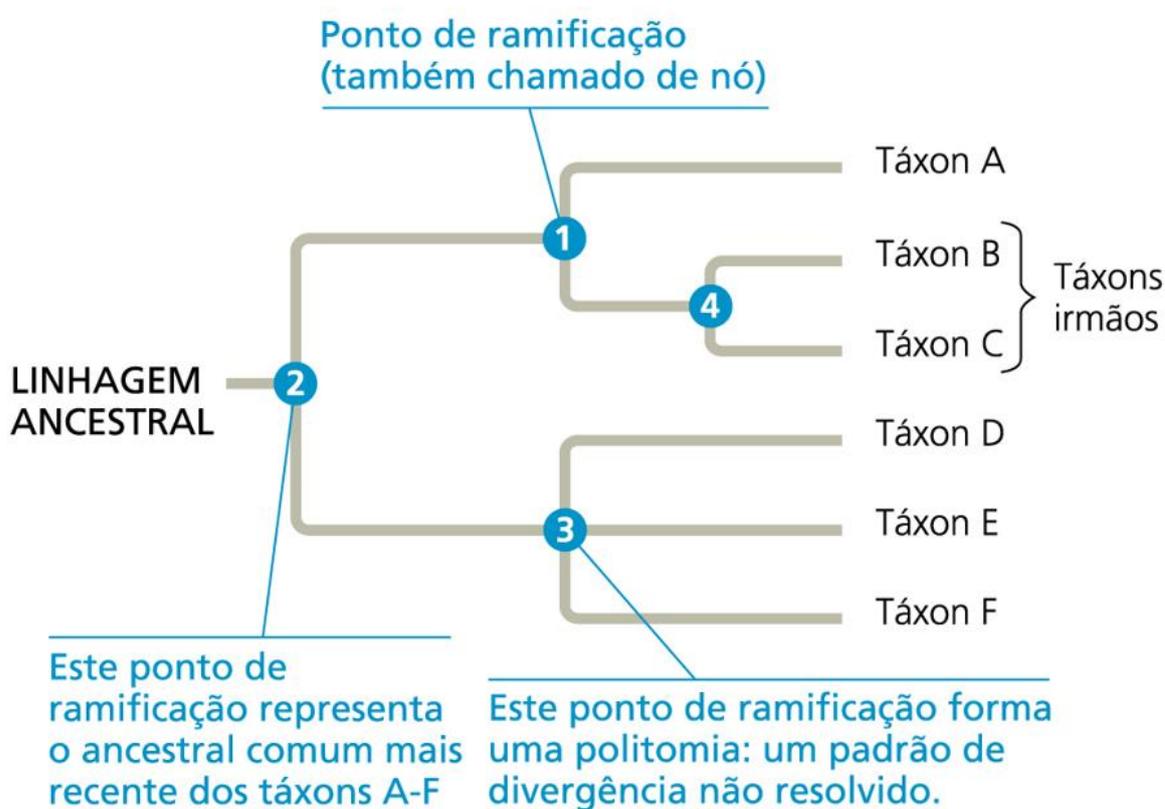


Fig. 15: Como ler uma árvore filogenética. Nesse caso o tempo corre da esquerda para a direita.

As **árvores filogenéticas** são criadas buscando-se a organização das espécies em grupos **monofiléticos**, ou seja, aqueles que incluem um ancestral e todos os seus descendentes, sem exceção. A sistemática filogenética não trabalha, por exemplo, com grupos **parafiléticos**, onde nem todos os descendentes de um ancestral comum são incluídos.

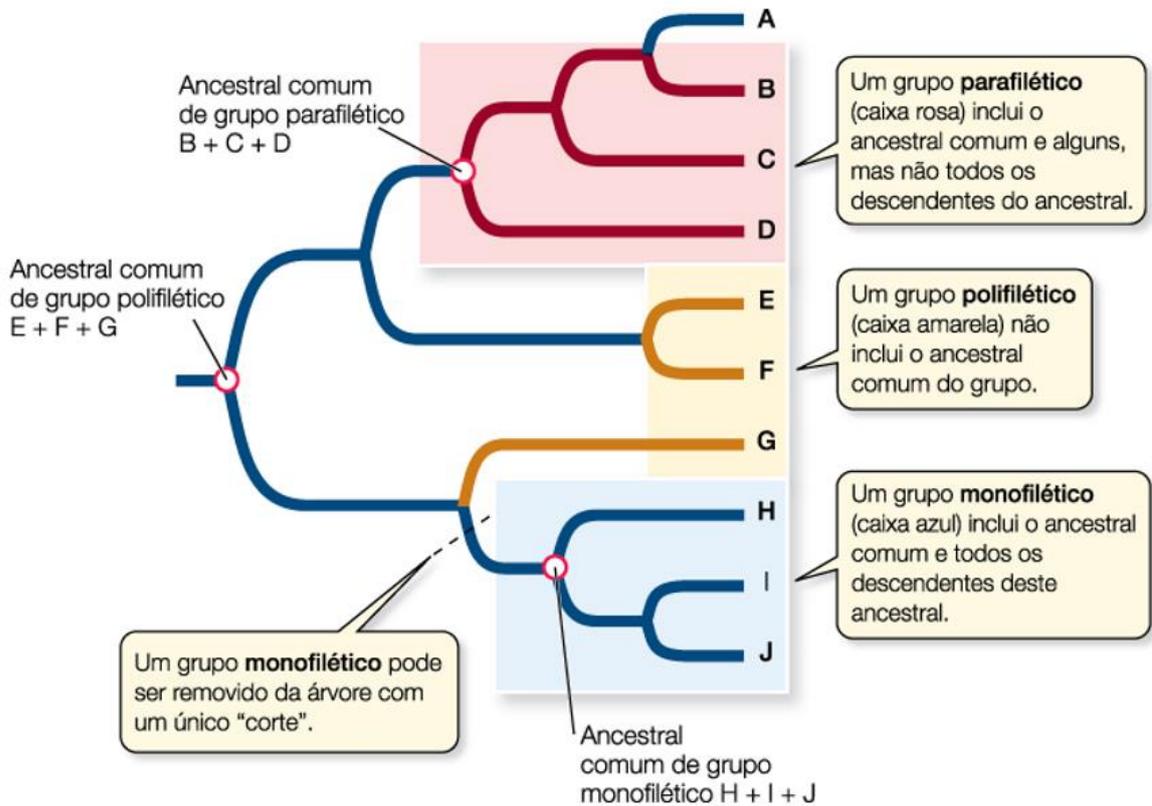


Fig. 16: Grupos monofiléticos, parafiléticos e polifiléticos.

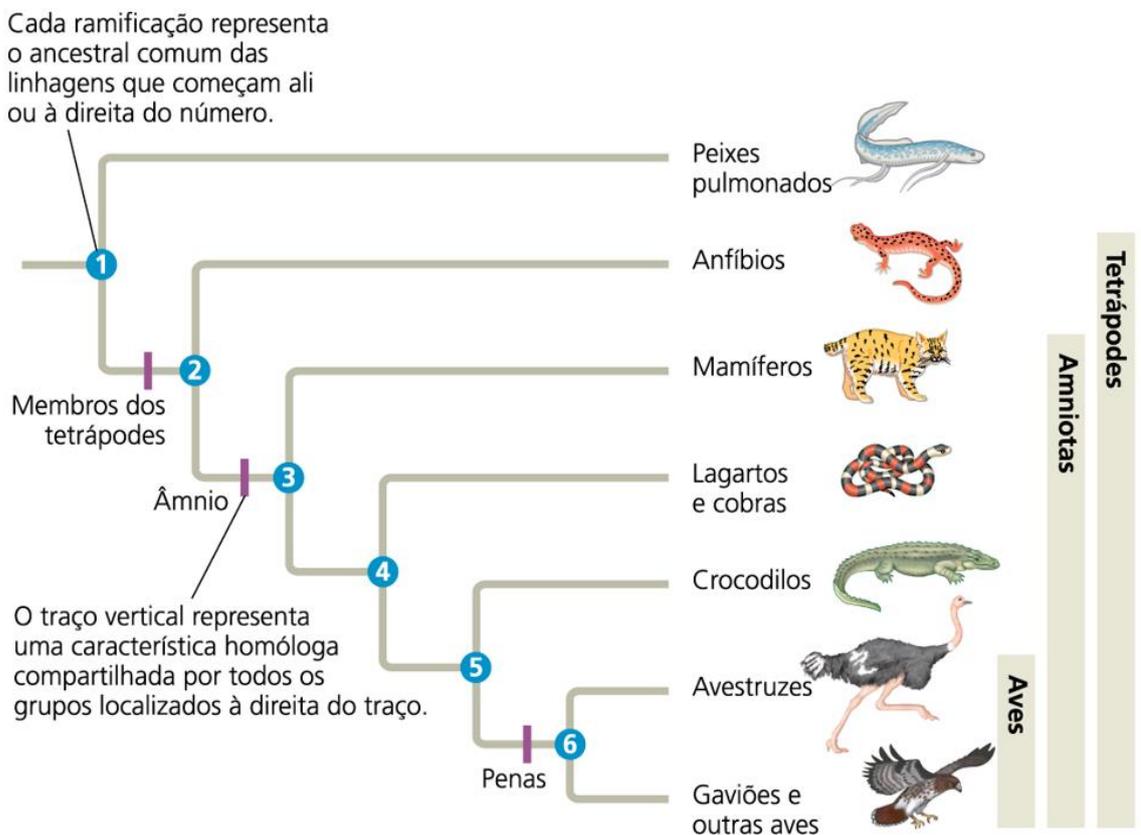


Fig. 17: Exemplo de árvore filogenética

## 7. Evolução Humana

Vimos anteriormente que a vida no planeta Terra surgiu entre aproximadamente 3,5 e 4,5 bilhões de anos atrás. Desde então nosso planeta sofreu grandes modificações climáticas e também na posição dos continentes. A tectônica de placas explica a movimentação das massas continentais e isso é fundamental para compreendermos a distribuição espacial dos grupos de seres vivos. Ao longo desses bilhões de anos, vários episódios de extinções em massa varreram incontáveis espécies das quais nunca teremos conhecimento. A mais famosa dessas extinções foi a que ocorreu no fim do período Cretáceo (65 milhões de anos) e causou o desaparecimento dos dinossauros. Estima-se que cerca de 85% das espécies foram extintas nesse evento que teve como principal causa a queda de um asteroide com cerca de 10 km de diâmetro na superfície terrestre. Graças a essa extinção, e com o desaparecimento de grandes predadores, os mamíferos, que haviam surgido no fim do Triássico, puderam se diversificar e ocupar os nichos ecológicos deixados vagos pelas espécies extintas.

Os seres humanos estão incluídos entre os primatas, uma ordem de mamíferos da qual também pertencem os lêmures, tárσιos, Macacos do Novo Mundo, Macacos do Velho Mundo, gibões, orangotangos, gorilas e chimpanzés.

### **O SER HUMANO NÃO EVOLUIU DO MACACO**

Pois é, amigos. Ao contrário do que muitos pensam, o ser humano não evoluiu do macaco. O que acontece é que as duas espécies de chimpanzés (*Pan troglodytes* e *Pan paniscus*) são os seres atuais mais próximos evolutivamente dos seres humanos. Isso não quer dizer que evoluímos dos chimpanzés e sim que compartilhamos um ancestral com eles mais recente do que com qualquer outro ser ainda existente no nosso planeta. Esse ancestral viveu há cerca de 5 a 7 milhões de anos e de lá até o surgimento das espécies atuais, várias outras formas surgiram e



foram extintas.

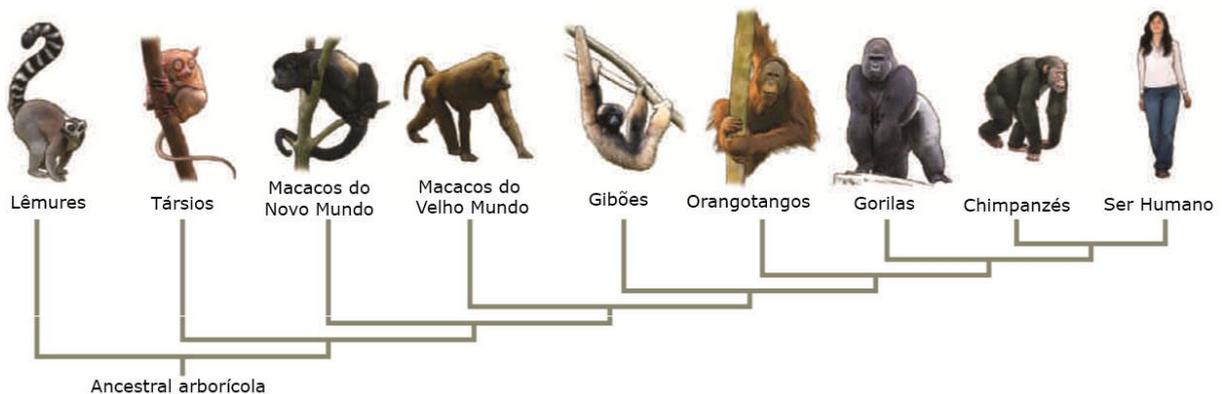


Fig. 18: Filogenia dos primatas

Apesar de apresentarmos grandes semelhanças anatômicas, fisiológicas e moleculares com os chimpanzés, várias características nos diferenciam deles, entre as quais destacamos: a proporção entre braços e pernas, o grau de mobilidade do polegar, a distribuição de pelos corporais, a dentição e, principalmente, o tamanho do cérebro que é muito maior na nossa espécie. Nosso grande volume cerebral reflete nossa capacidade de raciocínio, manuseio de ferramentas e objetos, previsão de eventos futuros, emoções, entre outras coisas, que nos distinguem não só dos chimpanzés, mas também de todos os outros seres vivos. Outra característica tipicamente humana é sua capacidade de apoiar e locomover apenas sobre os membros posteriores, ou seja, em uma postura bípede. Outros primatas antropoides como gorilas e chimpanzés só conseguem andar sobre dois pés por períodos curtos. As vantagens do bipedalismo incluem ter as mãos livres para carregar filhos, alimentos e objetos; observar presas e predadores à distância; locomover-se com menor gasto de energia; e diminuir a absorção de calor do chão.

A transição de uma postura quadrúpede para bípede tem ligação, provavelmente, com as mudanças climáticas ocorridas na África, onde os ancestrais dos seres humanos surgiram. A gradativa mudança de ambientes dominados por florestas para savanas acabou por selecionar indivíduos mais aptos a se locomover em campos abertos e com características favoráveis a suportar temperaturas mais altas, como uma menor cobertura de pelos no corpo.

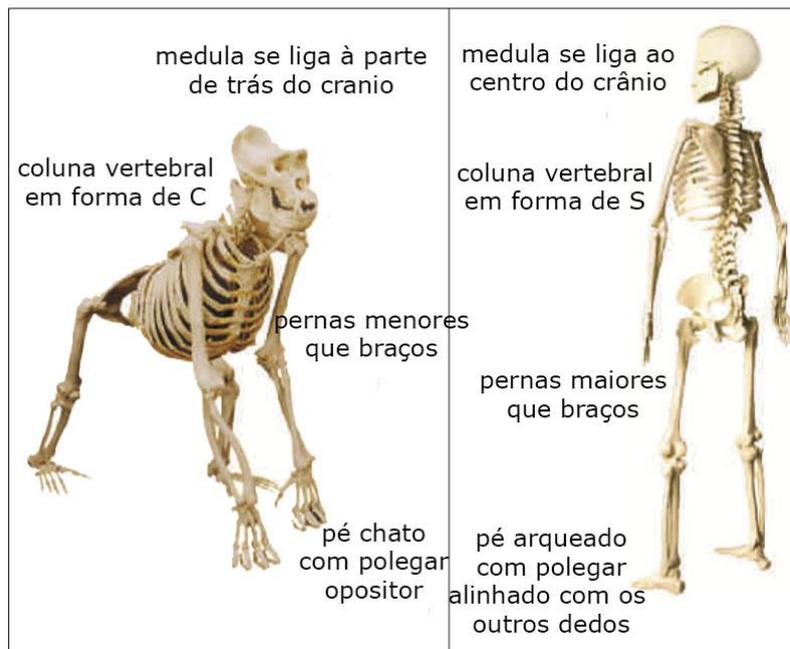


Fig. 19: Diferenças no esqueleto de um gorila e um ser humano bípede.

Outra importante diferença entre os seres humanos e os demais primatas é que os polegares de nossas mãos são mais longos, fortes e móveis. Assim, muitos primatas conseguem ter o que chamamos de pegada de potência, mas apenas os seres humanos têm uma pegada de precisão utilizando o polegar e as pontas dos outros dedos para executar movimentos finos e delicados.

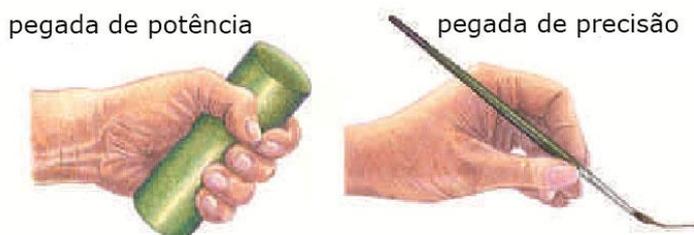


Fig. 20: Seres humanos são capazes de utilizar objetos com precisão.

Após a separação das linhagens que deram origem aos chimpanzés e aos seres humanos, várias outras espécies surgiram e fazem parte de nossa ancestralidade. Ainda existe muito por descobrir e, à medida que novos fósseis vão sendo encontrados, mais peças são adicionadas a esse quebra-cabeças. Vamos conhecer os principais candidatos a nossos ancestrais.

Restos de crânios fossilizados de um homínido com cerca de 7 milhões de anos foram encontrados no Chade (região central da África)

em 2003. Eles foram classificados como *Sahelanthropus tchadensis* e acredita-se que ele possa ser o mais antigo ancestral da linhagem humana, tendo surgido logo após a divergência com a linhagem dos chimpanzés. No entanto, não há consenso acerca disso e outra possibilidade é que *S. tchadensis* seja ancestral tanto dos seres humanos quanto dos chimpanzés.

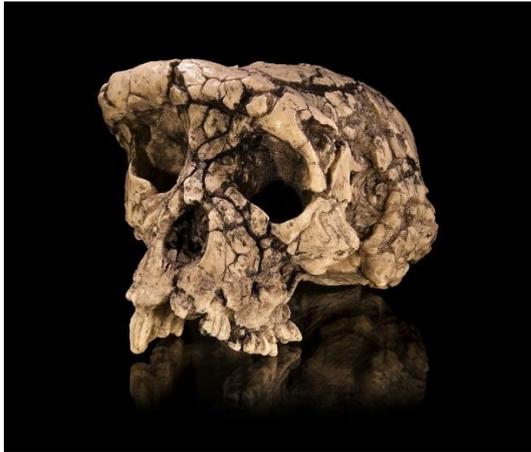


Fig. 21: Crânio fossilizado de *S. tchadensis*

Outro possível ancestral de nossa espécie é o *Orrorin tugenensis*, que viveu no leste africano há cerca de 6 milhões de anos. Seus fósseis indicam que ele tinha uma postura ereta e o andar bípede. No entanto, outras características apontam para um hábito arborícola. O *Ardipithecus ramidus*, um pouco mais recente do que o *Orrorin* (entre 5,8 e 5,2 milhões de anos atrás) também apresentava características morfológicas de um primata bípede, mas de hábitos predominantemente arborícolas.

Os australopitecos são o grupo mais bem documentado de hominídeos primitivos devido à grande quantidade de fósseis descobertos. Viveram na África entre cerca de 4 e 1,2 milhões de anos atrás e apresentam várias espécies dentro do gênero *Australopithecus*. Seus fósseis revelam uma tendência a apresentar dentes menores (mais semelhantes aos humanos) e uma postura mais ereta, porém sem aumento significativo no tamanho cerebral. Respondendo às mudanças ambientais que causaram a retração das florestas tropicais, esses hominídeos se adaptaram gradativamente a deixar as copas das árvores, desenvolvendo uma postura ereta que os possibilitava encontrar presas e

fugir de predadores nas savanas, conforme já discutimos anteriormente. Uma das espécies de *Australopithecus*, provavelmente, deu origem ao gênero *Homo*, no qual estamos incluídos.

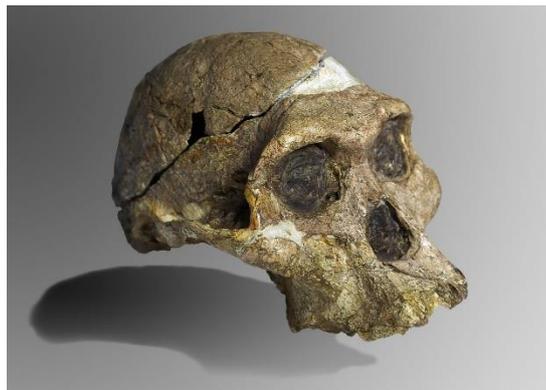


Fig. 22: À esquerda, reconstituição de uma fêmea de *Australopithecus afarensis*. À direita, crânio fossilizado de *Australopithecus africanus*.

Nossa espécie, *Homo sapiens*, é a única sobrevivente do gênero *Homo*. A característica mais marcante desse grupo é o grande tamanho cerebral, mas o uso de ferramentas também parece ser determinante em sua classificação. O mais antigo representante do gênero é o *Homo habilis*, que significa “homem habilidoso” em referência às ferramentas de pedra encontradas junto aos fósseis. Há cerca de 1,8 milhões de anos, surgiu o *Homo erectus*, de maior estatura e postura mais ereta do que o *H. habilis*. Seu cérebro também era significativamente maior, seus dentes menores e, restos de alimentos encontrados queimados junto a seus fósseis, revelam que eles não somente utilizavam ferramentas como podem ter sido os primeiros hominídeos a cozinhar. O *H. erectus* é considerado como ancestral dos neandertais e do ser humano moderno.



Fig. 23: Crânio de hominídeos extintos. À esquerda *Homo habilis* e à direita *Homo erectus*.

O *Homo neanderthalensis* é a espécie extinta mais próxima evolutivamente ao *H. sapiens*. Sua origem remonta a cerca de 200 a 300 mil anos e sua extinção ocorreu há cerca de 28 mil anos. Viveram na África, Oriente Médio, Europa e Ásia. Comparativamente aos humanos modernos, tinham um corpo mais baixo, compacto e com ossos mais largos e musculatura mais desenvolvida. Essa menor relação superfície-volume gera menor perda de calor, o que os relaciona com a vida em altas latitudes (clima mais frio). É possível que tenha havido intercruzamento entre eles e *H. sapiens* e que, por isso, nossa espécie carregue até hoje parte do DNA neandertal. Evidências fósseis indicam também que esses hominídeos poderiam ter pensamento simbólico com cerimônias fúnebres e tenham inclusive sido capazes de falar.

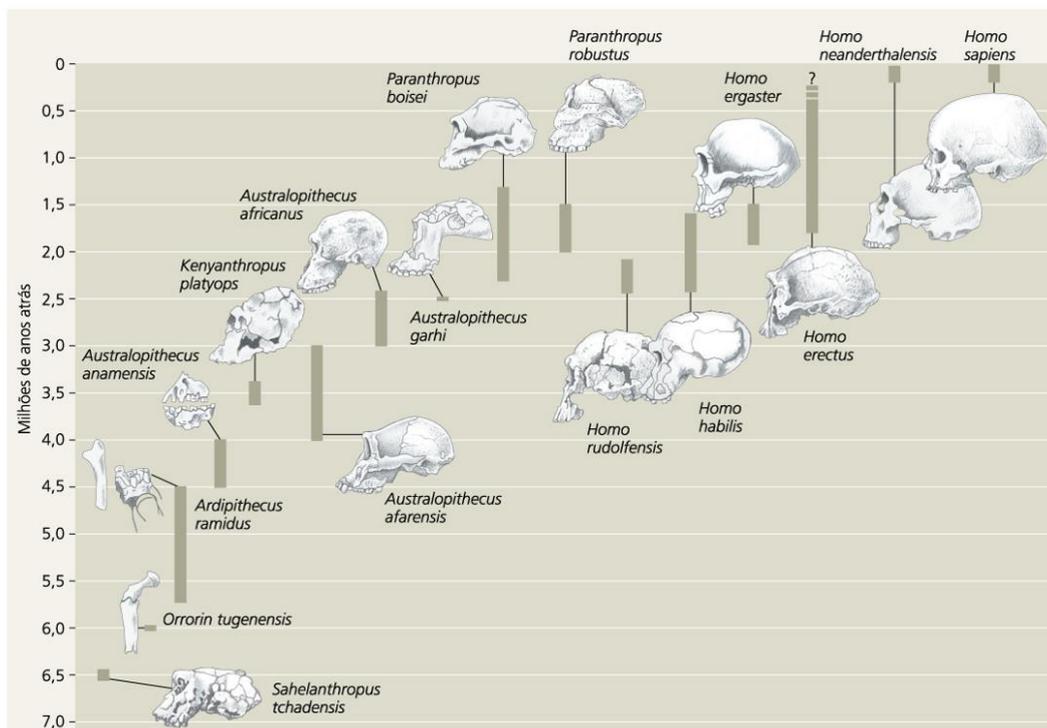


Fig. 24: Linha do tempo para algumas espécies de hominídeos. Da esquerda para a direita há uma tendência ao abandono de hábitos arborícolas e ao predomínio do andar bípede.

## SOMOS TODOS AFRICANOS

Até há pouco tempo, os fósseis mais antigos atribuídos à espécie *Homo sapiens* datavam de cerca de 200 mil anos e ligavam a origem da nossa espécie à região da África Oriental. No entanto, em 2017, um artigo publicado na revista Nature divulgou a descoberta de um crânio de *Homo sapiens* de 300 mil anos no Marrocos (Norte da África).

De qualquer forma, não importa se seus antepassados recentes viveram na Europa ou na Ásia. No fim das contas, todos nós descendemos de humanos africanos. De lá, eles começaram sua jornada para outros continentes há cerca de 80 a 60 mil anos, quando provavelmente encontraram neandertais fora da África e inter cruzaram com eles. À medida que pequenos grupos iam se aventurando cada vez mais longe em busca de alimento, nossa espécie foi conquistando áreas cada vez mais distantes do planeta e, ao mesmo tempo, sofrendo modificações morfológicas, fisiológicas e comportamentais. As mutações presentes nos diferentes grupos étnicos atuais nos permitem traçar as rotas de migração de nossos ancestrais. Assim, sabemos que há cerca de 15 mil anos,

ossos antepassados atravessaram uma ligação atualmente submersa entre a Sibéria e a América do Norte, o que os possibilitou chegar até a América do Sul em alguns milhares de anos. Como registros pré-históricos do ser humano, temos não só os fósseis, mas também diversas ferramentas e ainda as chamadas pinturas rupestres. O surgimento da agricultura há cerca de 12 mil anos possibilitou finalmente o surgimento das primeiras civilizações humanas.

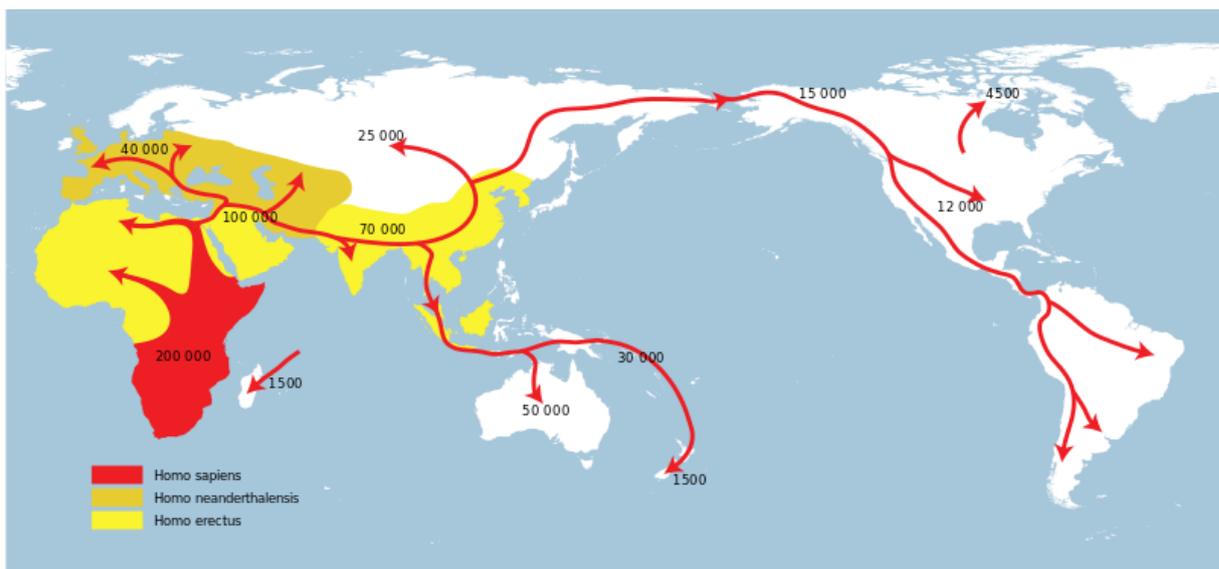


Fig. 25: Mapa de dispersão humana. Os números indicam a idade aproximada do evento.

**Bem amigos, ficamos por aqui na nossa aula 00! No nosso próximo encontro falaremos sobre a vida no planeta Terra de uma maneira mais ampla, estudando as relações entre os organismos e como eles interagem com o ambiente em que vivem. Até lá um bom estudo a todos e que Darwin esteja com vocês!**

## 8. QUESTÕES COMENTADAS

**1. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** De acordo com a hipótese heterotrófica da origem da vida, a atmosfera da Terra primitiva seria composta de

- A) vapor de água ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ) e hidrogênio ( $H_2$ ).
- B) vapor de água ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ) e oxigênio ( $O_2$ ).
- C) dióxido de carbono ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ) e oxigênio ( $O_2$ ).
- D) monóxido de carbono ( $CO$ ), metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ) e oxigênio ( $O_2$ ).

**2. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** Relacione os defensores das principais hipóteses sobre a origem da vida com suas respectivas descrições, numerando os parênteses abaixo, de acordo com a seguinte indicação:

1. Jan Baptiste Van Helmont
2. Francesco Redi
3. Louis Pasteur
4. Aleksandr Ivanovich Oparin
5. Stanley Miller

( ) Adepto da biogênese, fez um experimento onde colocou alimentos em vários vidros e deixou alguns fechados com gaze e outros abertos: nos fechados, as moscas não apareceram.

( ) Ferveu um caldo de carne e armazenou o líquido estéril por certo tempo em um recipiente que permitia apenas a entrada de ar, mas não a poeira, demonstrando, assim, que os microrganismos estavam no ar.

( ) Adepto da teoria da abiogênese, acreditava que quando se espreme uma roupa de baixo suja, um fermento drenado da roupa reveste o trigo e o transforma em camundongo.

( ) Recriou, em laboratório, as condições da atmosfera primitiva dentro de um balão de vidro, submetido a altas temperaturas e constante ação de descargas elétricas. Ao fim de certo tempo, ele observou o acúmulo de aminoácido no interior do balão.

( ) Lançou a hipótese de que a vida se originou a partir da combinação entre os gases existentes na atmosfera primitiva que, sob a ação das descargas elétricas e dos raios ultravioleta, formariam estruturas químicas complexas, conhecidas hoje como aminoácidos.

A sequência correta de cima pra baixo é:

- A) 5, 4, 3, 2, 1.
- B) 4, 5, 2, 1, 3.
- C) 2, 3, 1, 5, 4.
- D) 2, 1, 3, 4, 5.

**3. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** Atente para o seguinte excerto: “Uma resposta legítima à pergunta o que é vida? é bactéria. Qualquer organismo, não sendo em si uma bactéria viva, é descendente – de um modo ou de outro – de alguma bactéria, ou mais provavelmente, de fusões de vários tipos de bactérias. As bactérias povoaram o planeta e nunca abriram mão desse controle”.

Fonte: Margulis & Sagan. O que é vida?. Zahar, 2002.

Em consonância com o excerto e de acordo com a hipótese mais aceita a respeito da origem da vida na Terra, os primeiros seres vivos eram:

- A) eucariontes, autotróficos e aeróbicos.
  - B) procariontes, autotróficos e anaeróbicos.
  - C) eucariontes, heterotróficos e aeróbicos.
  - D) procariontes, heterotróficos e anaeróbicos.
- 

**4. (QUADRIX, SEDUCE-GO, Prof Biologia, 2018)** A queda definitiva da geração espontânea levou a uma nova questão: se os seres vivos não surgiram de matéria inanimada, como surgiram na Terra? Baseada nas hipóteses formuladas acerca da origem da vida, Lynn Margulis argumentou sobre a ideia de uma primeira extinção e do surgimento de novas formas de vida na Terra, há cerca de 2 bilhões de anos, em virtude da mudança da composição e do acúmulo de gases na atmosfera. Considerando essas informações, assinale a alternativa que apresenta a hipótese proposta pela pesquisadora.

- (A) heterotrófica
  - (B) holocausto do oxigênio
  - (C) endossimbiótica
  - (D) quimiotrófica
  - (E) autotrófica
- 

**5. (QUADRIX, SEDUCE-GO, Prof Biologia, 2018)** Ideias a respeito da origem dos seres vivos foram bastante discutidas por mais de 1.800 anos. Ao longo desse tempo, muitos pesquisadores divergiram em suas opiniões. Com relação às observações do renomado cientista Antoine van Leeuwenhoek (sec. XVII), assinale a alternativa correta.

- (A) Não se acreditava que os microrganismos pudessem possuir qualquer método de reprodução.
- (B) De acordo com suas observações, os microrganismos surgiam das gotas de chuva observadas ao microscópio.
- (C) A partir de suas observações sobre os microrganismos, constatou que havia uma relação positiva com a hipótese de Francesco Redi (sec. XVII).
- (D) Suas observações ajudaram a validar, posteriormente, a hipótese da força vital de John Needham (sec. XVII).
- (E) A observação dos microrganismos ao microscópio estava de acordo com as ideias de Lazzaro Spallanzani.

---

**6. (CONSULPLAN, SEDUC-PA, Prof Biologia, 2018)** Analise a seguinte situação:

- Fato I: certa espécie de pássaro apresenta bico bastante longo.
- Fato II: essa espécie se alimenta do néctar existente na base de certas flores de corola longa, afunilada.

A frase que está construída pela ótica darwinista, a partir dos fatos descritos anteriormente, pode ser identificada por:

- A) "As plantas adaptaram a corola longa, afunilada, para que determinada espécie de pássaro pudesse se alimentar do néctar."
  - B) "Por ter bico longo, determinada espécie de pássaro pode se alimentar do néctar de flores de corola longa, afunilada."
  - C) "Para se alimentar do néctar de flores de corola longa, afunilada, uma determinada espécie de pássaro desenvolveu bico bastante longo."
  - D) "A necessidade de buscar o néctar das flores de corola longa, afunilada, fez com que o bico de determinada espécie de pássaro desenvolvesse de forma mais longa."
- 

**7. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Biologia, 2010)**

"Em 2001 o livro *Sobre mariposas e homens* de Judith Hooper trouxe à luz várias críticas aos métodos utilizados por Bernard Kettlewell em seu clássico experimento com as mariposas do gênero *Biston*, encontradas em Manchester, na Inglaterra, e largamente utilizado nas aulas de ciências mundo afora como exemplo de evolução clássica. Ela afirma que, entre outros fatores, a foto apresentada à comunidade científica teve "um empurrãozinho", pois as mariposas não repousavam sobre os troncos. Elas estavam mortas e foram coladas. Michel Majerus, em 1988, já havia feito inúmeras críticas, dentre elas, a mais grave é a de que essas mariposas, em condições naturais, não repousam sobre troncos. O local preferido continua sendo um mistério, mesmo após 40 anos de observação, mas acredita-se que seja o alto da copa das árvores.

O debate sobre usar ou não o exemplo das mariposas para fins didáticos está longe de uma solução fácil. Uns falam sobre facilidade didática, outros sobre que expor as discrepâncias envolvidas permitiria mostrar a ciência como um processo. Trata-se de uma questão delicada, na qual estão em jogo aspectos como corporativismo da comunidade científica, necessidade de controle, manipulação e desinformação."

(Isabel Rebelo Roque. *Sobre girafas, mariposas, corporativismo científico e anacronismos didáticos*. Ciência Hoje, v.34, n.200, p.65-67, 2003 – in: AMABIS e MARTHO – *Biologia*, vol 3 – Ed. Moderna)

Nas aulas de ciências ensina-se que o chamado "melanismo industrial" teria afetado o padrão de cor de populações das mariposas. Que antes da revolução industrial o padrão de cor predominante nessa espécie, na época, era claro, e elas facilmente se confundiriam com a cor dos líquens, ao repousar sobre os troncos. Que a partir de 1850, com o advento das indústrias, a variedade de cor escura teria passado a predominar e que a partir de 1950, com a adoção de leis de controle da emissão de poluentes



inverteu-se novamente o padrão. Não fossem os “senões” apresentados no texto acima, baseados na teoria darwinista de evolução, poderíamos dizer que:

- A) Mariposas claras teriam novamente aumentado sua população, após 1950, como defesa ao ataque das aves.
  - B) Entre 1850 e 1950, mariposas escuras facilitavam a ação predadora das aves.
  - C) O ambiente claro dos líquens das árvores atuais determinou o aumento da população das mariposas claras.
  - D) Atualmente, as condições ambientais atuam favorecendo as mariposas claras.
  - E) As oscilações nas concentrações de mariposas claras ou escuras ao longo dos anos foram “necessidades” impostas pelo ambiente.
- 

**8. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Biologia, 2010)** O braço dos seres humanos, a asa dos morcegos e a nadadeira das baleias são estruturas com aspectos diversos e funções distintas. Esses órgãos são:

- A) homólogos, em divergência evolutiva e mesma anatomia interna.
  - B) homólogos, com mesma origem embrionária e anatomia interna distinta.
  - C) homólogos, em convergência adaptativa e mesma anatomia interna.
  - D) análogos, com mesma origem embrionária e anatomia interna distinta.
  - E) análogos, em divergência evolutiva e mesma anatomia interna.
- 

**9. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Biologia, 2010)** Resolução publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) traz novas exigências para a distribuição de amostras grátis de remédios. As amostras deverão seguir os padrões de fabricação e embalagens dos produtos originais. Os médicos, dentistas e veterinários passam a ser os responsáveis pela conservação e pela validade do estoque de amostras mantido no consultório. Amostras de anticoncepcionais devem ser entregues 100%, ou seja, com o mesmo número de pílulas do medicamento original e, no caso de antibióticos, deverão ser entregues aos pacientes a quantidade suficiente para o tratamento completo. As normas valem para todos os profissionais da área de saúde. Se um médico descumprir as regras pode ter até a licença profissional cassada. “Se estes requisitos não forem obedecidos, e o paciente usar um medicamento por um prazo menor, em uma dose menor do que aquela preconizada, ele não só não vai ter o benefício da cura da sua afecção, como poderá ter prejuízos na sua saúde”, aponta o presidente do CREMESP Henrique Carlos Gonçalves.

(Fonte: Bom Dia Brasil – Rede Globo de Televisão – 9/12/2009 – Adaptado de: <http://www.portalms.com.br>)

A interrupção do tratamento com antibióticos, que essas novas regras a ANVISA pretende minimizar, sempre foi uma preocupação para os

profissionais da saúde. Essa preocupação decorre da seguinte argumentação:

- A) A interrupção no tratamento com antibióticos provoca o aparecimento de novos tipos de bactérias.
  - B) O organismo humano desenvolve resistência ao antibiótico utilizado inicialmente.
  - C) Bactérias resistentes vão sendo selecionadas com o uso dos antibióticos.
  - D) Antibióticos utilizados parcialmente fazem com que as bactérias se modifiquem tornando-se resistentes.
  - E) A interrupção no tratamento com os antibióticos requer um segundo tratamento com antibióticos mais modernos.
- 

**10. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Biologia, 2015)** No estudo da evolução, é muito importante o conhecimento de estruturas homólogas que são aquelas que derivam de estruturas já existentes em um ancestral comum exclusivo. São exemplos de estruturas homólogas entre si:

- A) os ossos dos braços dos seres humanos, dos membros anteriores do cavalo e das asas dos morcegos
  - B) os ossos das asas dos morcegos, dos membros posteriores das aves e as asas dos insetos
  - C) os ossos das nadadeiras da baleia, a tromba do elefante e as patas anteriores dos répteis
  - D) os ossos das orelhas dos cachorros, as vértebras dos seres humanos e as patas posteriores dos tigres
  - E) os ossos dos joelhos dos seres humanos, as articulações dos artrópodes e a clavícula das vacas
- 

**11. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Biologia, 2015)** A teoria evolucionista de Darwin é baseada, principalmente, nos pressupostos da ancestralidade comum e da seleção natural. Como exemplo de seleção natural, pode-se citar:

- A) o processo de pasteurização
  - B) a formação dos transgênicos
  - C) a resistência de bactérias a antibióticos
  - D) a teoria do fixismo
  - E) a hipótese da abiogênese
- 

**12. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** Assinale a afirmação que corresponde à teoria de Darwin.

- A) As mudanças evolutivas dos seres vivos ocorrem em um padrão a partir de um ancestral comum.
- B) A teoria da evolução por seleção natural explica mudanças e adaptações evolutivas.

C) Darwin utilizou a herança mendeliana e a seleção natural para fundamentar sua teoria.

D) Ao longo do tempo, as espécies transformam-se em outras espécies, selecionadas através da seleção natural.

---

**13. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** A revista Nature publicou, em 2017, um artigo sobre a descoberta dos fósseis mais antigos de seres humanos modernos, que datam cerca de 300 mil anos. Esses fósseis foram encontrados

A) no Marrocos.

B) na África do Sul.

C) no Quênia.

D) na Etiópia.

---

**14. (FUNECE, SEDUC-CE, Prof Biologia, 2018)** Sem o conhecimento correto dos conceitos e termos ecológicos, a interpretação e o entendimento do conteúdo podem ficar prejudicados. Atente para as definições de termos ecológicos apresentadas a seguir e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.

( ) Especiação alopátrica é o conjunto de processos para formação de uma nova espécie que ocorre quando uma população é dividida por barreira geográfica.

( ) Na seleção disruptiva os fenótipos extremos são favorecidos em detrimento do intermediário. Nas aves *Passerina amoena*, por exemplo, é preciso ser "bonito" ou "feio" para ter sucesso com as fêmeas.

( ) Estruturas análogas são estruturas de indivíduos, de espécies diferentes ou não, que foram herdadas de um ancestral comum. O braço do homem é análogo à pata dianteira do cavalo.

( ) Irradiação adaptativa é um processo de evolução realizado por espécies com um grau de parentesco próximo que vivem em ambientes diferentes.

( ) Dispersão é a capacidade que os organismos têm de se mover para fora dos seus pontos de origem. Pode também se referir ao arranjo espacial de indivíduos dentro de uma população, seu padrão espacial.

( ) Trade-off é o valor adaptativo de um fenótipo; é uma medida combinada de sobrevivência e reprodução, ou seja, a contribuição de um indivíduo perante todo o conjunto de genótipos da população.

A sequência correta de cima pra baixo é:

A) V, V, F, V, V, F.

B) V, V, F, F, V, V.

C) F, F, V, V, F, F.

D) F, F, V, F, F, V.

---

**15. (QUADRIX, SEDUCE-GO, Prof Biologia, 2018)** No noroeste do Oceano Pacífico, a pesca tem pressionado bastante as populações de salmão devido à atividade pesqueira com rede na região. Esse tipo de pesca acaba selecionando indivíduos maiores, o que faz com que os menores apresentem vantagem sobre os outros, uma vez que não são capturados nas malhas. Com o tempo, foi possível observar uma redução no tamanho médio dos peixes dentro da espécie. Considerando essas informações, assinale a alternativa que apresenta esse tipo de seleção natural.

- (A) direcional
  - (B) estabilizadora
  - (C) eliminadora
  - (D) disruptiva
  - (E) disruptiva estabilizadora
- 

**16. (FUNRIO, Prefeitura de Nilópolis-RJ, Prof Ciências, 2016)** O grande desenvolvimento das ciências naturais no século XX permitiu explicações com base no conhecimento científico.

Assim, a teoria do big bang, também conhecida como teoria da grande explosão, explica como surgiu o/a

- (A) universo.
  - (B) formação das estrelas.
  - (C) vida na terra.
  - (D) planeta Terra.
- 

**17. (COSEAC-UFF, Prefeitura de Maricá-RJ, Prof Ciências, 2018)** Em populações de bactérias estão sempre surgindo mutantes que, eventualmente, são capazes de resistir a substâncias para elas tóxicas, como antibióticos. A bactéria *Staphylococcus aureus* pode apresentar um ou mais genes de resistência a antibióticos. Mas isso tem um custo e as mutantes só apresentam vantagens em relação às não mutantes quando a substância tóxica está presente. Assim, se mutantes e não mutantes forem colocadas em um ambiente sem os antibióticos, espera-se que:

- (A) os genes mutantes sejam mantidos para caso os antibióticos reapareçam.
  - (B) as bactérias mutantes sejam eliminadas na competição com as bactérias não mutantes.
  - (C) as bactérias mutantes tentem migrar para microambientes onde traços de antibióticos estão presentes.
  - (D) as bactérias mutantes comecem a produzir e a secretar seus próprios antibióticos.
  - (E) só as mutantes sobrevivam, pois a característica que surgiu por seleção direcional torna essas bactérias mais eficientes em competição que as não mutantes.
-

**18. (COSEAC-UFF, Prefeitura de Maricá-RJ, Prof Ciências, 2018)** A glicólise é a via metabólica de obtenção de energia mais difundida entre os organismos da Terra, estando presente em organismos dos três domínios, Archaea, Bacteria e Eukarya. A glicólise ocorre tanto na ausência quanto na presença de O<sub>2</sub>. Essas características permitem apoiar a ideia de que:

- (A) em todos os organismos, a ocorrência do processo dá-se nas mitocôndrias.
  - (B) nos três domínios, os organismos dependem da respiração anaeróbica para produção de ATP.
  - (C) todas as formas de vida descendem de um ancestral comum.
  - (D) os organismos sofreram um processo de evolução convergente.
  - (E) a evolução divergente levou ao surgimento da glicólise aeróbica e anaeróbica.
- 

**19. (COSEAC-UFF, Prefeitura de Niterói-RJ, Prof Ciências, 2016)** A evolução biológica, por abranger todas as áreas da Biologia, é considerada conceito central e unificador, capaz de explicar tanto a diversidade quanto a semelhança existente entre os seres vivos. A respeito do tema, é correto afirmar que a evolução biológica:

- (A) é um processo de aperfeiçoamento e melhora das espécies, podendo ser considerado como sinônimo de "progresso" dos seres vivos ao longo do tempo.
  - (B) resulta de adaptações dos organismos a mudanças ambientais, através do desenvolvimento de uma forma, função ou comportamento mais adequado às novas circunstâncias.
  - (C) é uma tendência natural a um aumento na complexidade dos organismos, que acabam, assim, originando novas espécies, portadoras de maior desenvolvimento anatômico e fisiológico.
  - (D) decorre da alteração na composição genética de uma população de organismos ao longo do tempo, em consequência de fatores como mutação, fluxo gênico, deriva genética e seleção natural.
  - (E) é a capacidade que os seres vivos têm de desenvolver modificações (características derivadas) em relação aos seus ancestrais, o que os torna mais adaptados ao ambiente em que se encontram.
- 

**20. (FUNRIO, Prefeitura de Nilópolis-RJ, Prof Ciências, 2016)** O Museu do Amanhã, recém-inaugurado na cidade do Rio de Janeiro, não deixou de celebrar o aniversário de 207 anos de nascimento do naturalista inglês celebrado mundialmente em 12 de fevereiro de 2016 e foi marcado pela apresentação de cinco filmes no Auditório do Museu. O objetivo do VerCiência é ajudar a formar plateias interessadas em ciência, tecnologia e inovação, contribuindo para aumentar a cultura científica e a consciência da população para a resolução de problemas ambientais e de



saúde. O Dia de Darwin foi criado como uma forma de agradecimento aos avanços conquistados pelo conhecimento científico. Em 1859, o cientista, então com 50 anos, lançou o livro *A Origem das Espécies*, que provocaria uma revolução ao defender a ocorrência da evolução das espécies.

Disponível em: <http://museudoamanha.org.br/pt-br/content/mostra-verciencia-darwin-day>. Acesso em: 03 maio 2016.

A ideia defendida nessa teoria evolucionista é a da

- (A) seleção natural.
- (B) lei do uso e desuso.
- (C) lei da herança dos caracteres adquiridos.
- (D) seleção natural e bases genéticas.

---

**21. (FUNRIO, Prefeitura de Nilópolis-RJ, Prof Ciências, 2016)**

Lamarck e Darwin foram evolucionistas. Ambos aceitavam a ocorrência de adaptação dos seres vivos ao meio e, para ambos, o ambiente desempenha papel preponderante na adaptação

Uzunian e Birner, 2004.

O mecanismo de atuação do meio, na concepção de Lamarck, é o de

- (A) selecionador.
- (B) gerador.
- (C) gerador e selecionador.
- (D) selecionador e diversificador.

---

**22. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Ciências, 2013)** Atualmente observa-se um número cada vez maior de bactérias resistentes a antibióticos, causando quadros preocupantes de infecção hospitalar. A resistência se dá devido ao seguinte fato:

- A) As bactérias sofrem adaptações individuais para serem transmitidas hereditariamente a novas colônias.
- B) As bactérias mudam constantemente seu metabolismo microbiano para se adaptarem aos antibióticos antigos.
- C) As bactérias sofrem seleção, devido à ampla utilização de antibióticos em ambientes hospitalares.
- D) As bactérias sofrem mutações para se adaptarem aos antibióticos, embora sejam incapazes de transmitir essa mutação aos seus descendentes.
- E) As bactérias passam por mutações, em função dos novos antibióticos produzidos ano a ano, e sobrevivendo, deixam descendentes também resistentes.

---

**23. (CEPERJ, SEDUC-RJ, Prof Ciências, 2008)** Considere a hipótese apresentada abaixo. "Uma população de determinada espécie animal



passou a escalar terrenos íngremes para encontrar alimento e, por isso, seus músculos ficaram mais desenvolvidos. Essa característica – músculos mais desenvolvidos – era transmitida aos seus descendentes, e assim por diante. Dessa maneira, ao final de muitas gerações, essa espécie animal passou a ser constituída de indivíduos com uma musculatura extremamente forte.”

A hipótese apresentada serviria para ilustrar a teoria evolutiva que foi defendida por:

- A) Weismann
- B) Darwin
- C) Haldane
- D) Weinberg
- E) Lamarck



## Gabarito

<b>01. A</b>	<b>06. B</b>	<b>11. C</b>	<b>16. A</b>	<b>21. B</b>
<b>02. C</b>	<b>07. D</b>	<b>12. B</b>	<b>17. B</b>	<b>22. C</b>
<b>03. D</b>	<b>08. A</b>	<b>13. A</b>	<b>18. C</b>	<b>23. E</b>
<b>04. B</b>	<b>09. C</b>	<b>14. A</b>	<b>19. D</b>	
<b>05. A</b>	<b>10. A</b>	<b>15. A</b>	<b>20. A</b>	

## COMENTÁRIOS DAS QUESTÕES

**1.** Ao analisarmos as alternativas, essa questão torna-se fácil de resolver. É só lembrar que a atmosfera primitiva era redutora e não tinha gás oxigênio. Esse gás, na verdade, só vai acumular-se na atmosfera com o surgimento dos organismos fotossintetizantes. Assim, a única alternativa que não possui gás oxigênio é a **Letra A**.

**2.** Como vimos durante a aula, diversos cientistas tentaram explicar a origem da vida a partir da biogênese ou da abiogênese. Entre eles, Van Helmont, defensor da abiogênese, ficou famoso por sua receita para produzir camundongos a partir de roupas sujas. Redi elaborou um dos primeiros experimentos a favor da biogênese, usando frascos com carne. Pasteur refutou a abiogênese com seu célebre experimento dos frascos com pescoço de cisne. Oparin elaborou a hipótese do surgimento da vida nas condições da Terra primitiva e Miller testou a hipótese de Oparin. Assim, a sequência correta é 2, 3, 1, 5, 4. **Letra C**.

**3.** Essa questão pode gerar controvérsias por tratar de um assunto que não é consenso na comunidade científica. Existem 2 hipóteses antagônicas sobre os primeiros seres vivos. Uma defende que eles seriam quimiolitotróficos e a outra defende que eles seriam heterotróficos. Dependendo da bibliografia consultada, você vai encontrar uma ou outra como a mais aceita. O que é consenso é que esses organismos seriam procariontes e anaeróbicos, visto que a respiração aeróbica só surgiu posteriormente à fotossíntese, com o aumento da concentração de gás oxigênio na atmosfera. Isso nos deixa em dúvida entre as alternativas B e D, que diferem entre si apenas pelo tipo de metabolismo energético apresentado (autotrófico ou heterotrófico). O gabarito oficial, por sua vez, considera a letra D como correta (procariontes, heterotróficos e anaeróbicos), mas fica a ressalva sobre o assunto. **Letra D.**

---

**4.** Com o surgimento da fotossíntese e o aumento na concentração de gás oxigênio na atmosfera, o ambiente redutor passou gradativamente a um ambiente oxidante. Com isso, os seres vivos anaeróbicos que não estavam adaptados aos efeitos nocivos do gás oxigênio, foram levados à extinção, tendo alguns poucos sobrevivido. Essa grande mortandade de organismos é conhecida como holocausto do oxigênio, de acordo com Margulis. **Letra B.**

---

**5.** Após o experimento de Redi, que fortaleceu a biogênese, a invenção do microscópio deu uma bagunçada nas coisas novamente, pois vários microrganismos começaram a ser descobertos. Como a multiplicação desses seres era muito rápida e como o funcionamento desses organismos não era conhecido, passou-se a defender a abiogênese para eles e a biogênese para os organismos "superiores". Assim, não se acreditava que os microrganismos pudessem possuir qualquer tipo de método de reprodução. **Letra A.**

---

**6.** Repare que o evolucionismo de Darwin não implica em uma relação de causalidade. A evolução não tem propósito definido nem direção pré-determinada. A relação entre pássaros de bico longo e flores de corola longa e afunilada reflete uma história de coevolução dirigida apenas pelas pressões seletivas. As alternativas A, C e D implicam em um propósito pré-definido para o surgimento das características dos seres vivos citados, o que nos permite eliminá-las, restando apenas a **Letra B.**

---

**7.** Analisando as alternativas, temos o seguinte: A letra A estabelece quase que uma consciência nas mariposas aumentando o número de indivíduos claros com o propósito de se defenderem ao ataque das aves e, por isso está errada. A letra B estabelece uma relação inversa, visto que

mariposas escuras dificultavam a ação predadora das aves e, por isso, também está errada. A letra C também está errada pois estabelece uma relação direta entre o ambiente claro e o aumento da população das mariposas claras. Na verdade, o que poderia ser dito é que o ambiente claro deixa as mariposas escuras mais evidentes, favorecendo sua predação pelas aves e selecionando positivamente as mariposas claras. A letra E também está errada quando usa o termo "necessidades" para representar a ação da seleção natural. Assim, a alternativa correta é a **Letra D**, relacionando as condições ambientais atuais com o favorecimento das mariposas claras. Isso significa que as mariposas claras, atualmente, apresentam vantagens adaptativas no ambiente em que vivem, quando comparadas com as mariposas escuras.

---

**8.** Humanos, morcegos e baleias são mamíferos e, por isso, seus membros possuem a mesma origem embrionária, sendo, portanto, estruturas homólogas. Além disso, a mesma origem embriológica contribui também para que a anatomia interna das três estruturas seja a mesma. Por outro lado, cada estrutura tem uma função distinta e, por isso, apresentam divergência evolutiva. **Letra A.**

---

**9.** Analisando as alternativas, temos o seguinte: A letra A está errada pois novos tipos de bactérias não aparecem pela interrupção dos antibióticos. A letra B está errada pois não são os seres humanos que vão desenvolver resistência ao antibiótico e sim as bactérias. A letra D está errada pois, assim como antibióticos não induzem o aparecimento de novos tipos de bactérias, eles também não são capazes de induzir a modificação das bactérias já existentes. A letra E está errada pois não necessariamente o indivíduo que interrompeu o tratamento necessitará de outro tratamento. Na verdade, o indivíduo normalmente interrompe o tratamento pois não apresenta mais os sintomas da doença, e, por isso, acredita não necessitar mais de tratamento. Assim, a alternativa correta é a **Letra C**, pois a interrupção dos antibióticos permite que bactérias resistentes sobrevivam e, pela diminuição de suas competidoras, possam se multiplicar mais. Dessa forma, novas infecções causadas por essas bactérias resistentes selecionadas, não poderão ser tratadas com o antibiótico inicial.

---

**10.** Estruturas homólogas apresentam a mesma origem embrionária, mesmo que não tenham a mesma função. Assim, pela lógica, quanto mais próximos evolutivamente forem os organismos, maiores as chances de estruturas de mesma posição no plano corporal serem homólogas. Analisando as alternativas, vemos que as letras A e D tratam de animais com maior grau de parentesco (todos são mamíferos) do que nas outras alternativas. Comparando a letra A com a letra D, no entanto, percebe-se

que a letra D cita ossos das orelhas, vértebras e patas posteriores, estruturas que, claramente, não apresentam a mesma origem embrionária. Já a **Letra A**, cita ossos dos braços de humanos, ossos dos membros anteriores do cavalo e das asas dos morcegos, ou seja, todos correspondem a membros anteriores desses animais e, por isso, com mesma origem embrionária.

---

**11.** Essa é uma questão bem direta e fácil, pois as alternativas erradas não tem realmente nada a ver com seleção natural. A pasteurização é um processo físico para eliminação de organismos nocivos nos alimentos. A formação de transgênicos, por ser um processo criado pelo ser humano para obter indivíduos com vantagens, pode levar esses organismos a uma seleção artificial e não natural. O fixismo é uma teoria oposta ao evolucionismo e a abiogênese trata sobre origem da vida e não sobre evolução. Assim, a resistência de bactérias a antibióticos é um exemplo de seleção natural, pois apesar de ser uma resposta a uma ação provocada pelo ser humano, essa ação não teve o objetivo de selecionar as bactérias. **Letra C.**

---

**12.** Analisando as alternativas, temos o seguinte: A letra A está errada porque não existe um padrão definido para a evolução. A letra C está errada pois os trabalhos de Mendel, apesar de contemporâneos aos de Darwin, não eram de conhecimento deste último. Na verdade, a genética mendeliana só ganhou destaque mundial no início do século XX. A letra D está errada pois a seleção atua sobre os indivíduos e não sobre as espécies. Assim a **Letra B** é a opção correta.

---

**13.** Esses fósseis foram descobertos na localidade de Jebel Irhoud, no Marrocos (Norte da África). **Letra A.**

---

**14.** A primeira afirmativa é verdadeira, visto que a especiação alopátrica decorre do surgimento de uma barreira geográfica. A segunda afirmativa também é verdadeira, ao definir corretamente a seleção disruptiva. A terceira afirmativa é falsa, pois estruturas análogas não existem dentro da mesma espécie. A quarta afirmativa é verdadeira, tendo como exemplo clássico os tentilhões de Galápagos. A quinta afirmativa é verdadeira, pois explica corretamente o conceito de dispersão. Já a sexta afirmativa é falsa, pois o valor adaptativo de um fenótipo é chamado também de *fitness* ou aptidão. O conceito de *trade-off* é também chamado de alocação de recursos e refere-se a situações em que há conflito de escolhas na repartição da energia em um organismo, por exemplo, entre crescimento e produção de gametas. Assim, a sequência correta é V, V, F, V, V, F. **Letra A.**

---

**15.** O tipo de seleção natural que favorece um dos fenótipos extremos é a seleção direcional. **Letra A.**

---

**16.** Tudo começou com uma grande explosão! A teoria do Big Bang explica o surgimento do universo. **Letra A.**

---

**17.** O enunciado já diz que as bactérias mutantes só apresentam vantagens quando o antibiótico está presente. Assim, sem antibiótico, as mutantes ficam em desvantagem e tendem a ser eliminadas pela competição com as não mutantes. **Letra B.**

---

**18.** A presença da glicólise em organismos dos três domínios indica que essa característica surgiu bem cedo na história evolutiva e que todas as formas de vida descendem de um ancestral comum que já era capaz de realizar glicólise. **Letra C.** Analisando as demais alternativas, temos: A letra A está errada pois a glicólise ocorre no citosol. A letra B está errada pois no domínio Bacteria existem organismos aeróbios e anaeróbios, e no domínio Eukarya, todos são aeróbios. A letra D está errada pois implicaria no surgimento da glicólise, independentemente, várias vezes. A letra E está errada pois existe apenas um tipo de glicólise.

---

**19.** Devemos lembrar que a evolução não tem um propósito ou uma direção. A evolução não tem como objetivo gerar seres mais complexos, pois ela não tem um objetivo. Assim, as alternativas A, B, C e E acabam por implicar em uma relação de causa e efeito na evolução, com objetivos pré-determinados. Por isso, a alternativa correta é a **Letra D**, uma vez que ela relaciona os fatores que atuam na evolução (mutação, fluxo gênico, deriva e seleção natural), faltando apenas a recombinação genética, no caso de organismos que realizam reprodução sexuada.

---

**20.** O título completo da obra de Darwin é "A Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural". Só aí já chegaríamos à resposta correta para essa questão. No entanto, analisando as outras alternativas, vemos que a letra B e a letra C estão relacionadas a Lamarck, e a letra D fala sobre bases genéticas, desconhecidas por Darwin. **Letra A.**

---

**21.** Para Lamarck, através de sua Lei do Uso e do Desuso, o ambiente atuava como gerador das modificações que seriam passadas aos descendentes pela Lei da Transmissão de Caracteres Adquiridos. **Letra B.**

---

**22.** Em mais uma questão sobre resistência bacteriana, vemos mais uma vez que várias alternativas (A, B, D e E) implicam em uma intencionalidade no surgimento de mutações. Apenas a **Letra C** fala do processo de seleção natural, e por isso, é a alternativa correta.

---

**23.** O enunciado exemplifica a Lei do Uso e Desuso e a Lei da Transmissão de Caracteres Adquiridos, ambas de Lamarck. **Letra E.**

---



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.