

# A evolução das espécies

Chegamos à aula 50! Durante as aulas do telecurso, você viu vários temas relacionados com a Biologia: genética, botânica, zoologia, fisiologia, ecologia entre outros. Finalizaremos nosso curso com um tema da Biologia chamado de **evolução**.

Na natureza, há um grande número de seres que, embora pertencendo à mesma espécie, têm diferenças individuais. Você viu na Aula 43 o exemplo das mariposas, que, apesar de serem da mesma espécie, tinham cores diferentes. Mas **por que existem diferentes formas de organismos em uma mesma espécie? Como as populações vão mudando ao longo do tempo?**

Estas são algumas das dúvidas que você irá solucionar nesta última aula. Compreenderá como as espécies evoluem com o passar do tempo, tudo isso com base em uma teoria denominada **Teoria da Evolução**.

## Os trabalhos de Charles Darwin

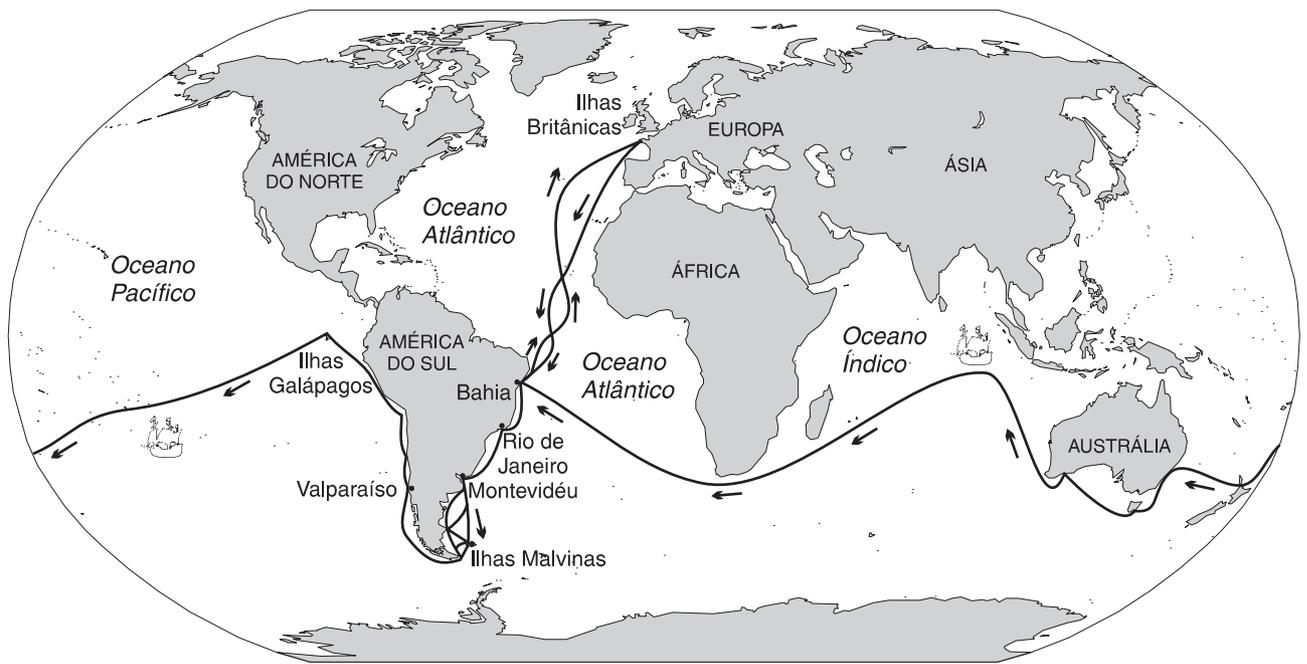
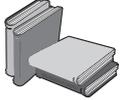


Figura 1: rota da viagem de Darwin a bordo do H.M.S. Beagle.  
Figura 1



Fóssil: é qualquer vestígio petrificado de um ser vivo que já habitou o nosso planeta, como uma pegada, uma folha, um pedaço de osso. O estudo dos fósseis nos permite reconstituir a forma, o tamanho e até os hábitos dos organismos do passado.

A preocupação da humanidade com explicações sobre diversidade de seres vivos data da Grécia antiga; mas até fins do século XVIII acreditava-se que as espécies não se modificavam e que seu número era fixo.

Na nossa aula, não trataremos das primeiras teorias que tentavam desvendar os mistérios da evolução das espécies; iremos direto para os trabalhos de um jovem naturalista chamado Charles Darwin, que viveu na Inglaterra entre 1809 e 1882. O seu interesse pela evolução nasceu de uma viagem que ele realizou ao redor do mundo a bordo do navio inglês *H.M.S. Beagle*. Nessa época ele tinha 22 anos, e a viagem durou cinco anos. Na Figura 1 podemos ver a rota feita pelo navio.

Durante essa viagem, Darwin coletou vários exemplares de animais, plantas e fósseis e fez observações sobre as diferenças que encontrava entre indivíduos da mesma espécie.

Após a sua viagem, em 1837, Darwin começou a estudar mais detalhadamente os animais domésticos. Concluiu que as raças de organismos domésticos (galinhas, pombos etc.) foram criadas pelo homem, que escolhia os indivíduos para os cruzamentos. De geração em geração, ao longo dos anos, eram reproduzidos os indivíduos que possuíam uma determinada característica que fosse de interesse e, ao mesmo tempo, outros indivíduos eram impedidos de se reproduzir. A isto chamamos de **seleção artificial**. Deste modo, eram obtidas novas raças e variedades que interessavam ao homem.

Darwin estava convencido de que as espécies se modificavam, e a partir de então começou a se perguntar: “Como elas mudavam na natureza?”

Para elucidar esta questão, Darwin passou a estudar os fósseis.

Ao comparar os fósseis de diferentes camadas geológicas, Darwin concluiu que os seres vivos vinham se modificando ao longo do tempo, e que algumas características de animais extintos continuavam existindo em animais atuais. As camadas mais recentes mostravam fósseis de organismos mais semelhantes aos seres viventes. Por exemplo, foi encontrado na Patagônia o fóssil de um mamífero gigantesco, já extinto, muito semelhante ao tatu que vive na América do Sul.

Com base nos fósseis, podemos obter uma série de informações a respeito do hábito de vida dos organismos do passado.

## Exercícios

### Exercício 1

Na figura abaixo temos algumas pegadas deixadas por um dinossauro (réptil que viveu no passado) e um crânio de um tigre-dentes-de-sabre. Com base nas figuras, responda às questões:

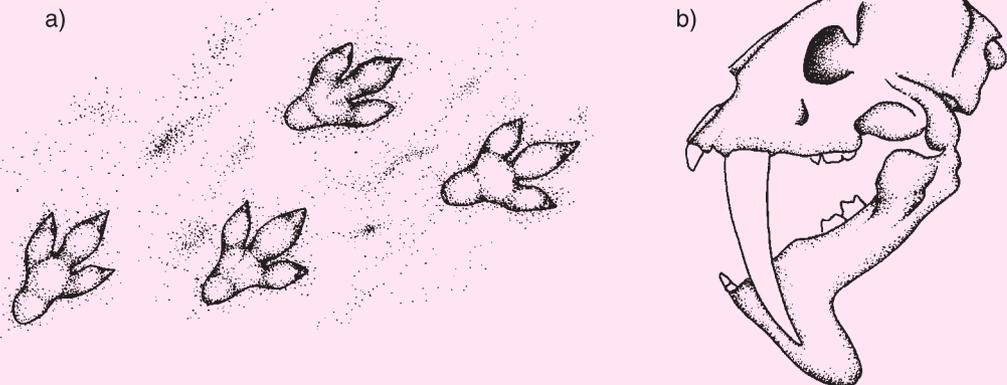


Figura 2: a) pegadas de dinossauro; b) crânio de um tigre-dentes-de-sabre.

- a) O dinossauro que deixou as pegadas, ilustradas na Figura 2a, era bípede ou quadrúpede?  
.....
- b) O animal da Figura 2b era carnívoro ou herbívoro? Por quê?  
.....

Apesar de todos os estudos realizados, Darwin ainda procurava uma comprovação da ocorrência da modificação das espécies. Em 1838, ele conheceu a teoria de Malthus sobre o crescimento populacional. Malthus dizia que o potencial de reprodução da população humana é infinitamente maior do que a capacidade da terra de produzir os meios de subsistência. Dizia também que, se uma população não encontrasse obstáculos ao crescimento, haveria um aumento no número de indivíduos de acordo com uma progressão geométrica. Já os meios de subsistência aumentariam de acordo com uma progressão aritmética.

Malthus tentava imaginar a humanidade submetida às mesmas leis que regem populações de outras espécies. Esse foi um dos pontos que chamou a atenção de Darwin.

As populações poderiam, teoricamente, crescer muito rápido. Mas isso não era observado na prática. Para explicar a manutenção de níveis mais ou menos constantes no tamanho da população, Darwin achava que deveria existir uma “luta pela vida”. Indivíduos diferentes que possuísem características favoráveis seriam selecionados. Isto é, ao longo do tempo, iriam desaparecer as características desvantajosas ao meio. Desse modo, os indivíduos mais aptos sobreviveriam e deixariam um maior número de descendentes. Com o passar do tempo, as diferenças iriam se acentuando a ponto de se constituírem espécies novas, diferentes dos tipos originais.

Darwin escreveu, então, um dos princípios da teoria da evolução: a **seleção natural**, que dizia que as populações não poderiam crescer demais, pois o meio agiria sobre elas selecionando apenas os indivíduos que estivessem adaptados às condições do ambiente.

Na Aula 43 estudamos exemplos de seleção natural com as mariposas. Vimos que os organismos selecionados pelo meio se reproduzem deixando descendentes com as mesmas características. Nas gerações seguintes, aumenta o número de indivíduos adaptados ao meio.

Charles Darwin elaborou toda a sua teoria com base nos dados coletados em sua viagem, em observações de animais domésticos e na análise de trabalhos de outros pesquisadores. Ele conseguiu reunir várias idéias em uma mesma teoria: o Darwinismo ou Teoria da Evolução.

### As girafas – um exemplo de Darwinismo

Darwin observou que nas populações atuais de girafas, todos os indivíduos possuíam pescoços longos. Os ancestrais da girafas, de acordo com os fósseis, tinham pescoço mais curto. Darwin explicava a evolução da população de girafas dizendo que no passado havia uma pequena variação no comprimento do pescoço entre os indivíduos das populações ancestrais.

Os indivíduos que possuíam pescoço longo conseguiam alcançar os ramos mais altos das árvores. Assim, girafas de pescoço longo tinham maior oferta de alimento e mais chance de sobreviver e de deixar descendentes.

Desse modo, a seleção natural privilegiava os indivíduos que possuíam pescoço mais comprido. Após milhões de anos, as girafas de pescoço curto desapareceram e a população de girafas ficou composta apenas por indivíduos de pescoço longo.

Acompanhe no quadro abaixo as constatações e conclusões de Darwin.

#### Constatações

- As populações têm potencial para crescer rapidamente, porém não o fazem porque há predadores, parasitas, escassez de alimento e espaço etc.
- Muitos indivíduos morrem sem deixar descendentes. As mortes são causadas pelas condições ambientais. Os que sobrevivem estão mais aptos a enfrentar tais condições e assim deixam descendentes.
- Devido à variação existente entre indivíduos da mesma espécie, é possível que alguns sobrevivam quando há mudanças das condições do meio.

#### Conclusões

- Os indivíduos que conseguem sobreviver e se reproduzir possuem características adaptadas ao meio. Este é o princípio da seleção natural.
- A seleção natural favorece a permanência de características adaptativas, e o número de indivíduos com tais características irá aumentando na população ao longo do tempo.

### A Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo

Vimos, até agora, que Darwin conseguiu elaborar uma teoria que explicava a mudança das espécies. Sua teoria baseava-se em um princípio denominado seleção natural, mas Darwin não conseguiu explicar como surgia a variabilidade nos indivíduos de uma mesma espécie. Ele simplesmente constatou que dentro de uma mesma espécie havia indivíduos diferentes.

Na época em que Darwin publicou seu livro, em 1859, um naturalista chamado Gregor Mendel estava estudando os mecanismos de herança dos caracteres. Até esse momento não se conheciam os cromossomos nem os genes.

Somente no início de 1900 é que os trabalhos de Mendel foram retomados. Em 1920 já se reconhecia que os mecanismos de herança descobertos por Mendel estavam ligados aos cromossomos.

Em 1940 uma teoria evolucionista mais consistente tomou forma, auxiliada pelas descobertas da genética. Ela foi chamada de Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo, e está fundamentada em dois mecanismos: a **mutação** e a **recombinação gênica**.

#### Mutação

### Exercícios

#### Exercício 2

No quadro a seguir temos quatro seqüências de três bases nitrogenadas de um RNA mensageiro (códon), mostrando qual tipo de aminoácido é codificado a partir de cada uma delas.

BASES NITROGENADAS DO RNA MENSAGEIRO	AMINOÁCIDO
AAA ou AAG	lisina
AAU ou AAC	asparagina

- a) Se um RNA mensageiro possui a seqüência de quatro códons: AAA AAA AAU AAA, qual será a seqüência de aminoácidos desse segmento da proteína formada?  
.....
- b) Se ocorrer uma mudança na seqüência para AAA AAA AAC AAA, a seqüência de aminoácidos irá se modificar?  
.....
- c) E se ocorrer uma mudança na seqüência para AAA AAA AAG AAA, a seqüência de aminoácidos irá se modificar?  
.....

Como pudemos ver nos exercícios anteriores, nem sempre uma mudança de base ocasiona a síntese de uma proteína nova, porém em alguns casos a troca de uma base nitrogenada pode produzir uma proteína completamente diferente. Essas mudanças na seqüência de bases nitrogenadas do RNA ocorrem como consequência de uma mudança no DNA. A mudança ocorrida no DNA é chamada de mutação. Na Aula 49 você já viu a definição de mutação.

### Exercício 3

Reescreva a definição de mutação.

.....  
.....  
.....  
.....

### Exercícios

A mutação pode dar vantagens ou desvantagens a seu possuidor. Se a característica nova que aparece com a mutação propiciar maiores chances de sobrevivência para o indivíduo, ele terá condições de transmitir tal característica para seus descendentes, que estarão mais bem adaptados ao meio. No caso contrário, o indivíduo pode vir a morrer.

### A recombinação gênica

O mecanismo de recombinação gênica ocorre em organismos que se reproduzem sexuadamente.

No esquema a seguir temos a representação das células de dois organismos da mesma espécie (pai e mãe) e da célula de seu descendente. Esses indivíduos possuem três pares de cromossomos em suas células, e seus gametas carregam três cromossomos. Os cromossomos do descendente são provenientes de dois gametas (um materno e um paterno), totalizando seis cromossomos. O descendente é capaz de formar gametas que combinam de várias maneiras os cromossomos de origem paterna e materna, como mostra a Figura 3.

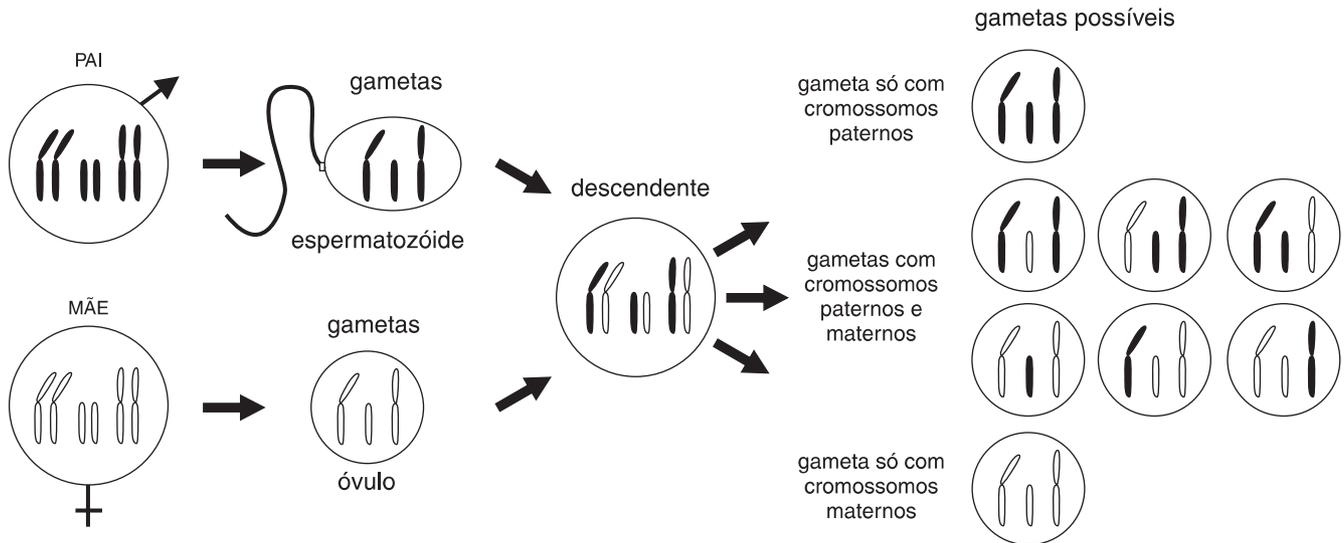


Figura 3: cruzamento de dois indivíduos e a formação de gametas no seu descendente.

No exemplo da Figura 3 são possíveis oito combinações cromossômicas diferentes, variando desde gametas que possuem apenas cromossomos paternos até gametas contendo somente cromossomos maternos.

Supondo que o descendente cruze com outro indivíduo que também produz oito gametas diferentes, os seus filhos serão resultado da combinação entre os dois lotes de oito gametas.

Desse modo, podemos ter diversas possibilidades de filhotes formados, o que explica a grande variabilidade de características que existem em indivíduos de uma população.

A recombinação gênica pode ocorrer de outros modos durante a meiose.

### Você sabia?

Para calcular o número de gametas diferentes que um indivíduo pode formar é só usar a seguinte fórmula:

$$2^n$$

em que **n** é o número de pares de cromossomos presentes na espécie. Se fizéssemos o cálculo para a espécie humana, seria  $2^{23} = 8.388.608$  gametas diferentes.

No Neodarwinismo, os mecanismos de mutação e recombinação gênica foram incorporados para explicar a existência de variabilidade entre organismos da mesma espécie. O princípio do Darwinismo não foi esquecido, já que a seleção natural atua sobre a variabilidade genética selecionando as combinações que melhor adaptam os organismos.

Nesta aula você aprendeu uma das teorias mais importantes da biologia e que atualmente é aceita por todos os biólogos. Porém, como todas as áreas da Ciência, este tema está sendo constantemente estudado e talvez um dia seja reformulado.

- Darwin constatou que entre indivíduos da mesma espécie havia .....
- O princípio básico que fundamenta a Teoria da Evolução é a .....
- Na seleção natural o meio seleciona as características que são vantajosas para sobrevivência, tornando a população .....  
ao meio.
- Darwin não conseguiu explicar como ocorria a .....
- O Neodarwinismo aceita a seleção natural e inclui dois mecanismos para explicar a variabilidade genética: .....  
e .....
- Mutação é .....