

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

BIOLOGIA

Módulo 1

Unidade 5

2

Unidade 5

<pág. 36>

Um ancestral em comum para todos

Para início de conversa...

Você viu nas unidades anteriores que a diversidade biológica é fruto da variação genética. Essa, por sua vez, é gerada por mutações nos indivíduos de populações naturais. Se uma mutação for viável e não trazer desvantagens ao mutante, ela pode ser passada adiante para seus descendentes. Ao reproduzir, o mutante irá misturar seu próprio material

genético (com o gene modificado) com o de outro indivíduo não modificado nos descendentes do casal. Quando isso acontece, temos o processo de homogeneização dos genes, característico das espécies, pois seus indivíduos podem cruzar e gerar descendentes férteis.



Figura 1: A mula é o fruto de um cruzamento entre duas espécies diferentes: uma égua (*Equus caballus*) com um burro (*Equus asinus*). Por isso, as mulas não são férteis.

<pág. 36>

Imagine que um acidente natural pode acontecer e separar indivíduos de uma espécie, dividindo-os em duas populações, isolando-as geograficamente. Caso uma mutação venha a acontecer em uma das populações, ela estará confinada à população em que surgiu.

As mutações, sendo erros da molécula replicadora do material genético, serão necessariamente diferentes em ambos os lados. Isso porque essas moléculas, em ambas as populações, nunca irão fazer o mesmo tipo de

6

erro na mesma região do material genético.

Assim, o processo de homogeneização continua em cada população, mas será interrompido entre as duas partes isoladas da espécie ancestral. Essa interrupção, aliada ao surgimento de novas mutações, promoverá a especiação depois de muitas gerações.

Repare que estamos falando de biodiversidade e de mutações ao longo do tempo. Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de evolução. Evolução, assim, é mudança ao longo do tempo. Pode ser mudança de cor,

mudança de forma, mudança de textura, de consistência. Enfim, todas as mudanças herdáveis de pais para filhos são mudanças evolutivas, pois serão passadas a todas as gerações futuras, a menos, é claro, que a linhagem mutante seja extinta.

Esta aula vai finalizar o conteúdo básico sobre o papel do processo evolutivo na geração da diversidade biológica, que é o eixo central deste primeiro módulo de seu curso.

8

Objetivos de aprendizagem:

.Definir evolução, percebendo seu papel como geradora da biodiversidade;

.Estabelecer as propriedades dos sistemas biológicos;

.Relacionar o processo seleção natural à geração de adaptações;

.Definir e listar aplicações da seleção artificial no cotidiano;

.Relacionar os eventos evolucionistas à hierarquia da biodiversidade e da ancestralidade comum.

<pág. 37>

Seção 1

Forças evolutivas e mudanças

As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo. Tais processos podem modificar rapidamente uma espécie ou podem levar muitos e muitos anos para que uma mudança seja perceptível. Especiação e mutação são dois dos processos que determinam mudanças nos genes de uma

10

população e, portanto, são processos evolutivos.

A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro. Assim, podemos dizer que as populações naturais de todas as espécies vivas estão em constante processo evolutivo.

A mutação, por exemplo, é uma força evolutiva muito importante, pois é a que gera variabilidade gênica. Lembra-se dos alelos que determinavam a cor das

ervilhas do Mendel? Pois é, o alelo "cor amarela" e o alelo "cor verde" são, hoje, diferentes entre si, mas um deles é o original. Vamos supor que o alelo amarelo seja o mais antigo.

Nesse cenário, o alelo verde apareceu a partir de uma mutação que transformou um alelo amarelo em alelo verde. Com o passar das gerações, a população foi evoluindo e o alelo verde passou a ser mais frequente. Isso não é muito difícil de perceber, afinal você não encontra muitas ervilhas amarelas por aí! Uma população na qual todos os

12

indivíduos são idênticos para uma determinada característica nunca irá evoluir naquela característica. Para a evolução ocorrer, é preciso variação. E não é qualquer tipo de variação, é variação herdável.

Biologia + Tempo = Evolução

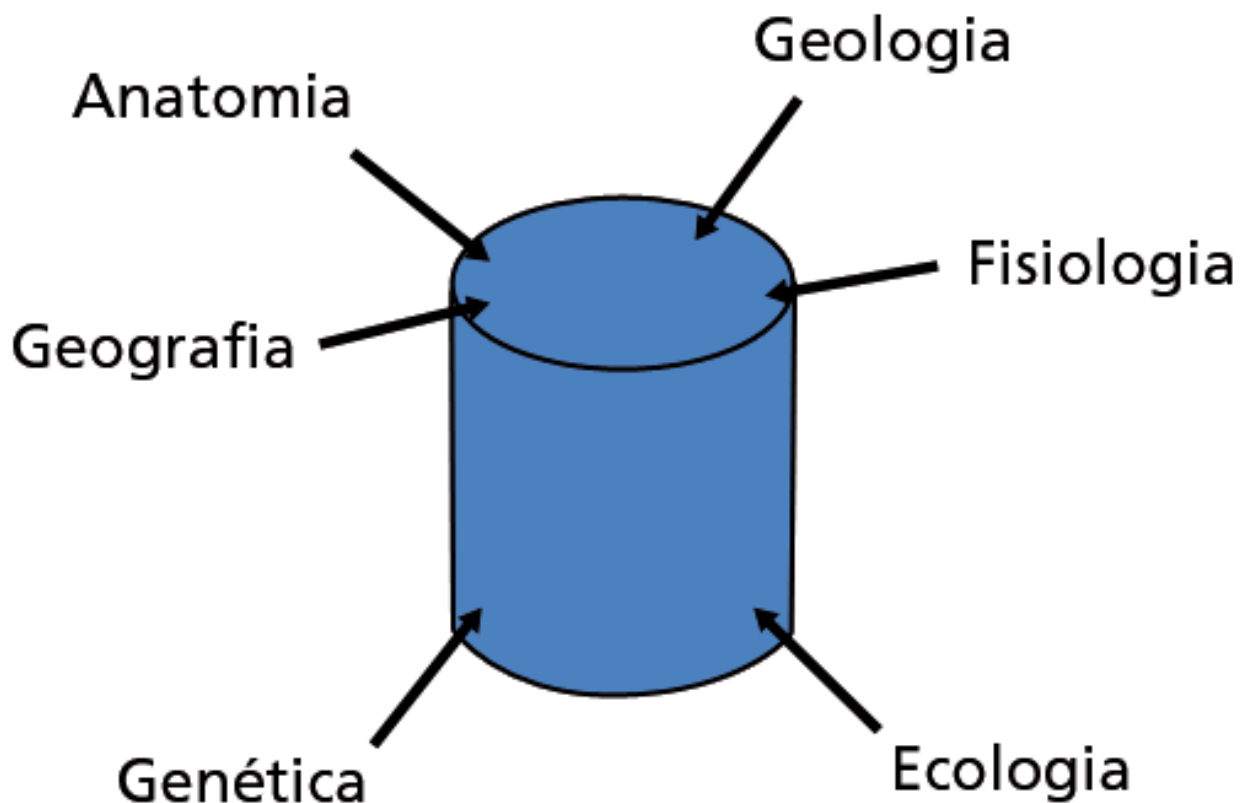


Figura 2: A biologia é simplesmente a fatia atual do eixo evolutivo. Embaixo, é o passado e, em cima, o corte do presente no eixo evolutivo.

14

<pág. 38>

Em outras palavras, a evolução é um processo contínuo, e o que vemos de biodiversidade depende do momento da evolução (tempo) dos seres vivos que estamos analisando.

Quer um exemplo? Há aproximadamente 200 milhões de anos, existiram os dinossauros. Hoje em dia, eles não existem mais, pois foram extintos. Essa mudança foi importante, pois a extinção da linhagem dos dinossauros permitiu que a linhagem dos mamíferos se diversificasse.

Seção 2

Como erros podem gerar adaptações?

Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Para entender essa afirmação, vamos começar com a definição de sistemas, que são conjuntos de partes integradas. Ao conectarmos tais partes, o sistema apresenta propriedades particulares e diferentes das propriedades de cada uma das partes que o formou.

Um carro, por exemplo, é um sistema que possui partes (motor, pneus, volante, porta-

16

mala, tanque de combustível etc.) que, ao serem integradas, fazem com que o carro apresente a propriedade de locomoção, a qual nenhuma das partes isoladas apresenta.





Figura 3: Acima, estão carros antigos, à gasolina, com descarga de poluentes para a atmosfera. Abaixo, está um automóvel moderno, elétrico e não poluente. Apesar de diferentes, todos os carros apresentam a propriedade de locomoção, primordial em um veículo automotor.

Da mesma forma que para entendermos "carros" precisamos pensar em todos os carros ao mesmo tempo, para entendermos "seres vivos" precisamos analisar todos os organismos vivos. Para entendermos o conjunto, precisamos pensar nas características que todas as espécies do grupo têm em comum.

Iniciaremos nossos estudos pelas características que todos os seres vivos apresentam. Elas podem ser resumidas no que chamamos de três propriedades básicas:

1. Reprodutibilidade ou reprodução

É ela que promove a imortalidade das características dos seres. Indivíduos são mortais. Eles nascem, crescem, se reproduzem e morrem. No entanto, graças ao processo da reprodução, as suas características passam para os descendentes, permitindo que o material genético que as origina permaneça no ambiente. Sendo assim, podemos dizer que as características biológicas são imortais, pois elas podem ser transmitidas indefinidamente aos descendentes de gerações

20

futuras. Isso acontecerá até a extinção da linhagem, a qual não tem volta e é sempre definitiva.

2. Herdabilidade

A herdabilidade é a razão pela qual gatinhos nascem da reprodução de uma gata e um gato. Peixinhos nascem da reprodução de peixes adultos. Micro-organismos nascem da reprodução de outros micro-organismos. Assim, a herdabilidade é a capacidade de, por meio da reprodução, os pais passarem suas características particulares (e suas adaptações) a seus filhos. Isso se dá pela transmissão de seus genes

nos gametas que serão fecundados.

3. Mutabilidade

A reprodução requer a duplicação do material genético. Durante esta, pode haver um erro, gerando um indivíduo mutante. Quando este mutante se reproduzir, em determinados casos, seus filhotes serão mutantes, pois irão receber as características modificadas do material genético ancestral.

A mutação é um dos fenômenos importantes quando estudamos a diversidade dos seres vivos. Por serem frutos de erros,

seus efeitos no bem-estar do organismo mutante não podem ser previstos. Na realidade, a maior parte das mutações são maléficas ao organismo mutante. Ou seja, ele apresentará menor chance de sobrevivência do que os demais membros da população.

Vamos a um exemplo. Imagine uma população de minhocas que vive em uma mata e que apresentam coloração de corpo “cor de barro”. Em um determinado dia, nasce uma minhoca mutante para o gene que determina a cor do corpo. Se a nova coloração for esbranquiçada, amarelada,

esverdeada ou azul, a minhoca mutante irá se sobressair no solo, que apresenta a cor de barro. Com uma cor que se sobressaia, o predador irá enxergá-la antes dos demais indivíduos. Ela, portanto, terá menos chance de sobreviver naquele ambiente.

Verbetes

Predador

Animal que se alimenta de outros animais por meio de perseguição e captura.

Se a nova coloração for muito aberrante, a mutação perder-se-á, pois o mutante será devorado antes de sua reprodução. Assim, dizemos que a nova coloração aberrante do corpo da minhoca é uma mutação maléfica, ou deletéria, pois irá diminuir as chances de sobrevivência do mutante.

Verbete

Aberrante

Aquilo que é muito diferente do que é considerado normal ou comum.



Figura 4: Duas minhocas se acasalando. Repare que a cor do corpo delas não sobressai na coloração da terra ao redor, dificultando o predador de enxergá-las. O que você diria se elas tivessem uma coloração branca, azul ou verde?

Então já discutimos as mutações deletérias. Agora, vamos ver como surgem as mutações vantajosas que irão gerar as adaptações das espécies.

Imagine que uma outra mutação tornasse o corpo da minhoca de coloração ainda mais semelhante à “cor da terra” do ambiente? No caso das minhocas da Figura 4, seria uma mutação para uma coloração marrom-escuro.

Certamente, essa seria uma mutação benéfica para o organismo mutante, pois os predadores teriam mais dificuldades para enxergar esse ser diferente. Assim, a mutação “cor de terra”

permaneceria pelas gerações seguintes, pois o indivíduo mutante teria mais chances de sobreviver e de produzir descendentes com a mesma característica vantajosa. Tais descendentes, como o mutante original, seriam menos percebidos por predadores, aumentando as chances de eles próprios sobreviverem. Quando sobrevivem, eles mesmos se reproduzem, passando novamente a mutação para seus descendentes. É dessa maneira, portanto, que o gene mutante se perpetua, ou seja, permanece na população.

Se o gene mutante apresenta vantagens em relação ao original, espera-se que a sua frequência aumente a cada geração.

Eventualmente, uma vez que todos os indivíduos apresentem a mutação vantajosa, a mutação vira uma adaptação que será, a partir desse momento, percebida como o original.

Mas isso acontecerá até que uma nova mutação vantajosa ocorra e reinicie o processo.

A seleção natural é o nome deste processo pelo qual os variantes de uma população com características favoráveis

têm maior chance de sobrevivência e reprodução. A seleção natural seleciona as mutações vantajosas gerando as adaptações nas espécies. Já vimos alguns exemplos de adaptações, como o formato do pé humano, as garras retráteis dos felídeos etc.

Atividade 1

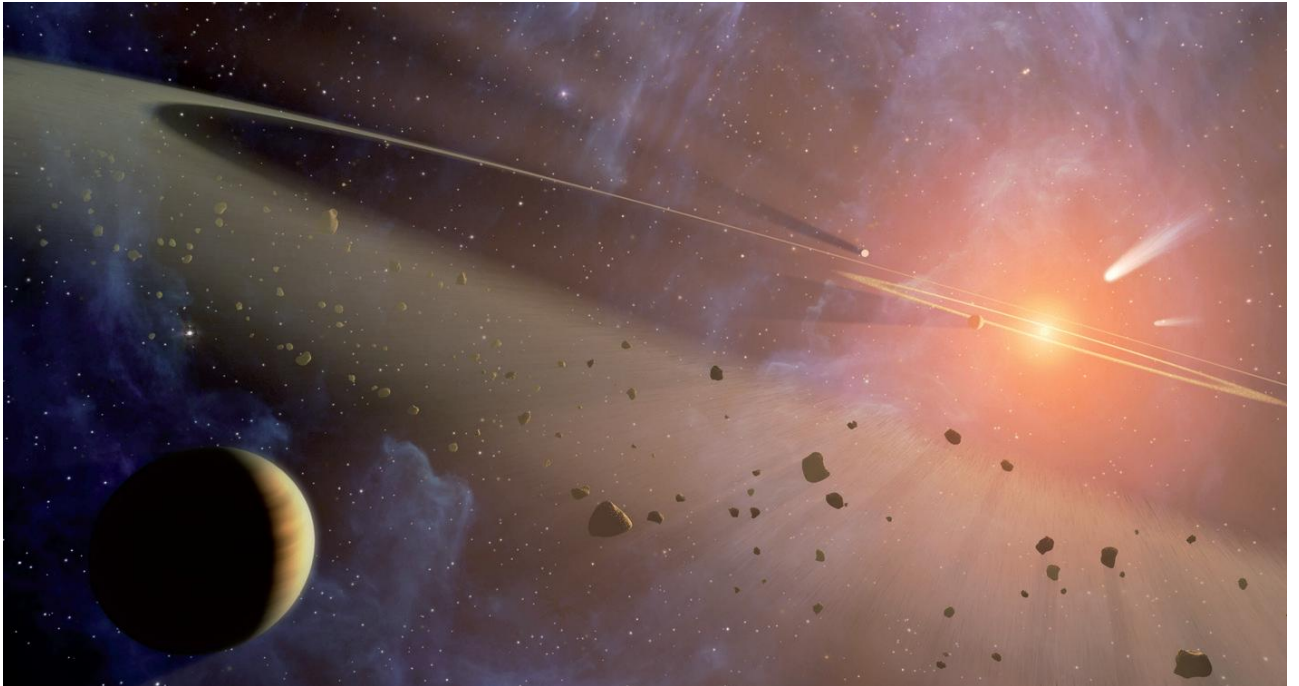
BUM!

Nós, humanos, possuímos cinco sentidos: olfato, visão, audição, tato e paladar. Nós só os temos graças às nossas células nervosas, que captam, por exemplo, o estímulo do cheiro, o qual provém do ambiente (ou seja, é externo

30

ao nosso corpo). O número e a capacidade de atuação dessas células, por sua vez, são determinados pelo nosso material genético.

Sabendo disso, vamos pensar em uma situação hipotética: uma catástrofe na Terra! Imagine que um asteroide atingiu o nosso planeta e poucos seres vivos, inclusive humanos, conseguiram sobreviver a esse evento. Dos que moravam em seu bairro, você e seu vizinho foram os únicos sobreviventes.



Bom, é lógico pensar que, nesse caso, não há mais facilidades, como as que temos hoje, para comprar comida, certo? Então, vocês devem ir à caça de seu alimento. Mas preste atenção: você está sozinho nessa aventura!

Sabendo que o seu olfato vai ajudá-lo bastante em sua caçada e que você possui mais células olfativas do que o seu vizinho, qual dos dois terá maior chance de, em um futuro próximo, encontrar uma sobrevivente fêmea com a qual possa se reproduzir contribuindo para salvar a humanidade da extinção? Justifique a sua resposta relacionando a característica “número de células olfativas” ao processo de seleção natural.

Seção 3

Seleção natural e as nossas adaptações

O processo que gera as adaptações biológicas é a seleção natural. Esta é uma força que atua sobre as variações das populações naturais. Se a população for perfeitamente homogênea, isto é, sem características variadas, a seleção natural não atuará, nem a evolução acontecerá. Para evoluir, é necessário que haja variação herdável.

Entretanto, se existirem diferenças entre os indivíduos e variações nas

34

chances de sobrevivência entre os variantes, a seleção natural irá atuar. Assim, aumentam-se as frequências das características mais úteis para a sobrevivência, que serão as adaptações.

Vamos dar um exemplo de como acontecem as adaptações. Vamos imaginar uma população de tamanduás-bandeira que viviam no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), um ambiente típico do bioma cerrado, em Minas Gerais.

Verbetes

É um conjunto de ambientes semelhantes em sua composição de plantas, animais e relevo da paisagem. A Floresta Amazônia é o maior bioma brasileiro. Temos ainda a Mata Atlântica, o cerrado, a caatinga, o pantanal, os pampas e muitos outros biomas em nosso país.



36

Figura 5: Serra da Canastra e, ao lado, uma paisagem típica do cerrado, com vegetação rasteira, arbustos e algumas poucas árvores como esse belo Ipê.

<pág. 42>

O nome científico do tamanduá-bandeira é *Myrmecophaga tridactyla*. Os animais que vivem lá, hoje, conseguiram suas características pela herança dos genes de seus pais, metade da mãe e metade do pai, como todos nós. Nesses genes, certamente estava também o formato do nariz, que é uma das adaptações da

espécie para o hábito alimentar dos tamanduás: comer formigas e cupins. A língua aderente, fina e comprida é outra adaptação presente em todos os filhotes de tamanduá que nascem hoje. Os cupinzeiros do PNSC são enormes, construídos de barro, e ficam muito duros quando expostos ao sol do cerrado, como mostra a Figura 6.

Verbete

Aderente

Característica de algo ou alguém que se liga, se gruda, se une a outro material.

38

Mas como começou essa adaptação?

As adaptações são sempre mutações. Algumas mutações dão um diferencial ao indivíduo mutante de modo que ele consiga sobreviver mesmo diante da capacidade limitada do ambiente de sustentar os organismos. Isso é importante, pois, de forma geral, nascem mais filhotes na Natureza do que aqueles que conseguem sobreviver.

Sendo assim, pensando em um casal de tamanduás, não haverá alimento suficiente, no cerrado, para todos os seus filhotes. Imagine que exista comida apenas para a metade

deles. Esse número é denominado capacidade de suporte do ambiente; e é importante que você saiba que cada ambiente possui a sua capacidade de suporte. Assim, de cada quatro filhotes de tamanduá que nascem, dois morrem e dois sobrevivem, pois só existe comida para dois filhotes (por casal) naquele ambiente.



Figura 6: Cupinzeiro. A língua fina do tamanduá penetra pelos pequenos poros do cupinzeiro; por ser aderente, ela gruda nos cupins, o que permite levá-los até o interior da boca a fim de se alimentar.

Mas o que determinará se um filhote vai sobreviver ou

morrer? Já vimos que os filhotes que apresentam as melhores características tendem a sobreviver, pois elas aumentam as chances de sobrevivência e de reprodução do indivíduo, gerando uma prole que também as apresentam.

Verbete

Prole

Conjunto de filhotes de um único casal.

Entretanto, qual será a melhor característica no cerrado? Será que o mais alto sempre sobrevive, pois

42

consegue enxergar o predador mais longe? Ou será que sempre é o mais gordo, com maiores reservas de energia para usá-las em caso de falta de alimento? Ou será que é o que enxerga melhor, pois consegue achar comida mais facilmente? Ou o mais rápido tem sempre mais chances de sobreviver, pois escapa facilmente de seus predadores?

<pág. 44>

Todas essas hipóteses são válidas! Em um ambiente, uma delas pode ser a mais importante, e em outro ambiente outra irá determinar a

sobrevivência. Além disso, em um mesmo ambiente, pode ser que mude o clima ou o relevo da paisagem (como consequência de um terremoto, por exemplo) e, a partir dessa mudança, a característica determinante será outra.

Seção 4

Momento da seleção

A seleção natural sempre atua no presente, assim nada é selecionado “para uso futuro”. As características determinantes na sobrevivência dos

44

indivíduos, nesse exato momento em que você lê esta página, serão selecionadas para a sobrevivência e reprodução.

No exemplo dos tamanduás, colocamos que o número de filhotes produzidos é o dobro da capacidade de suporte do ambiente. Assim, vamos imaginar que um casal tenha produzido quatro filhotes, sendo que um deles era um filhote mutante. A mutação desse filhote é vantajosa, pois esse filhote apresentaria um focinho mais fino capaz de inseri-lo em cupinzeiros.



Figura 7: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) mostrando o focinho comprido, uma adaptação para o hábito de se alimentar de formigas e cupins.

Com o focinho mais fino, o filhote mutante teria mais oportunidades de conseguir alimento. Um filhote melhor alimentado seria um filhote com mais chances de ser um dos dois que sobreviveria. Repare que, se ele sobreviver, ele passará suas características, incluindo o focinho fino, a seus próprios filhotes. A transmissão dessa característica seria pela passagem dos genes que os filhotes irão herdar. Estes, por sua vez, passariam a adaptação para seus descendentes, que também iriam apresentar maiores

chances de sobrevivência do que os outros membros da espécie.

Assim, a característica focinho fino, ao final de várias gerações, estaria presente em todos os indivíduos e representaria uma adaptação da espécie. A partir desse momento, o focinho típico da espécie seria o fino, ilustrado, por exemplo, na descrição dessa espécie de tamanduá. A sobrevivência é, portanto, diferencial, e as pequenas particularidades de cada indivíduo irão influenciar a sua capacidade de sobrevivência. Se sobreviver, o mutante passará tais

48

características modificadas a seus descendentes, gerando diversidade biológica.

Seleção natural também é, portanto, a sobrevivência diferencial de variantes.

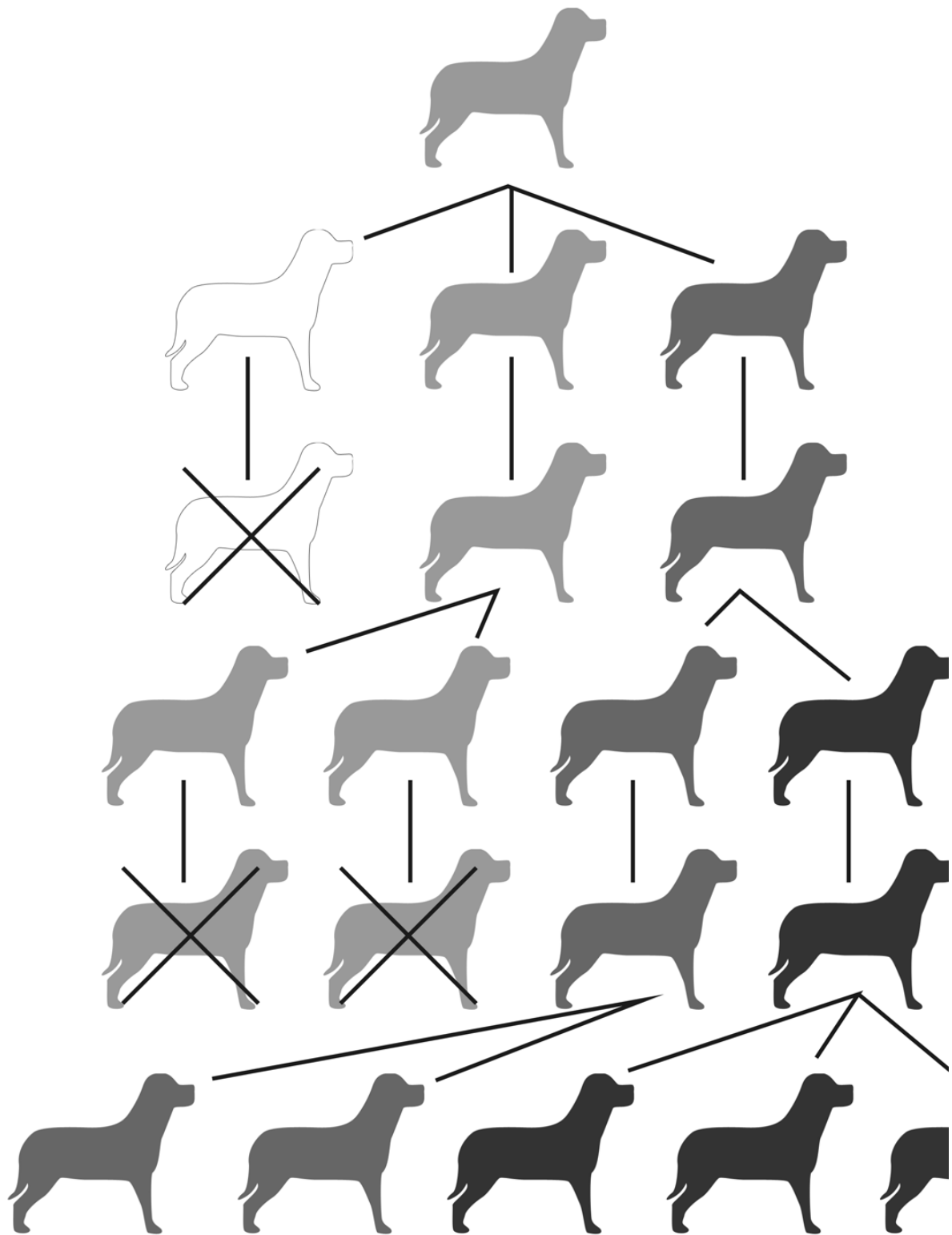


Figura 8: Repare que na segunda geração já podemos encontrar três variantes na

50

população. Nesse ambiente, a seleção natural está selecionando indivíduos de coloração mais escura. Estes sobrevivem e deixam mais filhotes com suas próprias características selecionadas. Na última geração, filhotes claros já foram eliminados da população por seleção natural.

<pág. 46>

Atividade 2

Bactérias e doenças

As bactérias são agentes que podem ser causadores de uma série de doenças em outros seres vivos, incluindo nós, seres humanos.

No início do século XX, Alexander Flemming, um médico escocês, descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta da penicilina, primeiro antibiótico da história da medicina!

Hoje em dia existem, além da penicilina, vários tipos de antibióticos, para tratar diversas doenças causadas por micro-organismos que acometem os seres humanos e os animais que os cercam.

Ora, se já foram descobertas substâncias

52

**capazes de matar bactérias,
como ainda temos doenças
causadas por esse tipo de
micro-organismo?**

Seção 5

**Darwin e a seleção
natural**

**Charles Darwin nasceu em
12 de fevereiro de 1809, na
Inglaterra. Ele ficou famoso
não por ter sido o primeiro
cientista a propor que as
espécies evoluem. Darwin
ganhou fama ao propor um
processo pelo qual as
espécies evoluem e se
adaptam a seus ambientes.
Foi ele, portanto, quem**

propôs o mecanismo de seleção natural descrito anteriormente.

Darwin pensava que deveria existir um mecanismo que impedisse as centenas de filhotes que um único casal de sapos produz, ao longo de sua vida, de sobreviver. Se apenas um casal dá origem a centenas de filhotes, e todos os casais produziram outras centenas de filhotes de sapos, era para estarmos atolados em filhotes de sapos em todos os cantos do planeta!

O ponto central da teoria de Darwin era: mais filhotes são gerados do que aqueles

54

que conseguem sobreviver em um determinado ambiente. Assim, os filhotes irão naturalmente competir para garantir a própria sobrevivência. Se existe uma competição natural, apenas os filhotes que apresentam as melhores características conseguem sobreviver. Ao sobreviverem, eles se reproduzem e passam as melhores características para seus descendentes. Na próxima geração, as melhores características estarão em maior frequência. Assim por diante, até a fixação do variante adaptativo.

<pág. 47>

Verbete

Fixação

Uma característica atinge a fixação (ou é fixada) quando todos os indivíduos da população a apresentam. Isso só acontece depois de muitas gerações, a partir do aparecimento da característica.

Darwin sabia que uma teoria que sugerisse que humanos são descendentes de um ancestral em comum com outras espécies de seres vivos não seria prontamente aceita. Assim, ele passou 30 anos

56

coletando muitas evidências da evolução por seleção natural. No alto das montanhas dos Andes, por exemplo, ele encontrou fósseis de organismos marinhos já extintos. Isso deu uma pista de que o relevo sofre mudanças drásticas que podem afetar a vida dos seres vivos no local.

Tantos anos de estudo resultaram em um apanhado tão grande de informações que ele conseguiu um feito que outros, antes dele, tinham tentado e não conseguiram. Ele convenceu a comunidade acadêmica do processo que gerou toda a diversidade biológica, incluindo os

humanos, a evolução por seleção natural associada a eventos de especiação. Mas Darwin não foi o único que tentou explicar a evolução.

Seção 6

Mutação, adaptação e acaso

Você até pode pensar que a lógica é meio estranha...

Como um erro na duplicação do material genético no interior de uma única célula produzirá efeitos benéficos para todo o organismo? Como pode um erro gerar uma adaptação, ou seja, uma vantagem para o indivíduo?

Em primeiro lugar, uma pequena mudança em um gene pode modificar a cor, a forma, uma estrutura ou o número de apêndices do organismo todo, desde que a mutação já esteja na célula-ovo. Quando a célula-ovo se dividir, produzirá todas as células do novo organismo com a mesma mutação, gerando todo um organismo mutante para aquela característica.

Verbete

Apêndices

Em Biologia, são partes de um animal que estão destacadas do eixo central do seu corpo. Exemplos: as antenas dos in-

setos, os membros e as orelhas dos mamíferos, a tromba do elefante, as antenas do camarão, dentre outros.

Alterações geradas por mutações podem fazer com que determinado organismo se torne mais bem adaptado a um ambiente ou outro. Em outras palavras, as mutações e a evolução possibilitaram a ocupação dos diversos ambientes do planeta.

<pág. 48>

Em segundo lugar, já vimos que existem mutações deletérias, o que faz sentido,

60

pois as mutações são resultado de um erro da molécula replicadora. Aliás, a maior parte (mais de 99,9%) das mutações são deletérias, ou seja, danosas à sobrevivência do organismo. Entretanto, se mutações são comuns e a maior parte é deletéria, porque não as percebemos quando observamos os organismos ou os outros seres humanos? Por que os organismos nos parecem tão adaptados a seus ambientes?

Nos seres humanos, a maior parte das mutações deletérias geram embriões que não nascem. São os chamados abortos espontâneos, nos quais a

mulher engravida, mas perde o bebê. Muitas vezes, a mulher nem chega a saber que estava grávida até abortar espontaneamente. Em outras espécies, abortos espontâneos também acontecem com frequência.

Seção 7

Seleção artificial

Achou complicado o processo de seleção natural? Então vamos facilitar trazendo o conteúdo da unidade para o nosso cotidiano.

A seleção natural é um processo no qual o ambiente seleciona os organismos com

as melhores características para sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessa característica na próxima geração.

Fazendeiros, agricultores e criadores usam um processo semelhante ao da seleção natural, a seleção artificial.

Na seleção artificial, o processo é semelhante ao da seleção natural, mas é mediado pelo ser humano e não mais pelo ambiente. Todos os princípios são idênticos entre os processos.

Entretanto, é o ser humano que seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características

para se reproduzirem, aumentando a frequência dessas melhores características na população.

No caso de fazendeiros e agricultores, as melhores características, claro, são as que dão maiores lucros. Ou seja, geralmente aquelas que aumentam o tamanho melhoram o sabor e a aparência ou aumentam o valor nutricional dos alimentos (plantas e animais) que consumimos diariamente.



Figura 9: Cenouras têm cor de laranja, certo? Certo e errado. Olhe para esta foto! Certo dia, um fazendeiro percebeu que

tinha plantas que produziam cenouras mais escuras. Ele cruzou duas plantas dessas e começou a produzir variedades de cenouras mais escuras ainda. E deu certo! Suas vendas multiplicaram e ele continuou testando novas cores de cenoura e feijões, formatos de abóboras etc.

<pág. 49>

Outro exemplo de vegetal que comemos e que apresenta grandes variações (e não só a coloração) é o repolho.

O nome científico do repolho é *Brassica oleracea*. O interessante do repolho é que

66

ele compartilha o mesmo nome científico com a couve-flor, com a couve-de-Bruxelas e até mesmo com o brócolis. Estranho, não é? Essas verduras são tão diferentes e pertencem a mesma espécie? É difícil de acreditar. Não encontramos apenas indivíduos muito semelhantes dentro de uma espécie? Como isso acontece, então?

Na realidade, tais verduras são variedades diferentes de uma mesma espécie que foram impedidas de se cruzar. Tal impedimento não se deu por incompatibilidade reprodutiva do material genético, mas sim porque os agricultores não permitiram a

reprodução entre as variedades. Longe das fazendas, não existe repolho, nem couve-flor, nem couve-de-Bruxelas, só uma mostarda selvagem pouco usada em cozinha.

Durante muitos anos, os agricultores selecionam as plantas que apresentam os indivíduos com as mutações que dão mais lucros, aumentando a qualidade ou a quantidade do produto comercializado. Assim, as variedades de *B. oleracea* foram selecionadas artificialmente pelos agricultores para aumentar o tamanho da flor (como a

68

couve-flor e o brócolis) ou o número de brotos laterais (couve-de-Bruxelas). Com o passar das gerações, os agricultores não permitiam o cruzamento entre as variedades e, portanto, essas não se homogeneizavam, como o fazem as espécies naturais. Dessa forma, acabou acontecendo, nas fazendas, uma diferenciação real e comercialmente importante por seleção artificial.



Figura 10: Foto ilustrando uma horta com as diferentes

variedades de Brassica oleracea.

Cruzando duas plantas com flores grandes, por exemplo, eles conseguiram produzir plantas que, quando crescessem, dariam flores ainda maiores. Percebendo o potencial dessas novas variedades, os fazendeiros trataram de promover o cultivo, evitando o cruzamento entre elas. Como o tamanho da flor é uma característica herdável, com o passar das gerações, os cruzamentos selecionados a cada geração deram origem a plantas com flores maiores e

70

maiores, até que surgiu a couve-flor.

<pág. 50>

Isso é o que chamamos melhoramento genético por seleção artificial.

Árvores frutíferas também são resultado de um processo de seleção artificial pelos fazendeiros. Em uma fazenda, como a área que pode ser plantada é limitada, assim como o dinheiro para comprar adubos e agrotóxicos, o fazendeiro terá de escolher em quais plantas irá gastar seu tempo e dinheiro. Ele, naturalmente, dará preferência ao plantio das m

das árvores que apresentarão frutos maiores, mais doces e mais suculentos em sua próxima safra.

Verbetes

Adubo

Forma-se a partir de resíduos animais ou vegetais, ou também de produtos minerais ou químicos. É misturado à terra para fertilizá-la ou regenerá-la.

Agrotóxicos

Produto químico ou biológico usado na prevenção ou no extermínio de pragas (seres vivos que se utilizam dos ve-

72

getais e animais cultivados) e doenças das culturas agrícolas.

Safra

O mesmo que colheita.

Em fazendas de gado leiteiro, também acontece a seleção artificial. As vacas leiteiras também passam por melhoramento animal para fins de maior produção de leite. Nesse sentido, as vacas que apresentam a mutação "maior produção de leite" são escolhidas para a melhor alimentação e para a reprodução. Selecionando essas vacas para reproduzir

mais do que as outras, os fazendeiros aumentam o lucro da fazenda, pois aumentam a produção de leite.

Como você pode ver, incontáveis exemplos do poder da seleção artificial estão em nosso cotidiano. Entretanto, o mais incrível deles é o das raças de cachorro.

Todos os cachorros são membros de uma única espécie biológica, denominada *Canis familiaris*. Cada uma das diferentes raças de cachorros foi selecionada artificialmente, a partir de linhagens antigas de lobos. Os

lobos, hoje, são membros de uma outra espécie, denominada Canis lupus, mas há milhares de anos só havia Canis lupus.

Os cachorros, ou melhor dizendo, os lobos foram os primeiros animais a serem domesticados pelo ser humano, há cerca de 15 mil anos. Esses lobos foram selecionados, em um primeiro momento, para serem mais dóceis e menos agressivos que os lobos normalmente são. Aos poucos, os lobos domesticados foram se transformando nos animais que chamamos de cachorros. Seria como dizer que o tata...

(muitos ta)...tataravô do cachorro era um lobo.

Essa história é tão bem estabelecida e as duas espécies são tão semelhantes geneticamente que a tendência entre os sistematas é chamar o cachorro de *Canis lupus familiaris*. Com isso, os pesquisadores colocam claramente que o cachorro faz parte da mesma espécie biológica do lobo. Esse ponto fica evidente, pois cachorros e lobos têm a capacidade de se cruzar, gerando filhotes férteis. Assim, para alguns cientistas, eles pertencem à mesma espécie, mas

76

apresentam ainda variedades, raças diferentes.

Verbetes

Sistematas

São pesquisadores que se dedicam à Sistemática, parte da Biologia responsável por identificar, descrever e nomear espécies e associar tais nomes a ramos em uma árvore filogenética. A Sistemática une a Taxonomia às árvores filogenéticas. O ponto central é que, quanto mais recente o ancestral comum de dois grupos de organismos, mais agrupamentos sistemáticos (taxonômicos) eles devem compartilhar.

<pág. 51>

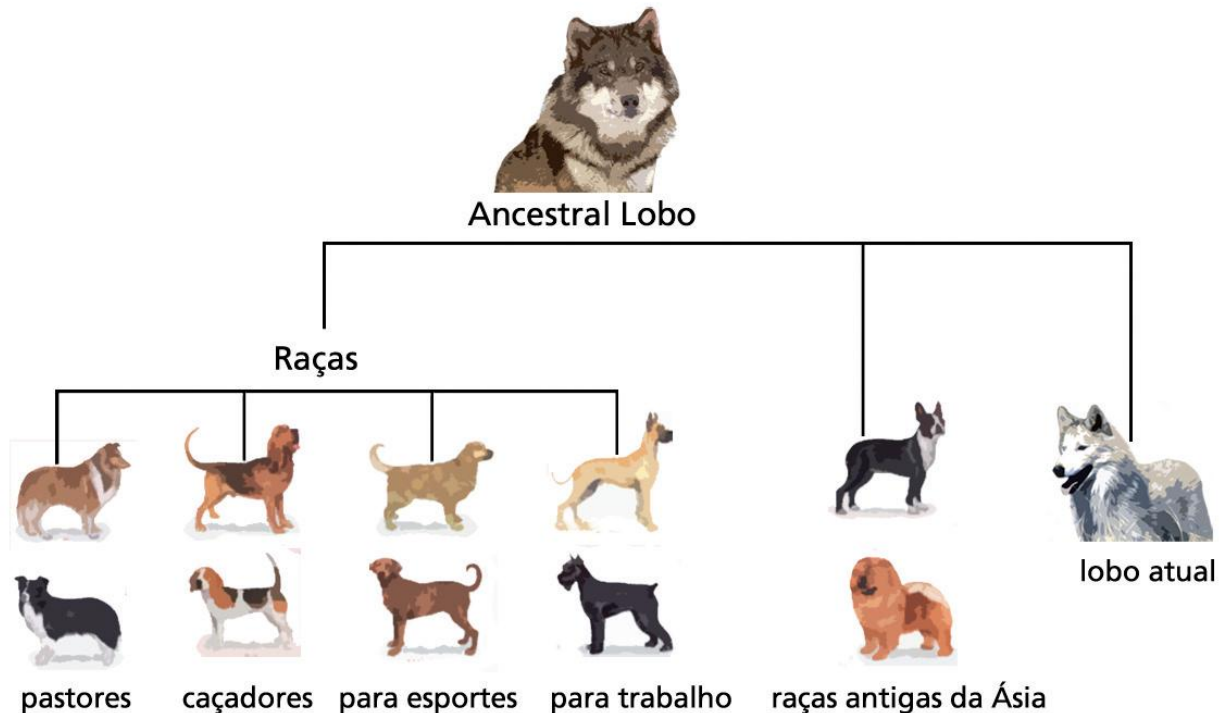


Figura 11: Uma árvore genealógica simplificada mostrando a história das raças de cachorros e lobos. Repare que o lobo ancestral deu origem às diferentes raças de cachorro e também deu origem ao lobo moderno. Cachorros e lobos modernos

possuem um ancestral comum muito recente, o lobo ancestral.

Repare que uma árvore genealógica mostra a história de linhagens em uma espécie, nesse caso *Canis lupus*. Mas, se incluirmos linhagens anteriores, vai chegar um momento em que iremos incluir outras espécies. Nesse ponto, iremos nos referir a ela como uma árvore filogenética.

Na árvore filogenética, as linhagens de mais de uma espécie são retratadas e, portanto, também estão representados os eventos de especiação. Esse não é o caso anterior. Uma árvore

filogenética mostra as relações de ancestralidade compartilhadas pelas espécies. Como todas as características são passadas dos ancestrais para os descendentes por meio das linhagens, se soubermos quais são as linhagens e qual a sua ancestralidade, poderemos ter ideia do número de características compartilhadas entre diferentes grupos de organismos.

A origem da novidade evolutiva (das mutações) é um evento que ocorre ao acaso, mas a distribuição das novidades pelas espécies não

80

é aleatória. Se assim fosse, seria impossível estudar Biologia. A distribuição das características está sempre restrita às linhagens descendentes do indivíduo mutante para aquela característica.

<pág. 52>

Recursos complementares

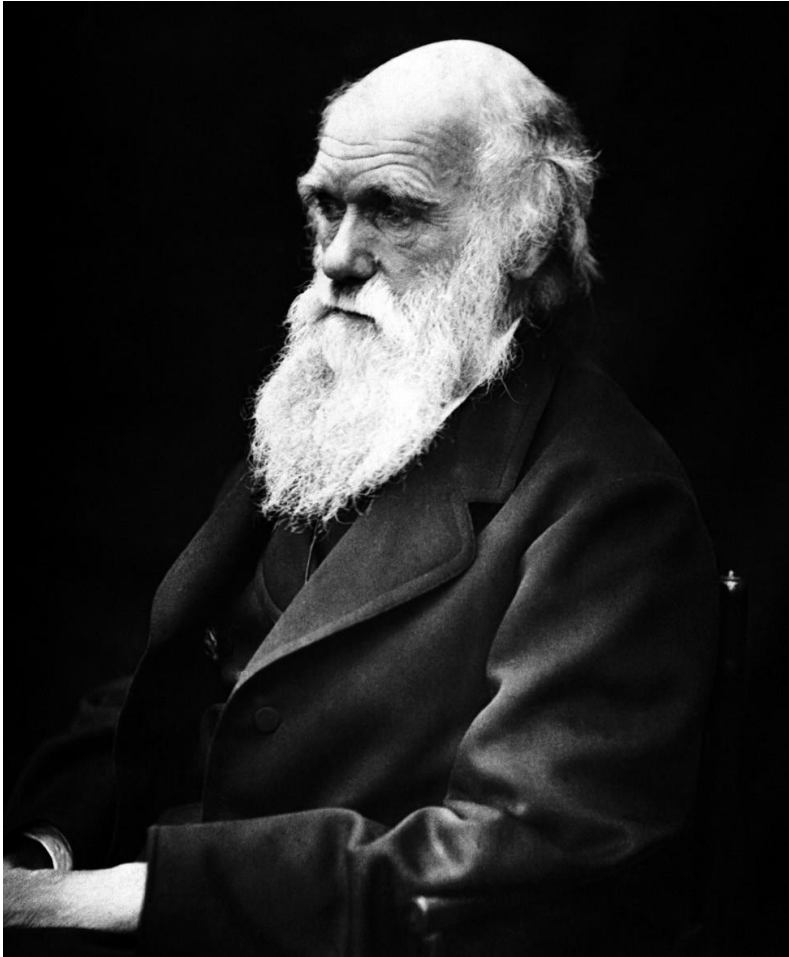


A extinção dos dinossauros é um evento marcante na história dos seres vivos do nosso planeta. Saiba mais assistindo aos vídeos disponíveis em http://www.youtube.com/view_play_list?annotation_id=annotation_243999&feature=iv&p=E3F8E8D2EEF067CC&src_vid=TerB28w9LKg



Os diferentes tipos de ambientes que temos no Brasil e no mundo demandam diferentes adaptações dos organismos. Para saber mais sobre isso, acesse:
http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-02.pdf

<pág. 53>



**Charles Darwin é um dos
mais importantes
personagens da história da
Ciência. Saiba um pouco sobre
o motivo acessando**

84

<http://educacao.uol.com.br/biografias/charles-robert-darwin.jhtm>



<pág. 54>

Fósseis são restos ou vestígios preservados como rochas, geralmente, de um organismo cujo grupo taxonômico já está extinto.

Espécies fósseis são descritas da mesma forma que as espécies atuais, com um nome científico em latim, destacado no texto. Enquanto o taxonomista usa armadilhas para coletar os animais vivos, os pesquisadores de fósseis quebram pedras. Sim, os paleontólogos são especialistas em revirar, quebrar e polir rochas em busca dos fósseis (veja foto).



Os fósseis formam-se graças aos processos de fossilização, nos quais o material biológico, em vez de se decompor, transforma-se em rocha. Dependendo do período de tempo geológico que a espécie fóssil viveu, seus restos encontrar-se-ão em determinado extrato da rocha. Fósseis mais recentes

estão mais próximos à superfície escavada; fósseis mais antigos, em extratos mais profundos. Vamos entender melhor isso.

Cada extrato significa um intervalo de tempo de vida na Terra. Cada intervalo, por sua vez, apresenta um conjunto específico de fósseis que o caracterizam. A maior parte dos fósseis encontrados de 200 a 65 milhões de anos atrás, por exemplo, são de dinossauros. Em extratos mais antigos, não encontramos dinossauros. Por quê? Porque, antes desse tempo, não existia tal grupo

88

de animais na Terra. Eles não tinham evoluído ainda.



O curioso é que em extratos mais recentes que 65 milhões de anos, também não encontramos dinossauros. Por quê? Porque os dinossauros desapareceram em uma grande extinção que ocorreu por volta dessa época. A

causa provável dessa extinção em massa foi a queda de um grande meteoro numa península no Caribe (veja a seguir uma ilustração de um desses eventos) que provocou danos no planeta equivalentes a muitas bombas atômicas explodindo ao mesmo tempo, incluindo a extinção dos dinossauros!

<pág. 55>

Analisando o conjunto de fósseis (registro fóssil), é estimado que 99,9% das espécies que já viveram em nosso planeta estão extintas. Sendo assim, vamos tentar

90

salvar o 0,1% restante da extinção, começando pela conservação dos biomas brasileiros?

Se você está na dúvida do que pode fazer para ajudar, aqui vão algumas dicas simples. Não jogue lixo em parques, florestas, oceanos. Não colete organismos sem objetivo de estudo, mesmo que já estejam mortos, pois estes também são necessários ao pleno funcionamento do bioma. Se fizer uma trilha, nunca use atalhos, caminhe apenas pelas trilhas principais e já marcadas, pois os animais tendem a evitar locais por onde passam humanos com frequência.



Imagem de domínio público

Darwin não foi o único a tentar entender a origem e evolução das espécies. Lamarck foi um importante naturalista francês e levantou algumas importantes hipóteses sobre o assunto.

**Curioso? Então visite
<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/285/lamarck-fatos-e-boatos>**

<pág. 56>

Resumo

.Evolução pode ser definida como mudança nos genes ao longo do tempo.

.Mudanças evolutivas modificam características herdáveis, visíveis ou não, das espécies ao longo do tempo.

.As três propriedades dos sistemas biológicos compartilhadas por todos os organismos são

**reprodutibilidade,
herdabilidade e mutabilidade.**

**.A reprodutibilidade é a
capacidade de se reproduzir.
A reprodução gera
organismos semelhantes aos
parentais (herdabilidade),
mas que podem diferir de
seus pais devido a erros da
duplicação do material gené-
tico (mutabilidade).**

**.A maior parte das mutações é
deletéria, mas geralmente não
as vemos, pois os organismos
morrem antes de nascer.**

**.Uma pequena fração das
mutações é adaptativa, ou
seja, trazem ao organismo
mutante uma vantagem em**

relação aos outros organismos da população. Indivíduos com mutações vantajosas terão mais chance de sobrevivência. Como eles conseguem sobreviver, eles também terão mais chances de se reproduzir e de passar tais características vantajosas a seus descendentes, que também apresentarão vantagem.

.Ao reproduzir, a mutação vantajosa aumentará de frequência na segunda geração, pois estará presente em todos os filhotes do mutante. Tais filhotes também terão maior chance de sobrevivência e de reprodução, aumentando

ainda mais a frequência do gene mutante na terceira geração.

.O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.

.A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.

.Um processo semelhante mediado pelo ser humano acontece no melhoramento vegetal ou animal em fazendas, denominado seleção artificial.

.A história da vida na Terra reflete uma hierarquia de similaridade nas

características morfológicas que reflete, por sua vez, uma história evolutiva compartilhada. Espécies com mais características semelhantes pertencem aos mesmos grupamentos sistemáticos, com um ancestral em comum mais recente. Espécies com menos características semelhantes pertencem a grupamentos diferentes. O ancestral comum entre elas viveu há mais tempo.

<pág. 57>

Veja ainda

.Até a publicação da sua famosa teoria, Darwin passou por difíceis momentos, alguns dos quais você pode conhecer nessa pequena reportagem:

.<http://cienciahoje.uol.com.br/resenhas/o-difcil-e-misterioso-assunto/?searchterm=0%20dif%C3%ADcil%20e%20misterioso%20assunto>

.Há uma revista científica que expõe muitas pesquisas recentes sobre, inclusive, a evolução dos seres vivos. Em nossa unidade, falamos um

pouco sobre a proximidade genética de cães e lobos. Eis aqui mais uma prova:

.<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/por-dentro-das-celulas/vida-de-cao/?searchterm=Vida%20de%20c%C3%A3o>

Referências

.FUTUYAMA, Douglas. Biologia Evolutiva. 3^a ed. Editora Sinauer, 1998.

.RIDLEY, Mark. Evolução. 3^a ed. Editora Blackwell. Editado no Brasil por Artmed, 2003.

.MELLO, B. & RUSSO, C.A.M. Informação biológica, filogenias e previsibilidade.

**In: Genética na Escola, 06-01;
42-44, 2011.**

**.RUSSO, C.A.M. & VOLOCH,
C.M. Nosso lugar na
diversidade biológica. In:
Ciência Hoje, v. 261, p. 44-49,
2009.**

<pág. 59>

Respostas das atividades

Atividade 1

**Como eu tenho mais
células olfativas do que meu
vizinho, terei mais chances de
perceber de longe a presença**

100

de uma fêmea antes do meu vizinho. Assim, eu terei uma chance maior de conhecê-la primeiro, e quem sabe contribuir para o futuro da humanidade, pois meus filhos herdarão tal característica também.

Atividade 2

As bactérias que eram vulneráveis aos antibióticos mais usados, como a penicilina, por exemplo, já foram eliminadas há muitas décadas. Entretanto, dentro da grande diversidade de bactérias, algumas poucas apresentavam material genético modificado para a

resistência a tais antibióticos. Estas variedades foram naturalmente sendo selecionadas, pois não morriam com a aplicação dos antibióticos. Ao reproduzir, essas variedades perpetuavam tais genes, ao passá-los para seus descendentes.

<pág. 61>

O que perguntam por aí

Questão 1 (ENEM 2005)

As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área

rural. As cascavéis (Crotalus), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes em humanos. Isso se deve ao ruído de seu "chocalho", que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evitem. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas.

Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema,

pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes.

a. A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é que:

b. A necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.

c. As alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.

d. As mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.

e. As variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.

f. As variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Gabarito: Letra d.

Comentário: Nesse caso, a cobra não aprendeu e mudou o comportamento. Apenas as cobras que não apresentavam um chocalho com tanto ruído conseguiram sobreviver mais facilmente, pois não eram vistas pelos humanos.

<pág. 62>

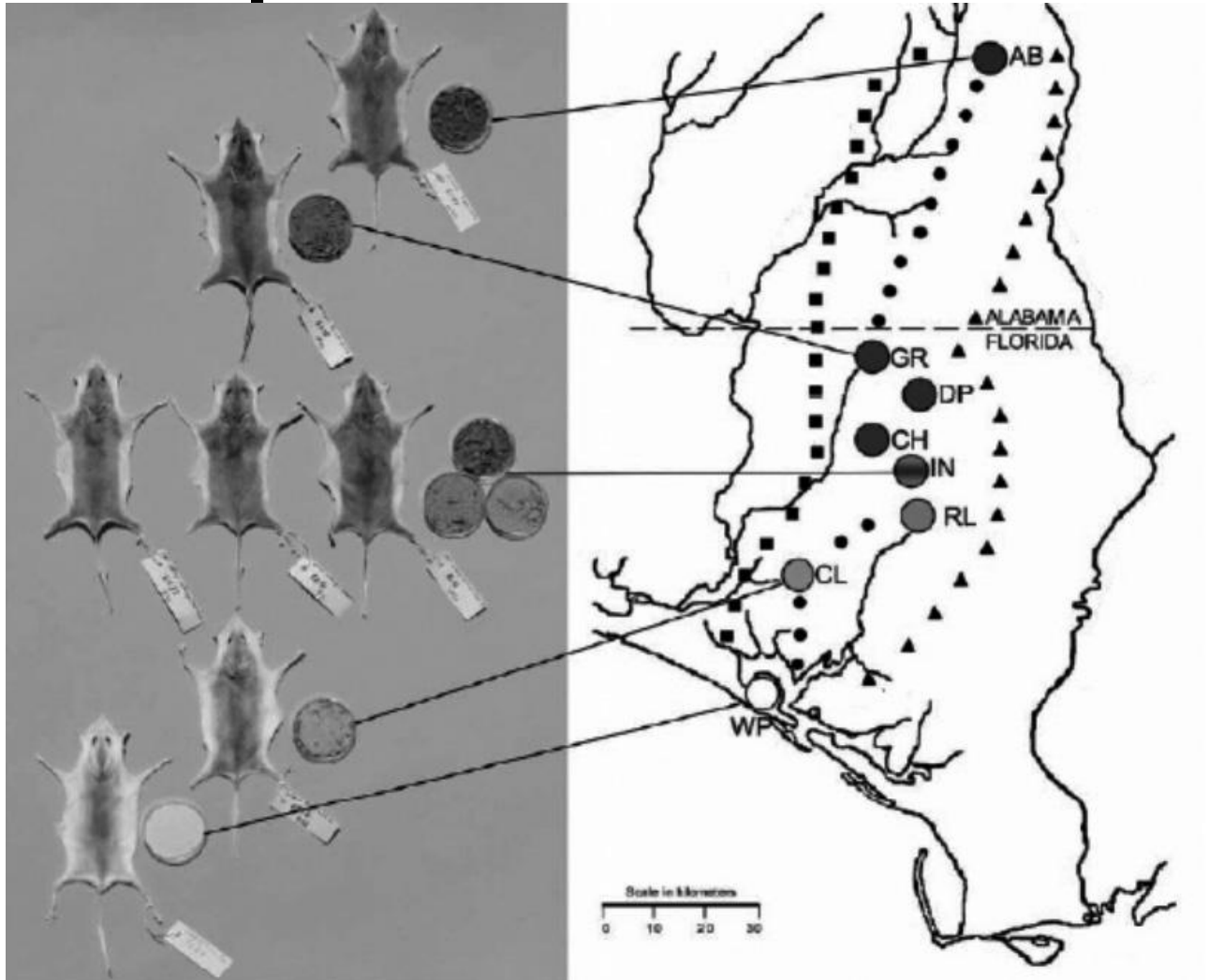
Questão 2 (ENEM 2009)

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região

na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom-claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida com a cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo

106

e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

<pág. 63>

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é:

- a. A alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.**
- b. O fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantêm constante a grande diversidade interpopulacional.**
- c. A seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de**

indivíduos com características distintas.

d. A mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, tem maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.

<pág. 63>

e. A herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Sim, os roedores foram selecionados naturalmente, pois indivíduos de pelagem semelhante à cor do solo eram menos percebidos por predadores e conseguiam sobreviver e se reproduzir, passando tais genes a seus descendentes.

<pág. 65>

Caia na rede!

Os caminhos de Darwin

Darwin foi um dos mais importantes pesquisadores para as Ciências Biológicas! Como vimos, seus achados foram fruto, inclusive, de uma

110

longa viagem que ele fez ao redor do mundo. Quer conhecer um pouco mais sobre Darwin e seus caminhos? Então, entre nesse site e clique em “Caminhos de Darwin”: Nessa janela, você vê alguns direcionamentos:



Além da biografia do cientista e a sua viagem no navio Beagle, você poderá conhecer a história da passagem de Darwin pelo Brasil. Sim, ele esteve aqui, conheceu parte da nossa biodiversidade e se impressionou com ela!

Ficou curioso? Então sacie sua curiosidade, pois ela está ao alcance de um clique!