

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

BIOLOGIA

Módulo 1

Unidades 1 e 2

2

Unidade 1

<pág. 5>

Diversidade

“As coisas são diferentes, isso faz da ciência necessária. As coisas são iguais, isso faz da ciência possível.” (Lewontin & Levins)

Você já presenciou um parto de animais? Você já deve ter visto na televisão ou na Internet um vídeo de uma égua dando à luz, em um estábulo, ou mesmo uma cadela parindo filhotinhos em sua casa. Nesses casos, não havia nenhuma égua ou

**cachorrinha parteiras,
auxiliando as fêmeas antes
dos filhotinhos nascerem,
não é mesmo?**

**Então reflita sobre isso.
Dentre todos os animais, o
ser humano é o único que
necessita de auxílio para a
mãe conseguir dar à luz a
seus filhos. Necessidade de
auxílio no parto, portanto, é
uma característica única dos
seres humanos dentre toda
a diversidade biológica.**

**Ao longo da Pré-História,
houve um momento em que,
por conta de hábitos
peculiares e de
características exclusivas**

4

que se desenvolveram, as humanas grávidas passaram a necessitar de auxílio de outras pessoas nesse momento importante da vida. Esse momento esteve relacionado a mudanças nos hábitos e nas características dos humanos antigos, como o aumento do tamanho do crânio (e do cérebro) e o desenvolvimento do andar bipedal. Tais mudanças modificaram o curso da história biológica que é exclusivamente humana.

Verbetes

- Pré-História - Período antes da origem da palavra escrita.

- **Peculiar - Característica própria de algo ou alguém.)**
- **Andar bipedal - Modo de andar sobre duas patas (ou pernas, dependendo do caso.**

<pág. 6>

Esta unidade irá discorrer sobre características biológicas, sobre semelhanças e diferenças entre os seres vivos, incluindo os processos biológicos que geram e mantêm tais variações em humanos e nos demais seres vivos.

6

Seção 1

Um primeiro olhar na biologia

Biologia é a ciência que estuda a vida e seus fenômenos. O tema está intimamente ligado a um assunto bem comum em manchetes de jornais e na televisão – a biodiversidade. Mas o que vem a ser a biodiversidade? O que tal tema tem a ver com biologia? E por que todos dizem que ela está ameaçada? Vamos falar sobre esses tópicos nesta unidade.

Se a palavra biodiversidade for decomposta, o radical bio tem origem na Língua grega e significa vida. O termo

diversidade, por sua vez, diz respeito ao número de tipos e à quantidade relativa destes tipos presentes em determinado local. Se estiver difícil compreender, pense que se alguém falar em diversidade está se referindo à variação. Portanto, o termo biodiversidade trata da diversidade da vida, diversidade biológica ou diversidade dos seres vivos.

Biodiversidade é um conceito que aceita restrições de espaço e de tempo. Isso significa que a biodiversidade pode variar dependendo do local e pode aumentar ou diminuir ao longo do tempo.

8

Objetivos de aprendizagem:

- **Conceituar diversidade, biodiversidade e variabilidade.**
- **Definir espécies e caracterizá-las como unidades da biodiversidade.**
- **Relacionar argumentos que expliquem a distribuição não aleatória da variabilidade dentro de uma espécie e entre espécies biológicas.**
- **Conceituar “material genético”, “reprodução”, “herdabilidade” e “mutação”, relacionando-os com a diversidade biológica.**



Figura 1: Biodiversidade de um recife de coral. A grande quantidade de espécies que habitam um recife de coral torna esses ambientes um dos mais ricos em biodiversidade.

10

<pág. 7>

Seção 2

Diversidade e biodiversidade

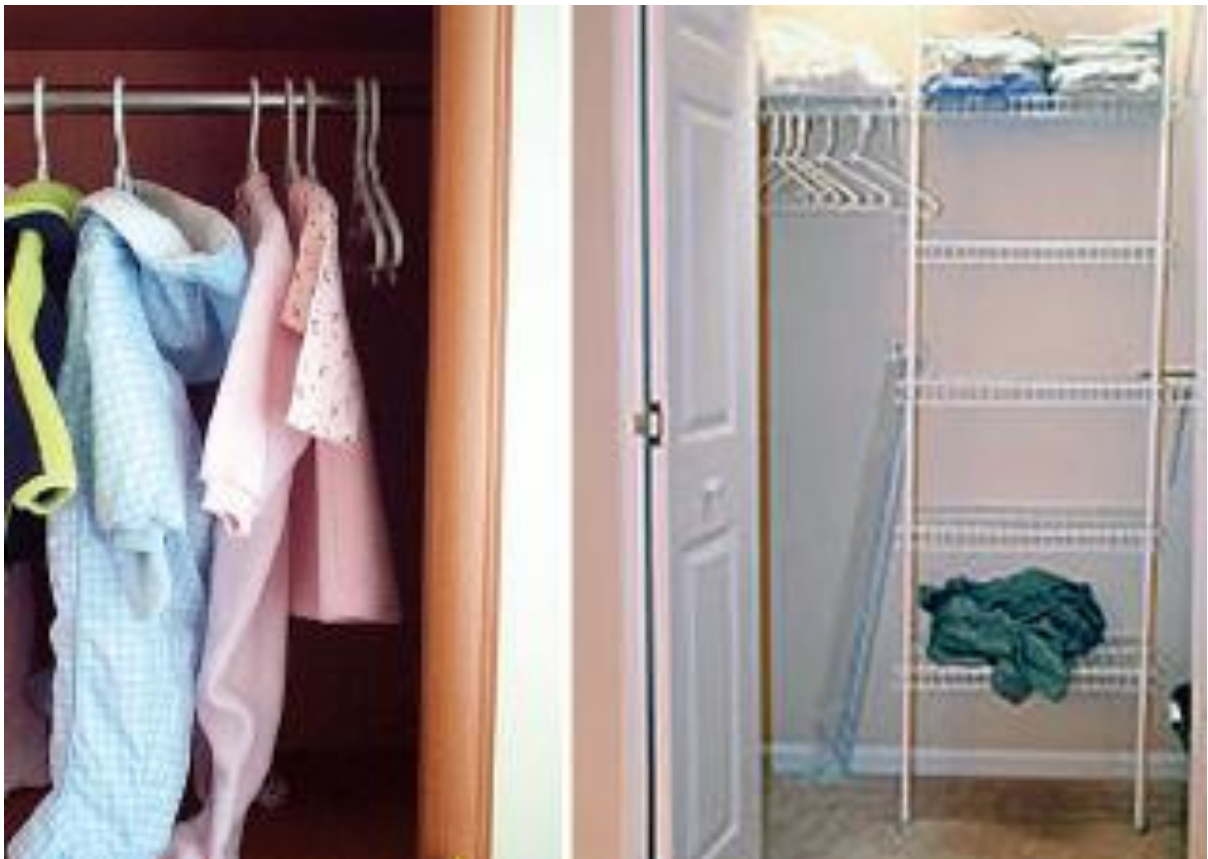
Para entendermos melhor a biodiversidade, vamos falar um pouco sobre o termo diversidade.

O conceito importante sobre diversidade aqui é que ela aumenta com:

- o aumento da quantidade total de unidades;**
- o aumento do número de grupamentos em que tais unidades são inseridas;**

- uma melhor distribuição das unidades entre os grupamentos.

Agora vamos pensar nesse conceito de diversidade associado à variação e inseri-lo no mundo biológico. Assim, continuaremos a nossa conversa sobre biodiversidade.



12

Figura 2: A) Armário com alta diversidade. B) Armário com baixa diversidade. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Wardrobe_2945.jpg. Domínio público.

Atividade 1

Uma grande dúvida em uma manhã de domingo.

João, em uma manhã ensolarada de domingo, resolveu levar a sua família para um passeio na floresta, que terminaria em um refrescante banho de cachoeira.

Durante a curta caminhada na mata, João pôde apreciar a

sua biodiversidade e observar os seguintes animais:

<pág. 8>

.três macacos, nos galhos das árvores;

.10 formigas, sobre o solo da mata;

.seis pássaros, em ninhos, nos troncos de árvores;

.quatro quatis, alguns sobre o solo e outros nos galhos;

.uma cobra, escondida entre as folhas caídas no chão.

Depois de caminhar mais um pouco, João chega em uma cachoeira. Nesse local,

14

**João parou, mais uma vez,
para observar a
biodiversidade que havia no
rio e contou:**

**- cinco peixes, na massa da
água;**

**- dois girinos, nadando na
água;**

**- três libélulas ou lavadeiras,
voando sobre a superfície da
água.**

**Com esses dados, qual o
local que tinha maior
biodiversidade de animais: a
mata ou o rio?**

Seção 3

Espécies como unidades da biodiversidade

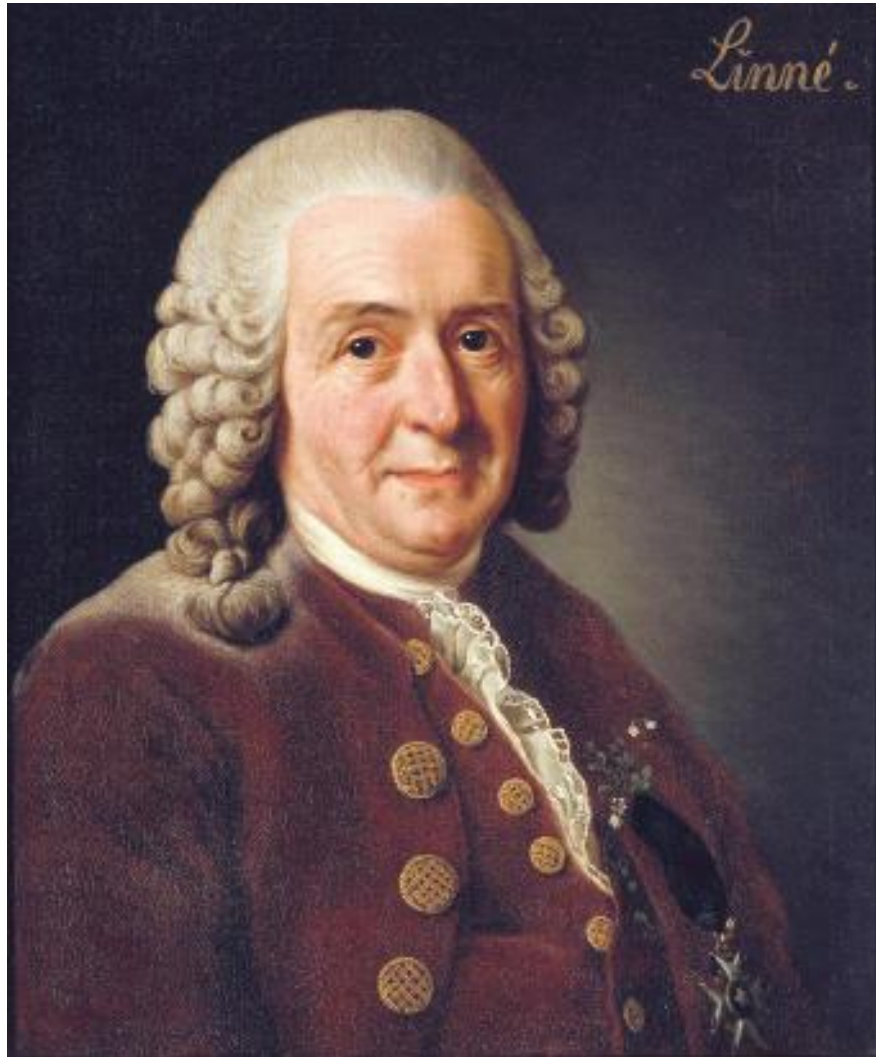
Agora, vamos voltar às Ciências da Natureza. Como as peças de roupa são as unidades que você percebe em seu armário (figura 2), as unidades da diversidade biológica são as espécies. Um ponto, no entanto, é diferente, pois apesar das espécies serem as unidades da biodiversidade, elas também são grupamentos. Uma espécie pode ser composta de milhões ou bilhões de indivíduos.

Vamos começar falando sobre uma espécie familiar: a espécie humana, que

16

recentemente atingiu sete bilhões de indivíduos. Entre os pesquisadores, nossa espécie é conhecida pelo nome científico que o pesquisador Lineu atribuiu: *Homo sapiens*. Tal nome significa “O homem que pensa”. A espécie humana é uma das unidades da biodiversidade (além da espécie *Homo sapiens*, outros pesquisadores já nomearam e descreveram dois milhões de espécies).

Verbete



Lineu - Carl von Linné ou Carlos Lineu nasceu na Suécia em 1707. Ele é considerado o pai da taxonomia moderna, pois criou o sistema de nomenclatura científica que usamos até hoje para denominar cientificamente as

18

espécies biológicas. Lineu descreveu milhares de espécies, incluindo a espécie humana.

<pág. 9>

Indivíduos de uma espécie são semelhantes. Ao descrever uma espécie, além de dar o nome Homo sapiens, Lineu também publicou uma breve descrição dos atributos comuns aos indivíduos da espécie. Por exemplo, a presença de duas mãos, dois olhos, cinco dedos em cada membro, um pouco pelo no corpo, um coração com quatro cavidades que bombeiam sangue pelo corpo e um cérebro grande estão entre as

características morfológicas que são compartilhadas por todos os indivíduos da nossa espécie.

Você já reparou que os humanos são todos muito parecidos entre si quando comparamos outras espécies de mamíferos?

A nossa espécie apresenta características únicas particulares a ela. Essas são compartilhadas por todos os humanos mas não o são com as outras espécies de seres vivos. Assim, essas são chamadas características humanas exclusivas ou diagnósticas.

Verbetes

Características morfológicas - Características observáveis em uma espécie que são detalhadas em um estudo científico pelo pesquisador que a descreveu.

Repare que você e todos nós conseguimos reconhecer, sem qualquer sombra de dúvida, quando estamos olhando outro ser humano. Indivíduos de uma espécie biológica conseguem reconhecer outros membros daquela mesma espécie.

Essa é uma propriedade das outras espécies biológicas também, pois as onças pintadas conseguem reconhecer outra onça pintada e besouros escaravelhos também conseguem reconhecer-se.

Algumas espécies reconhecem membros de sua própria espécie pelas características morfológicas,

outras pelo canto, outras pelos odores, outras pela dança...

Para ilustrar melhor a situação, caso possa, tire seu sapato. Compare o formato da planta do seu pé com

22

aquelas desenhadas na Figura 3. A figura mostra o pé do chimpanzé (à esquerda) e o pé humano (à direita). Note que, mesmo sem conhecer o seu pé (ou mesmo você!), eu posso dizer que ele é anatomicamente mais semelhante ao pé humano da figura seguinte do que ao pé do chimpanzé. Essa é uma outra característica importante das espécies: os membros de uma mesma espécie compartilham muitas características morfológicas e p isso são mais semelhantes.

Verbete

Mamíferos - Grupo de animais

que apresentam como características morfológicas exclusivas: glândulas mamárias, pelos no corpo, e dentes de formatos diferenciados.



Figura 3: Comparação entre o pé de um chimpanzé (esquerda) e de um humano (direita).

<pág. 10>

Assim, os pesquisadores classificam os humanos como membros da espécie

***Homo sapiens*, enquanto os chimpanzés são membros de outra espécie, *Pan troglodytes*.**

Repare que o pé do chimpanzé também apresenta características similares ao pé humano, como a presença de unhas nas pontas dos dedos, presença de cinco dedos e formato do pé semelhantes. Graças às características em comum, o chimpanzé e o humano são classificados como duas espécies pertencentes ao mesmo grupo, o dos primatas.

Muitas características em comum entre espécies fazem com que sejam classificadas nos mesmos grupamentos. Repare na Figura 4 que as duas espécies são borboletas e, portanto, apresentam um grande número de características em comum. Mas é importante que você tenha em mente que: dois indivíduos de uma mesma espécie de borboleta apresentam um número ainda maior.

Para as borboletas, suas asas são extremamente úteis, pois permitem o voo, que é um aspecto muito importante de seu cotidiano.

Da mesma forma que nosso dedão do pé é uma característica morfológica útil ao hábito bipedal humano. O dedão funciona como uma alavanca para o próximo passo bipedal. Se você já teve uma unha encravada sabe que é muito mais difícil andar sem o auxílio (da alavanca) do dedão para o próximo passo. Tente andar sem encostar o dedão no chão e você poderá comprovar a utilidade do seu dedo.

28



(A) Papilio demodocus



(B) Charaxes brutus

Figura 4: Essas são duas espécies diferentes de borboletas, repare como elas apresentam características em comum, mas algumas diferenças marcantes na forma da asa, na forma da antena, e na coloração da asa e do corpo. Fonte:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrus_Swallowtail_Papilio_demodocus.jpg - Muhammad Mahdi Karim.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charaxes_brutus_natalensis.jpg - Muhammad Mahdi Karim.

<pág. 11>

Características morfológicas úteis para uma determinada função são chamadas, pelos pesquisadores, *adaptações*. O vôo é uma característica de todas as borboletas e muitos outros insetos apresentam tal adaptação, como moscas, mosquitos etc. O dedo não opositor é uma adaptação exclusiva dos humanos ao hábito bipedal. O chimpanzé não possui tal adaptação, o dedo do pé do chimpanzé é opositor. Na realidade, como o cotidiano do chimpanzé não envolve muito andar no chão, essa é uma adaptação que nem seria muito útil.

Atividade 2: Que adaptações você possui?

Observe atentamente o seu corpo e aponte cinco adaptações presentes nos humanos que servem para algum hábito em nosso cotidiano. Não é necessário que as características sejam exclusivas humanas, ou seja, podem estar presentes em outros mamíferos, ou outros animais.

A primeira característica já está listada, então procure pelas outras quatro! Seja criativo e olhe sua face, seus braços, suas pernas, seus pés, mãos, sua cabeça!

32

**1) Dedão do pé - alavanca
para caminhar e para correr.**

2) _____

3) _____

4) _____

<pág. 12>

5) _____

Seção 4

Capacidade reprodutiva como

propriedade das espécies biológicas.

Cada espécie viva apresenta adaptações aos hábitos que possui. Tais adaptações são passadas para os (filhotes) descendentes pela reprodução. Assim, os cactos da Caatinga apresentam adaptações que permitem a vida em um ambiente árido (seco) e os pequenos cactos que nascem também apresentam tais adaptações. Por exemplo, na caatinga, cactos “pais” e “filhos” apresentam adaptações que evitam a perda de água num local em que há escassez de água.

Claro que, como parte integrante da biodiversidade do planeta, esse padrão também pode ser observado em humanos. Humanos se parecem mais com bebês humanos do que com filhotes de chimpanzés. O dedão do pé adequado ao nosso hábito bipedal passa de pais para filhos. Dessa forma, os bebês humanos nascem com o dedão típico dos humanos, mesmo antes de andar, e não com o dos chimpanzés.

Mas por que os membros de uma espécie são mais similares entre si do que quando comparados a membros de outras espécies? Tais similaridades estão

relacionadas com uma propriedade primordial das espécies que é a capacidade reprodutiva.

Alguns pesquisadores até definem espécies pela compatibilidade reprodutiva que seus indivíduos apresentam. Nesse sentido, espécies são um grupo de indivíduos capazes de se reproduzir e dar origem a indivíduos férteis e incompatíveis reprodutivamente com outros grupos.



Figura 5: Detalhe de um cacto com espinhos e sem folhas, característica que minimiza a perda de água. Os descendentes desse indivíduo também nascerão com essa adaptação para ambientes áridos, como a caatinga brasileira.

Fonte: Wikipédia. Author: Jon Sullivan. Domínio Público.

<pág. 13>

Seção 5

A diversidade em uma espécie não é bem distribuída

Existem diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie. A reprodução irá promover uma homogeneização, mas essa mistura não será perfeita. Apesar desse processo de homogeneização, os indivíduos de uma mesma espécie não são idênticos.

Basta observarmos novamente a espécie humana

38

para entendermos. Pense na sua família. Ela apresenta traços e características em comum que estão ausentes em outras famílias. Quais são elas? Pegue fotos de sua família e observe o nariz, a boca, os olhos...

Quando nos deparamos com a diversidade humana, percebemos muitas diferenças entre os indivíduos. Realmente, se pensarmos em um brasileiro, um sueco, um árabe, um índio brasileiro, e um negro africano, percebemos que há muitas diferenças entre eles. Mas se os humanos fazem parte da biodiversidade, por que não observamos tanta diversidade

entre os diferentes chimpanzés que se apresentam no circo? Por que as onças pintadas da Mata Atlântica sempre nos parecem tão semelhantes?

Simple. Não observamos as diferenças individuais nas outras espécies, pois não estamos acostumados a olhar para os animais e tentar lembrar os nomes e associá-los aos detalhes fisionômicos de cada um deles! Mas isso não significa que as outras espécies não possuam diferenças individuais. Tal percepção, na verdade, é uma questão de treino e prática

40

que geralmente nós não temos.

Observe a Figura 6. Nela, um filhote de gorila está nas costas de sua mãe. Você consegue distinguir as características morfológicas compartilhadas entre a mãe e o filhote que os diferem dos outros gorilas?



Figura 6: Um filhote de gorila pegando carona nas costas da mãe. Fonte:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorillas_in_Uganda-3,_by_Fiver_Löcker.jpg

Provavelmente não. Mas e se você os observasse atentamente, vivendo em um bando, todos os dias? Aí, certamente, você conseguiria atentar para detalhes que passariam despercebidos por outras pessoas.

Multimídia

Dian Fossey conseguiu diferenciar gorilas!

Dian Fossey (1932-1985) foi uma bióloga americana que trabalhou sua vida toda em pesquisas de todos os tipos com os gorilas das montanhas do Zaire e Ruanda. A cada dia de sua pesquisa nas montanhas africanas, ela ia percebendo as singularidades de cada gorila estudado.

De tanto observá-los, ela já conseguia reconhecer e dar nome a cada um dos gorilas do bando. Ao dar nomes aos

indivíduos, Dian conseguia associar características morfológicas ou comportamentais observadas em um dia com as observadas em outros dias para um mesmo indivíduo.

O filme “Nas montanhas dos gorilas” retrata a vida dessa pesquisadora. É um filme bonito que ilustra, com belas cenas, como alguns cientistas dedicam sua vida toda ao objeto de suas pesquisas. Que tal assisti-lo?

Você herdou de seus pais mais do que o seu sobrenome.

Quando seus pais se reproduziram, eles também passaram a você algumas das características morfológicas deles. As características morfológicas comuns entre pais e filhos são transmitidas pela passagem de material genético.

Esta passagem ocorre no momento da reprodução dos pais gerando os filhos.

Entretanto, se existe uma passagem de material genético na qual há a transmissão de todas as características morfológicas dos organismos, por que os filhos não são exatamente idênticos aos pais?

Bem, em primeiro lugar, você tem dois pais. Como seu pai e sua mãe lhe passaram características, você deveria ser metade parecido com seu "pai" e a outra com sua "mãe". Repare que essa lógica também se aplica a seus avós, mas você tem quatro avós, portanto, você é um quarto ($1/4$) o seu "avô materno", um quarto a sua "avó materna", um quarto o seu "avô paterno e um quarto a sua "avó materna"!

Agora, uma outra pergunta. Se você é metade "pai" e metade "mãe" e seu irmão também, porque vocês dois não são idênticos?

Simples. A metade que seu pai passou para você era diferente da metade que ele passou para o seu irmão. Da mesma forma, as metades que sua mãe passou para você e seu irmão são diferentes.

Veja a Figura 7 e observe atentamente a sua posição na linhagem ancestral descendente de sua família.

Por serem parentes mais próximos, provavelmente, você deve ser mais parecido com seus pais e com seus irmãos do que com seus primos e tios. Mas, se você reparar bem, alguma característica particular como o formato do nariz, por

exemplo, pode ser exclusiva de sua família. Tais características particulares, seus pais herdaram de seus avós, assim como seus avós herdaram de seus bisavós que herdaram de seus tataravós. Essa herança foi por meio da passagem do material genético durante a reprodução da mãe e do pai para geração dos filhos. Quanto mais próximos na linhagem ancestral descendente dois indivíduos estão, mais características morfológicas em comum eles irão apresentar.

<pág. 15>

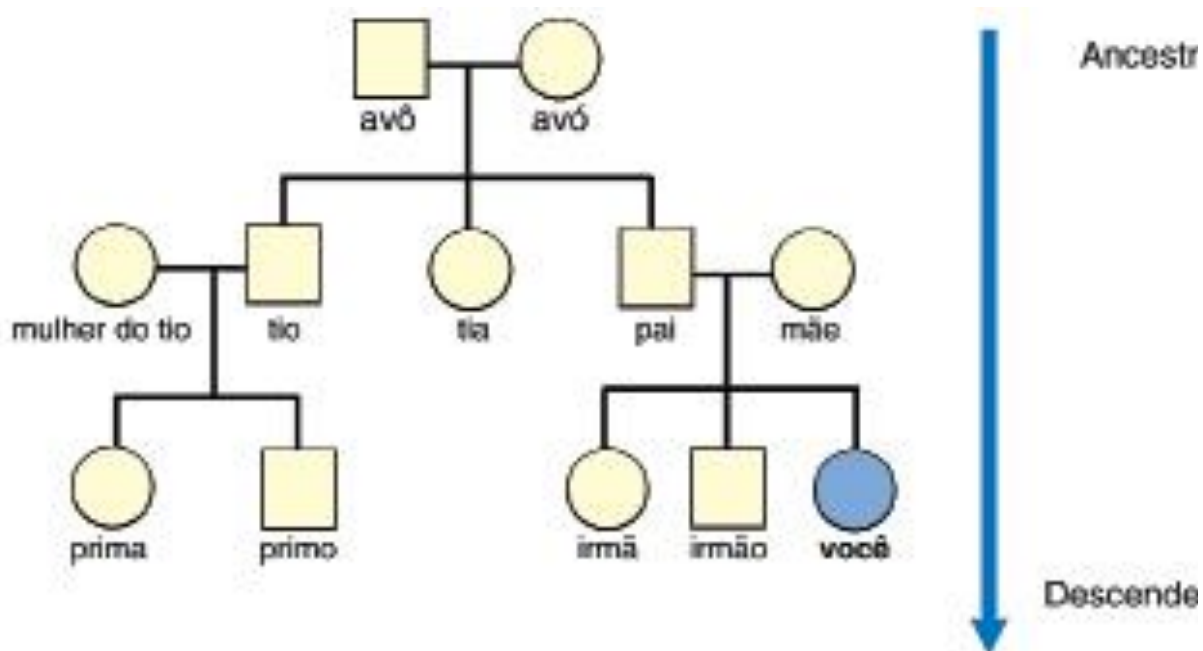


Figura 7: Sua linhagem ancestral descendente inclui seus parentes próximos, como você vê na figura. Mas a sua linhagem não começa e nem para por aí. Ela continua por seus descendentes (seus filhos e netos) e também vai até seus bisavós, tataravós... Quanto mais próximos dois indivíduos estão nessa linhagem, mais semelhantes

eles serão. Ou seja, eles terão mais características morfológicas em comum.

Fonte: Claudia Russo.

Atividade 3: Compare-se com seus familiares mais próximos...

Procure em sua casa ou peça a seus pais fotos deles quando eles tinham a sua idade. Pegue agora uma foto sua em que seu rosto apareça em detalhes. Agora, coloque as fotos uma ao lado da outra e compare-as.

Que características você tem em comum com seu pai? E

50

que características você tem em comum com sua mãe? E com seus primos, com quem compartilha os seus avós?

Agora, tente fazer o mesmo para seu irmão. Apesar da semelhança entre vocês, você irá perceber (se olhar com muito cuidado) que vocês herdaram metades ligeiramente diferentes de cada um de seus pais. Concorda?

Seção 6

**Uma célula, duas células,...
trilhões de células**

Você já ouviu falar que o seu corpo é composto por células? E você sabia que a poeira da sua casa é composta principalmente pelas suas células mortas e as de seus familiares?

<pág. 16>

Pois é, os humanos e todas as outras espécies da diversidade biológica são compostos por células. A diferença de tamanho entre uma espécie de inseto e a espécie humana está basicamente relacionada com o número de células em cada organismo. Naturalmente, os

52

humanos têm muito mais células do que um inseto.

Outros seres vivos, como as bactérias, são compostos por uma única célula e são chamados microorganismos, pois, só com auxílio de um microscópio muito potente conseguimos enxergá-los, já que as células são microscópicas.

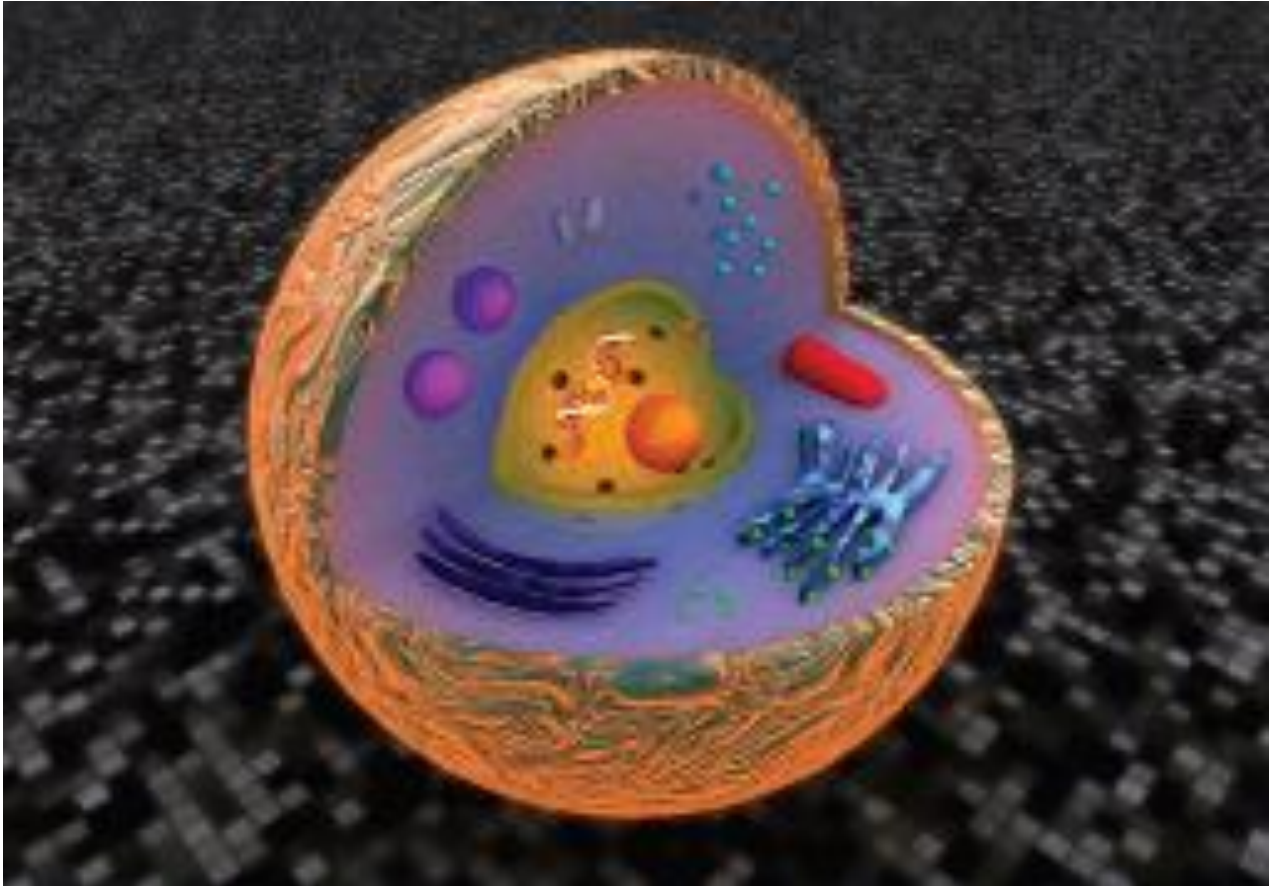


Figura 8: Você pode ver a ilustração de uma célula, como as trilhões de seu organismo. Ela é composta por diversas partes, as quais você estudará posteriormente. Uma delas é o núcleo, onde se encontra o material genético (apontado pela seta), que é transmitido para os

54

**descendentes pela
reprodução. Fonte: Wellcome
Images [http://
www.flickr.com/photos/wellc
omeimages/5814145555/](http://www.flickr.com/photos/wellcomeimages/5814145555/)**

**Bom, então, você possui
trilhões de células no seu
corpo. Boa parte dos
processos necessários para a
manutenção do nosso corpo,
tais como a respiração, produ-
ção de energia, digestão de
alimentos ocorrem também no
interior das células. Nesse
sentido, as células podem ser
entendidas como as unidades
funcionais de nosso corpo.**

**As células também
apresentam uma outra função
importante. Nelas, está**

armazenado todo o seu material genético. É no material genético que as informações, por exemplo, sobre a sua forma, cor dos cabelos, altura, o tamanho do seu nariz estão armazenadas. Esse material genético você recebeu metade de sua mãe e metade de seu pai, por isso você apresenta características de ambos.

A soma de metades

Você foi formado graças a união de uma célula do seu pai, chamada espermatozoide, com uma célula da sua mãe, chamada óvulo. Tanto o espermatozoide como o óvulo

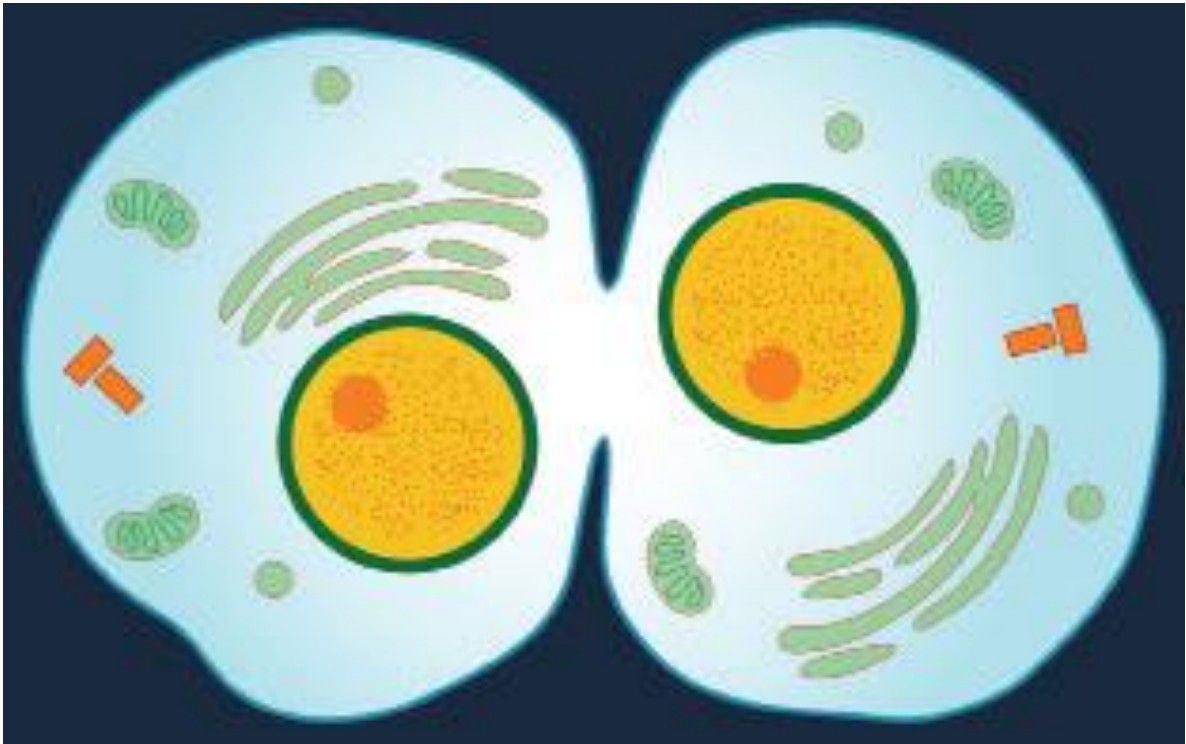
56

são células especiais que chamamos gametas. Quando eles se fundem, durante a reprodução, é formada a célula-ovo. Esta célula se divide inúmeras vezes para formar você.

<pág. 17>



(A)



(B)

Figura 9: A) Espermatozoide paterno prestes a fecundar o óvulo materno dando origem à célula ovo. B) A célula ovo se divide uma, duas, quatro, oito, dezesseis, milhares de vezes até haver células suficientes para compor você! Cada um de seus "pais celulares" continha a metade do material genético

58

que iria formar você inteirinho depois da fecundação dos gametas. As características que você compartilha com cada um de seus pais estão nessa metade do material genético que cada um passou para você. Fonte A:

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

Fonte B:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mitotic_Cytokinesis.svg

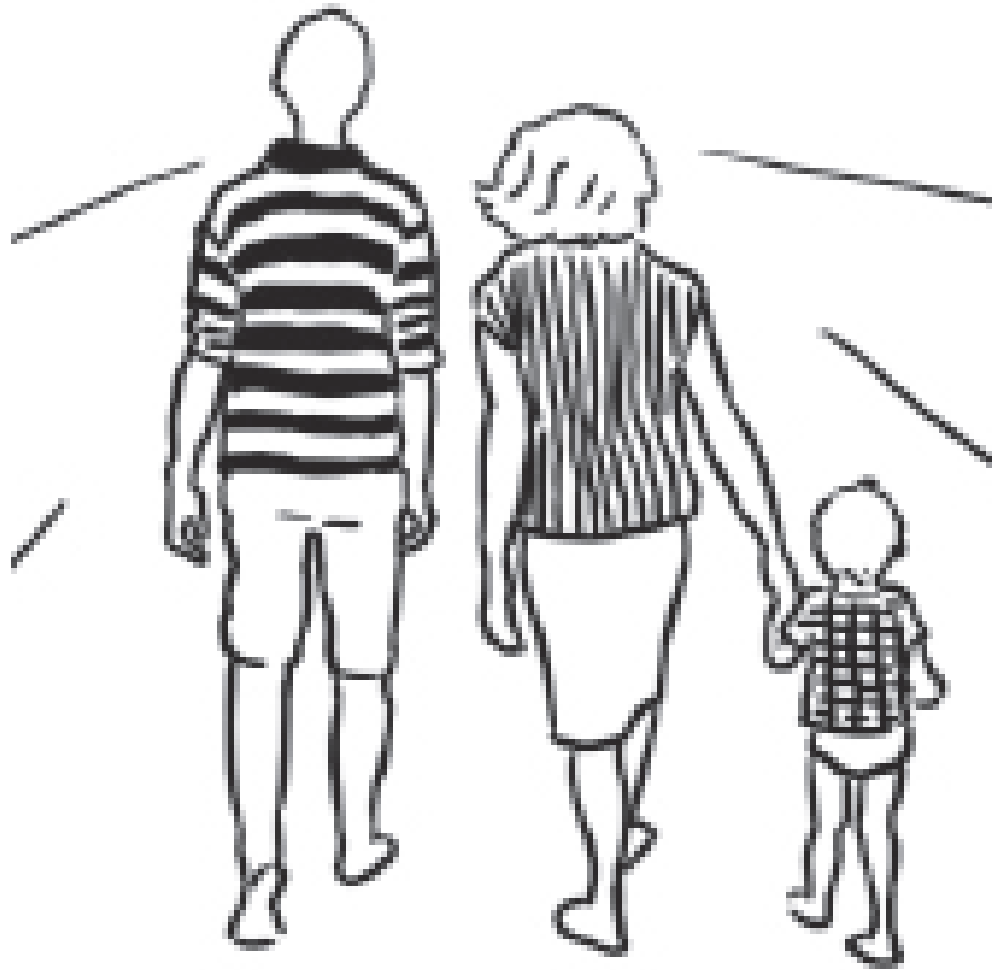


Figura 10: Observe, pelo padrão das camisas, que o filho (ou filhote) é o somatório da metade paterna com a metade materna. Note que, na geração seguinte, acontece uma mistura das características de ambos os

60

pais no filho. Seus pais, por sua vez, adquiriram as características deles do material genético que seus avós passaram a eles pelos gametas. Seus avós adquiririam de seus bisavós, e assim por diante...

Importante:

Repare que todos eles (seus pais, avós, bisavós, tataravós etc.) apresentam o formato do pé semelhante ao do humano da Figura 3, adaptado ao hábito bipedal humano. Isso porque tal característica já estava presente no material genético dos primeiros

humanos, há centenas de milhares de anos.

Cada célula do nosso corpo possui uma cópia exata do material genético. Os gametas, como mencionado, são um tipo celular. Sendo assim, como eles, após se fundirem, geram uma célula com a mesma quantidade de material genético do organismo e não com o dobro? Quer dizer, os filhos deveriam ter o dobro do material genético dos pais, o quádruplo dos avós, certo?

Errado! Isso realmente não acontece, pois a divisão

62

celular que dá origem aos gametas é especial, chamada divisão celular reducional.

Assim, tanto o óvulo como o espermatozóide apresentam apenas a metade do material genético de outras células e, na fecundação, a quantidade de material genético original é restaurada na célula ovo.

<pág. 18>

Seção 7

Errar não é apenas humano, é biológico

Vamos conversar agora sobre como surgem as diferenças entre os membros de uma espécie. Quando a célula ovo é formada, essa única célula tem de dar origem

a todas as outras células do corpo de um ser multicelular (formado por muitas células), como são os humanos. Para isso, o material genético original da fecundação precisa ser duplicado ou replicado, de forma a garantir que as duas células filhas tenham exatamente o mesmo material genético da célula ovo. Essa duplicação deve acontecer de maneira perfeita.

Dentro das células existe uma molécula especial responsável pela duplicação do material genético. Quando a célula está prestes a se dividir, ela inicia o processo de duplicação do material

64

genético. Nesse processo, a molécula replicadora pode cometer erros que são chamados mutações.

Uma mutação é, portanto, um erro no evento de duplicação que irá alterar o material genético em uma célula de um organismo.

Repare numa questão importante agora. Todas as células descendentes da célula mutante serão mutantes também. Ou seja, se a mutação acontecer nas primeiras divisões celulares, pode acontecer que boa parte das células do organismo apresente aquela mutação.

Somos todos mutantes

Se a poeira de nossa casa é composta inclusive por células mortas do nosso corpo, logo devemos ter algum mecanismo de compensação, de forma que não fiquemos cada vez menores com o passar dos anos. Realmente, nossas células perdidas no banho, por exemplo, são repostas imediatamente por novas divisões celulares que ocorrem nas camadas inferiores de nossa pele.

Vamos supor que em uma dessas divisões celulares, a molécula replicadora cometeu um erro em uma célula da

pontinha do seu dedo. O erro aconteceu quando a molécula estava duplicando a parte do material genético que determina a cor de pele. Assim, com a mutação, a célula mutante ficou com uma coloração mais escura.

Repare que, de início, você não irá nem perceber a coloração estranha, pois apenas uma célula irá conter tal pigmentação diferenciada. Entretanto, todas as células filhas geradas a partir da divisão celular dessa célula mutante ficarão com a mesma coloração estranha. Alguns meses se passam e você, de repente, nota uma mancha no seu dedo! É assim que nascem

algumas marcas na nossa pele.

<pág. 19>

Um ponto muito importante para se lembrar é que a coloração estranha irá perdurar nas células que descenderam da primeira célula mutante. Quando o organismo morrer, a mutação também irá se perder. Essa não será uma mutação importante para a diversidade dos seres vivos, pois ela será perdida com a morte do organismo mutante.

Por outro lado, se o erro de duplicação acontecer na célula que dará origem a gametas

68

**(espermatozóides ou óvulos),
o que irá acontecer?**

O filhote gerado a partir da fecundação desse gameta mutante irá apresentar a característica mutante em todas as suas células. Assim, quando os gametas forem produzidos a partir de células mutantes, eles irão carregar a informação alterada (mutação) para a geração seguinte também.

A mutação também estará presente em seus gametas, seus filhotes e os filhotes destes também apresentarão a característica mutante. Em outras palavras, toda a linhagem descendente desse

indivíduo mutante irá apresentar a mutação, ou seja, será diferente.

É assim que, nessa espécie, poderá aparecer uma linhagem ancestral-descendente mutante. Mas o que acontece se um mutante reproduzir com um indivíduo normal? Aí irá acontecer uma mistura de características de ambos os pais.

Você vai ver, nas próximas unidades, que essa mistura não acontece de maneira simplificada e está longe da média entre as características do pai e da mãe. Como a mistura não é simples, nem

70

todos os indivíduos receberão todas as características dos pais. Veja na figura a seguir, que nem todos os filhos recebem a característica ilustrada pela coloração vermelha. A coloração vermelha pode estar representando altura, formato, cor dos olhos, cor dos cabelos.

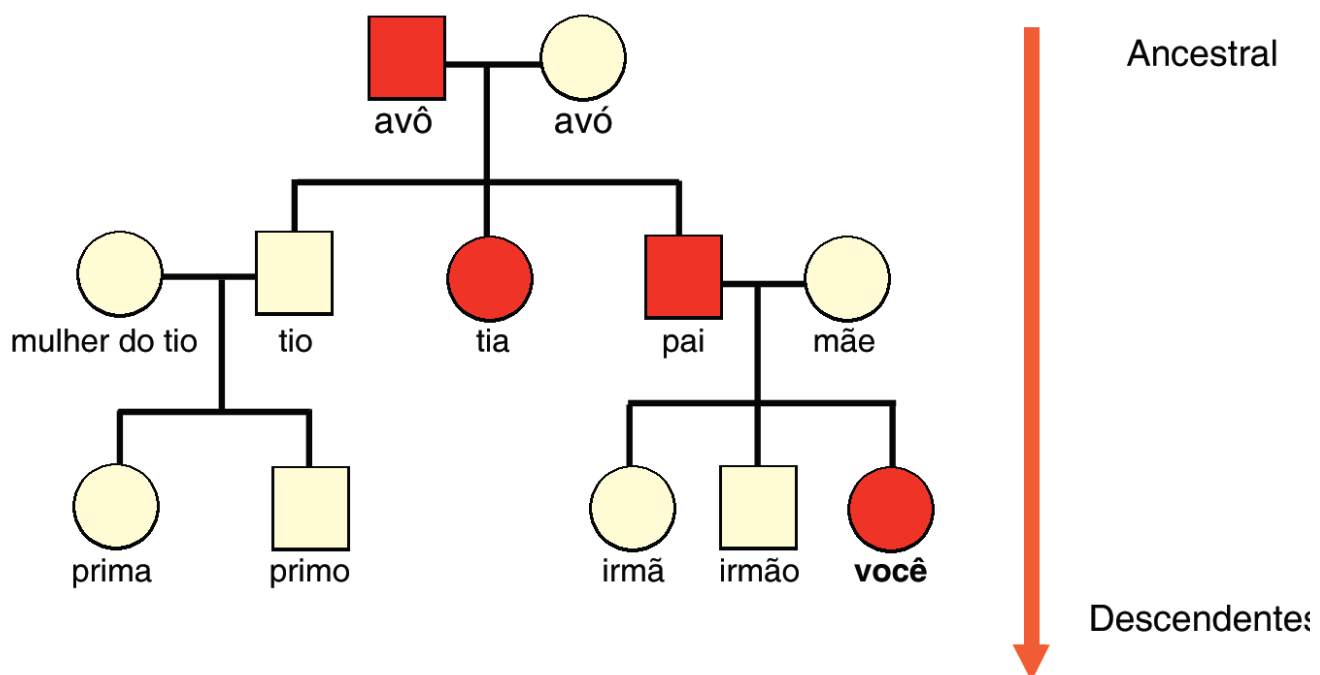


Figura 11: Imagine que essa imagem representa a sua linhagem ancestral descendente. A cor vermelha em alguns membros da sua família denota uma característica peculiar deles que surgiu por mutação no material genético de seus ancestrais. Como a figura mostra apenas três gerações de sua família, não sabemos se o primeiro mutante é o seu avô ou um antepassado dele.

Por enquanto, lembre-se apenas de que, através da capacidade reprodutiva dos membros de uma espécie,

72

características podem se misturar nos descendentes, como mostrou a Figura 11. Assim, com a possibilidade de reprodução, uma diferenciação real não irá ocorrer entre as linhagens de uma mesma espécie.

<pág. 20>

A mutação pode acarretar em uma modificação na cor, mas também pode ser no cheiro, na quantidade de pelos, na altura, na velocidade, na capacidade de enxergar longe. Ela pode acontecer em qualquer outra característica herdável que passa de ancestrais para seus

descendentes por meio do material genético modificado.

Os descendentes que receberam o material genético com a mutação irão passá-lo, nessa mesma condição, a seus próprios descendentes, iniciando uma linhagem diferente das demais da espécie. O filhote irá, portanto, receber o material genético com, por exemplo, a capacidade de enxergar longe antes mesmo de conseguir abrir os olhos. Essa, por exemplo, seria uma mutação favorável que poderia resultar em uma adaptação característica de uma espécie.

Quanto menor o tempo entre o ancestral e seus descendentes, maior será a porcentagem do material genético compartilhado. Além disso, menos duplicações de material genético, e portanto de mutações, aconteceram desde os antepassados em comum. Portanto, indivíduos menos aparentados apresentam mais diferenças, pois além de menos material genético compartilhado, mais mutações aconteceram desde seus antepassados em comum. Dessa forma, surgem as diferenças que encontramos em cada uma das espécies biológicas.

Até as adaptações que encontramos em todas as espécies são decorrentes de alguma mutação no material genético de antepassados. Nosso dedão do pé que funciona como uma alavanca, o cacto sem folhas, e muitas outras adaptações são resultado de mutações que acabaram resultando em modificações uteis. Portanto, as mutações são elementos chave na diversidade dos seres vivos.

Mas como sabemos disso? Ora, se não fossem as mutações no material genético, a "adaptação" seria perdida na morte do

76

organismo variante. Da mesma forma, se uma mulher morena pintar seu cabelo de loiro, ou se o pai raspar a cabeça, tais modificações não serão passadas a seus filhos. Os filhos do casal nascerão morenos e com cabelo, pois as modificações não estavam no material genético dos pais.



Figura 12: A linhagem ancestral descendente ocorre

em todos os seres vivos, inclusive nos seus animais de estimação. Repare que a linhagem materna é diferente em aparência da linhagem paterna do seu coelhinho, mas ele herdou metade das características do pai e metade da mãe. Apesar de ele se parecer mais com a mãe, ele gosta de cenouras mais duras como o pai. Fonte: Claudia Russo.

<pág. 21>

Atividade 4: A sorte está lançada?

Essa atividade é um pouco mais difícil do que as outras, mas ela é bem dinâmica e

78

interessante. Você que já terminou a primeira unidade com o conteúdo bem sedimentado? Caso positivo, você aceita o desafio?

Você vai precisar de 20 grãos de feijão. 20 grãos de milho. Um dado de seis lados. Os grão ilustram indivíduos, de uma mesma espécie, que são diferentes em uma característica. Esta atividade está formalmente descrita em um artigo científico de autoria de Claudia Augusta de Moraes Russo e de Carolina Moreira Voloch, "Beads and dice in a genetic drift exercise."

Vamos imaginar que você tem uma população de 10

indivíduos, representados nessa atividade por 10 grãos. Cada um desses indivíduos dá origem a dois indivíduos como eles, ou seja, um feijão dá origem a dois feijões, um milho dá origem a dois milhos. Só que o ambiente no qual sua população de grãos vive só tem comida para alimentar 10 indivíduos. Então, quando nascem (os 20) indivíduos, em uma geração, eles competem por alimento e só sobram 10 no final para a reprodução (os outros 10 morrem). Esses 10 irão se reproduzir e, depois de um novo ciclo reprodutivo, os 20 filhotes irão competir por

80

recursos e novamente apenas 10 irão sobreviver.

Comece com uma população com nove grãos de feijão e um grão de milho, ou seja, inicie a sua atividade na geração em que ocorreu um primeiro mutante-milho. Cada um dos 10 indivíduos, vai produzir dois filhotes idênticos a eles. Agora, na competição, existem 18 feijões e dois milhos. Quais irão sobreviver? Use o dado para descobrir, como aponta a figura a seguir:



Fonte: Claudia Russo.

<pág. 22>

Você só deve rolar o dado, caso a competição seja entre indivíduos diferentes, ou seja, entre feijão e milho. Assim, nessa primeira geração você

82

irá rolar o dado duas vezes para saber quais sobreviveram para formar a próxima geração. Considere sempre que a competição irá ocorrer entre grãos diferentes, preferencialmente. Se o resultado for 1, 2 ou 3, o feijão sobrevive. Se for 4, 5 ou 6, o milho sobrevive.

Faça a competição por 10 gerações e verifique o resultado. O que aconteceu? Repare que, como as proporções de sobrevivência são iguais para os dois variantes, qualquer um pode sobreviver à competição com chances iguais! A cada geração, conte o número de sobreviventes de cada tipo.

Anote seus resultados na tabela a seguir e compare as proporções de feijões e milhos entre seus colegas também. O que aconteceu com o mutante? A primeira geração já está especificada: são nove feijões e um milho que irão produzir 18 feijões e dois milhos. Antes da segunda geração vai existir a competição e anote seus resultados de acordo com a figura anterior.

As duas características conferiam ao indivíduo a mesma probabilidade de sobrevivência (50%). Agora pense se uma característica desse, ao indivíduo que a

84

carregasse, uma vantagem. Uma vantagem adaptativa. O que aconteceria com as probabilidades de sobrevivência?

Geração	Feijão	Milho
Primeira	9	1
Segunda		
Terceira		

Quarta		
Quinta		
Sexta		
Sétima		
Oitava		
Nona		
Décima		

Outras questões...

Você acabou de ver, ao longo desta unidade, como mecanismos genéticos (como a mutação, por exemplo) influenciam no surgimento das espécies e, conseqüentemente, na biodiversidade.

<pág. 23>

A biodiversidade trata da variedade de seres vivos na Terra. Uma questão que sempre surge a partir do pensamento sobre ela e as relações de ancestralidade entre os seres vivos é... como surgiu a primeira vida no nosso planeta?

Basicamente, há três linhas de pensamento mais difundidas nos dias de hoje sobre origem da vida:

- **Criacionismo: a vida é criada a partir da ação de uma força suprema ou superior (deus ou deuses)**

- **Panspermia: hipótese segundo a qual a vida teria se originado fora do planeta e chegado aqui pela queda de cometas ou meteoritos**

Verbetes

Meteorito - Fragmento de corpos celestes (planetas, cometas, asteróides) de

tamanhos variados que atingem a atmosfera da Terra.

- **Abiogênese: a vida teria surgido espontaneamente (isto é, sem a necessidade de intervenção de uma força suprema, ou entidade divina), a partir da combinação de elementos e substâncias químicas simples.**

A primeira encontra respaldo na fé e na Bíblia, as outras se baseiam em observações de elementos da natureza e, em alguns casos, experimentos. Para os que defendem a

panspermia, o indício de moléculas que existem em seres vivos em um meteorito (que veio do espaço) dá força à teoria, embora ainda não tenha sido provada a existência de vida fora da Terra.

Para a maioria dos cientistas, no entanto, a teoria mais aceita é a da Abiogênese, pois é a que apresenta mais indícios de ser uma explicação para a origem da vida. Por esta teoria, a vida surgiu da combinação de substâncias químicas simples, que foram se associando e formando substâncias químicas

90

complexas – as que compõem os organismos vivos.

Na trajetória de desenvolvimento dessa teoria, muitas etapas aconteceram. Aristóteles, Francisco Redi, Louis Pasteur, Oparin e Haldane são alguns dos nomes relacionados ao caminho traçado para se chegar na teoria da abiogênese.

Uma coisa interessante sobre o estudo da ORIGEM DA VIDA é que ele está em aberto. Embora haja fortes indícios na direção da abiogênese, há muitas perguntas ainda para serem

respondidas e NOVAS HIPÓTESES surgem a todo momento. Por exemplo, se acreditava até pouco que a vida surgiu no mar.

Recentemente, surgiram alguns indícios de que a colonização do ambiente aquático só foi possível após as primeiras formas de vida sofrerem mutações que geraram adaptações para permitir a ocupação dos oceanos.

Estudos sobre esse assunto são bastante importantes para preencher as lacunas que existem entre a biodiversidade que conhecemos e como ela se

92

originou. Afinal, no estudo da ancestralidade (um pouco do que você viu nesta unidade), vamos precisar em algum momento responder como tudo começou, não é mesmo?

<pág. 24>

Recursos complementares

Vale a pena aprender mais sobre Origem da Vida e entender um pouco melhor como os estudiosos chegaram nesta hipótese.

Acesse: <http://quemfoiquedisse.blogspot.com.br/> e

http://tvescola.mec.gov.br/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=1919

Novas hipóteses sobre a origem da vida são levantadas a todo tempo pelos cientistas. Uma hipótese recente é de que a vida não tenha surgido nos oceanos:

<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2012/02/um-comeco-diferente/?searchterm=origem%20da%20vida>

Resumo

- **Biodiversidade, ou diversidade dos seres vivos, é um conceito que trata da quantificação da variação ou**

de diferenças observáveis nos seres vivos.

- **As espécies são as unidades da biodiversidade. Membros de uma espécie podem se reproduzir e produzir descendentes férteis com uma mistura das características de ambos os pais.**
- **A fecundação dos gametas paternos gera uma única célula ovo que, por meio de divisões celulares, dá origem a trilhões de células de um humano.**
- **A divisão celular que dá origem aos gametas é especial, pois é uma divisão celular reducional. Assim,**

tanto o óvulo como o espermatozóide contêm apenas metade do material genético das demais células do corpo e, na fecundação, a quantidade de material genético é restaurada.

- **Todo o material genético da célula ovo deverá ser duplicado para formar duas células filhas. Mais uma vez, o material genético das duas células filhas será duplicado para formar quatro células netas e assim por diante, até o humano estar formado com suas trilhões de células. Cada uma com a mesma quantidade de material**

genético do que a célula ovo.

- **O processo de duplicação do material genético não é perfeito e é passível de erros, chamados mutações.**

- **Uma célula ovo mutante dará origem a células filhas também mutantes com gametas que também apresentam a mutação. Se um gameta mutante for fecundado, tal mutação será passada para os descendentes do mutante. Assim, surge a diversidade dentro das espécies biológicas. Veja ainda...**

- **Quer conhecer um experimento científico sobre**

**mutações? Então, dá uma
olhada nesse pequeno
texto:**

**[http://chc.tangrama.com.br
/revista/revista-chc-
2002/128/mutantes-no-
laboratorio/mutacao-a-
vista/mutacao-a-vista-0](http://chc.tangrama.com.br/revista/revista-chc-2002/128/mutantes-no-laboratorio/mutacao-a-vista/mutacao-a-vista-0)**

<pág. 25>

**O que explica o
fenômeno da mulher
barbada, muito famosa em
alguns circos? Quer saber,
então leia:**

**[http://cienciahoje.uol.com.
br/noticias/genetica/mutac
oes-explicam-misterio-da-
mulherbarbada/?](http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/genetica/mutacoes-explicam-misterio-da-mulherbarbada/)**

searchterm=mulher%20barbada.

Referências

Bibliografia consultada

- **Biologia Evolutiva. 1998. Douglas Futuyama. Editora Sinauer. 3a edição.**
- **Evolução. 2003. Mark Ridley. Editora Blackwell 3a edição. Editado no Brasil por Artmed.**

Respostas comentadas

Atividade 1

O local de maior biodiversidade animal é a mata pois ele observou cinco tipos de animais (macacos, quatis, formigas, aves e cobra), enquanto na água apenas três tipos (peixes, anfíbios, e insetos).

Atividade 2

2) Cérebro grande – aumenta a capacidade de aprendizado, possibilita imaginação, criatividade, uso avançado da linguagem.

3) Dentes diferenciados – ampliam as possibilidades alimentares. Temos dentes que podem rasgar carne (chamados caninos), cortar (incisivos), moer comida mais dura (molares). Os jacarés, diferentemente de nós, possuem apenas um tipo de dentes (semelhantes aos nossos caninos) e se alimentam exclusivamente de carne.

4) Olhos frontais – não podemos ver o que está nas nossas costas (como alguns primatas), mas essa posição dos olhos nos permite ter uma visão de profundidade.

5) Glândulas mamárias – leite materno quentinho e pronto para o bebê tomar. A mãe não precisa perder tempo encontrando comida para o bebê pequeno, pois ela própria produz a comida perfeita e rica em substância que protegem o neném de doenças.

6) Coluna vertebral – os camarões, por exemplo, apresentam um esqueleto que recobre todo o corpo. Entretanto, quando o pequeno camarão cresce, ele tem que liberar o esqueleto, crescer e só então produzir um novo esqueleto maior. Imagine a

102

quantidade de alimento que é necessária para produzir novos esqueletos de meses em meses! Além disso, enquanto ele está sem esqueleto, o camarão fica sem a sustentação e sem a proteção do esqueleto, muito vulnerável aos predadores, as quais são conferidas á nossa espécie pela permanente presença da coluna vertebral.

<pág. 26>

Atividade 3

Não existe gabarito.

Atividade 4

Nesta atividade, você irá registrar o número de “sobreviventes” ao processo de competição à cada geração. A tabela a seguir não representa o gabarito, pois você irá rolar seu próprio dado e terá seus próprios resultados que seguramente serão diferentes. Isso é esperado.

Apresentamos os resultados a seguir como exemplo apenas para guiar você na realização da atividade e na interpretação dos seus resultados.

Conforme a tabela abaixo, da primeira para a segunda geração, os dois filhotes de milho sobreviveram à competição com filhotes de feijão. Por isso, a proporção de milhos aumentou. Ao longo das gerações, a frequência de milho aumenta e diminui como esperado, se a probabilidade de sobrevivência dos dois variantes é exatamente a mesma (50% milho sobrevive, 50% o feijão sobrevive). Em alguns casos, o mutante será eliminado da população. Isso deverá acontecer, principalmente, quando ele

ainda estiver em frequência baixa. Compare seus resultados com seus colegas e você verá!

Se uma característica (milho, por exemplo) desse ao portador uma vantagem adaptativa, a probabilidade de sobrevivência do portador seria maior em comparação com o outro variante (feijão).

<pág. 27>

O que perguntam por aí?

Geração	Feijão	Milho
Primeira	9	1

106

Segunda	8	2
Terceira	8	2
Quarta	7	3
Quinta	7	3
Sexta	5	5
Sétima	6	4
Oitava	6	4

Nona	5	5
Décima	4	6

(ENEM 2010) Questão 61

No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que

prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

Lauber, L. Diversidade da Maré negra. In: Scientific American Brasil 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

A. Indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.

B. Alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.

C. Ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.

D. Indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do

110

homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo com condições extremas de poluição.

<pág. 28>

E. Evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

Gabarito: Letra C.

Comentário: O enunciado ilustra como o ser humano e suas atividades afetam a biodiversidade, levando

inclusive a extinção de algumas espécies por conta da poluição (como no caso acima), de atividades predatórias de caça e coleta de animais em seu ambiente.

<pág. 29>

Caia na rede!

Ameaças à biodiversidade brasileira...

O Brasil é um país que possui uma grande extensão de terra, onde há diversos tipos de ambientes, chamados biomas. Cada um desses biomas abriga diferentes seres vivos, os

112

quais estão adaptados às respectivas características desses locais.

No entanto, graças aos avanços das cidades, muitas áreas naturais estão perdendo seu espaço. Tal movimento acaba por matar organismos e, em casos extremos, leva muitas espécies à extinção, ou seja, a desaparecer do ambiente.

**Para lutar contra esse movimento, em nosso país, há uma instituição bastante famosa: o Instituto Chico Mendes. Ela possui um site na Internet, acesse:
<http://www.icmbio.gov.br/portal/home>**

Nesse site, você encontra diversas informações, inclusive sobre a fauna (o conjunto de animais) brasileira que se encontra, hoje, ameaçada de extinção. Para encontrar essa informação, vá em “Biodiversidade” e clique em “Fauna Brasileira”, conforme a tela a seguir indica:



<pág. 30>

Em “Fauna Brasileira”, clique “Fauna Ameaçada” e você verá diversas fotografias de animais ameaçados de extinção, como mostrado a seguir.

Para obter maiores informações sobre uma determinada espécie, é só clicar sobre a fotografia de

sua escolha. Por exemplo, se você quer conhecer mais sobre a Arara-azul, após clicar sobre ela, vai aparecer o nome de sua espécie, mais fotografias e informações específicas de sua biologia e conservação. Dê uma olhada:



116

<pág. 31>

Megamente

Biodiversidade no alvo!

Você viu, em nossa unidade, que para uma mutação, que é fruto de um erro, promover uma vantagem para o indivíduo, ela tem de dar sorte! Além disso, o material genético mutante deve estar contido nos gametas para ser passado para os descendentes.

Sendo assim, o que acha de treinar você também a pontaria na sorte? Pegue um alvo e jogue dardos nele de olhos vendados, tentando acertar o seu centro.

Quer um desafio a mais à sua habilidade? Jogue os dardos tanto com a mão direita quanto com a mão esquerda.

118

Unidade 2

<pág. 33>

“Dando nomes aos bois, aos cavalos, aos pombos...”

Para início de conversa...

Na última unidade, você estudou sobre a diversidade biológica e os processos que promovem a diversificação nas espécies na natureza. Nesta segunda unidade, daremos continuidade a esta temática. Você estudará como o mesmo processo, que inclui reprodução, herança e mutações, explica também o surgimento das marcantes

diferenças entre as grandes linhagens biológicas, tais como os mamíferos, as aves, os insetos, e até os micro-organismos!

Para isso, vamos começar falando de nomes, o que significa, em Biologia, falar de taxonomia. A taxonomia é um tipo de linguagem da diversidade biológica, pois é a maneira que os pesquisadores encontraram de trocar todo o tipo de informações sobre os seres vivos. Sem taxonomia não existiriam as Ciências Biológicas.

Por exemplo, quando descobrimos uma nova característica em um grupo de organismos, tal característica pode ser restrita à espécie estudada. Por exemplo, humanos têm dedo do pé não opositor. Ou podemos ter descoberto uma característica compartilhada por um número grande de espécies. Por exemplo, os mamíferos têm glândulas mamárias; o grupo dos mamíferos engloba os humanos, os ratos, as baleias, as focas, os elefantes, os morcegos, dentre outras cinco mil espécies.

Repare que existe, nesta frase, uma associação de um padrão observado (a presença de glândulas mamárias) em um grupo taxonômico (os mamíferos).

Quando a palavra “mamíferos” é usada em um texto, você entende que eu estou falando de onças, tamanduás, baleias, macacos, morcegos, cavalos etc.

A partir disso, você pode deduzir que outros organismos, como galinhas, besouros e ouriços-do-mar estão de fora do grupo, ou seja, eles não apresentam glândulas mamárias. Claro! Uma vez que você saiba o significado do nome "mamíferos", eu não preciso me referir a cada uma das espécies do grupo separadamente, pois o nome significa o conjunto todo.



Figura 1: Bebê elefante (*Elephas maximus*) mamando leite da mãe. Além de elefantes, micos, humanos, preguiças, tamanduás e outras 5 mil espécies pertencem ao grupo dos mamíferos. Todos os mamíferos apresentam glândulas mamárias e as

124

recém-mamães de todas as espécies de mamíferos produzem leite e alimentam seus bebês.

Assim, de acordo com algumas regras, um pesquisador associa uma parcela da diversidade a um nome taxonômico em Latim. Uma vez que o nome daquela fatia da diversidade biológica seja conhecido, o pesquisador da descrição original e outros pesquisadores podem ir acumulando informações sobre aquele grupo de espécies. Cada um pode estudar um aspecto e assim o conhecimento biológico aumenta e solidifica.

Você poderia perguntar: por que precisamos de nomes científicos em Latim se já temos nomes em Português? Na Língua Portuguesa, temos nomes apenas para os grandes grupos da diversidade. Mas, para uma comunicação efetiva sobre a biodiversidade, os pesquisadores precisam de muito mais nomes do que aqueles que encontramos nos dicionários da nossa língua. Além disso, a taxonomia não poderia ser em Português, pois existem pesquisadores estudando mamíferos em todos os

países do mundo. Um dos principais objetivos de uma linguagem em comum, a Taxonomia, é facilitar a comunicação entre todos eles. Assim, por meio da Taxonomia, o conhecimento biológico é construído.

Objetivos de aprendizagem:

- Listar os passos do processo de descrição de uma nova espécie, feita pelo taxonomista.**
- Relacionar a taxonomia à linguagem da biodiversidade.**
- Aplicar algumas regras da taxonomia.**

- **Definir especiação biológica como o agente que interrompe a reprodução e a mistura entre as linhagens de uma espécie.**
- **Relacionar o processo de especiação à diferenciação das grandes linhagens da diversidade**

<pág. 35>

Seção 1

Taxonomia

Voltando ao exemplo dos mamíferos, que vimos há pouco, você percebe que as espécies também são alo-

cadadas em grupos maiores, compostos de muitas outras espécies. O número de divisões possíveis da biodiversidade é imenso. Por isso, precisamos de pesquisadores exclusivamente dedicados à ciência de dar nomes nas parcelas da diversidade. Precisamos de *taxonomistas* e de uma *taxonomia* bem feitos.

Quando, por exemplo, uma taxonomista de morcegos descreve uma espécie pela primeira vez, ela associa uma descrição muito detalhada de características a um novo nome científico. Além disso,

ela incluirá a nova espécie em um dos grupamentos já existentes para morcegos.



Figura 2: Nós, por exemplo, somos do grupamento humanos junto com algumas espécies já extintas, entre elas os homens de neandertal. Além

130

de humanos, nós (e os neandertais) também somos do grupamento primatas, junto com os micos, macacos, chimpanzés e gorilas. Todos os primatas também são do grupamento mamíferos (como tigres, cachorros, focas, cavalos, morcegos, baleias e lobos) e, por sua vez, todos os mamíferos pertencem ao grupamento dos vertebrados. Neste último grupamento, estão cobras, lagartos, dinossauros pererecas, sapos, peixes ósseos, tubarões, tartarugas, todas as aves e todos os mamíferos.

Algumas das espécies de mamíferos, como a onça pintada e o tamanduá bandeira apresentam um nome vulgar em Português, pois chamam a atenção do público em geral, mas a maior parte das espécies só

<pág. 36>

tem o nome científico. Aliás, “mamíferos” não é o maior grupo mesmo com suas cinco mil espécies. Os Besouros, por exemplo, são mais de 350 mil espécies.

132

Seção 2

A descrição de uma espécie

Mas, o que leva os taxonomistas a descreverem novas espécies? Num país como o Brasil, com grandes extensões de matas e com um litoral extenso, ainda existe muito trabalho para muitos novos taxonomistas que virão nas próximas gerações. Se você gosta de ficar observando os animais que aparecem em sua casa ou na sua cidade, quem sabe você não será o próximo taxonomista brasileiro de renome internacional? Se você já pediu de Natal um

microscópio ou adorou um guia de identificação de animais que caiu em suas mãos, você é um excelente candidato a um futuro taxonomista. Podemos afirmar que Trabalho não Faltará em um país tão biodiverso como o Brasil!

Como toda área profissional, dedicação e seriedade são fundamentais para o sucesso como taxonomista. Para iniciar você no cotidiano da profissão, vamos agora falar sobre o processo de descrição de uma espécie. O taxonomista é um pesquisador familiarizado

134

com a diversidade de espécies de um determinado grupo. Taxonomistas especializam-se em um grupo da diversidade biológica.

Vejamos um exemplo. Joaquim é um taxonomista de roedores. Os roedores são caracterizados por possuírem dentes da frente (incisivos) longos e separados. Ou seja, todas as duas mil espécies do grupo roedores apresentam essas características em comum. Lembrando que os mamíferos são cinco mil espécies, nós conseguimos perceber a importância do grupo Rodentia (roedores)

dentro da diversidade dos mamíferos.



136

Figura 3: A nossa capivara brasileira (nome científico *Hydrochoerus hydrochaeris*) é o maior roedor do mundo e foi descrita por Carl Lineu, em 1766. Você tem agora condições de entender por que apelidamos Lineu de o pai da taxonomia, pela quantidade de organismos importantes que ele descreveu ao longo de sua vida.

<pág. 37>

Como um bom taxonomista, especialista em roedores, Joaquim leu e familiarizou-se com as

descrições já publicadas das espécies de roedores. Tais descrições são artigos publicados em revistas especializadas. Depois dessa boa revisão bibliográfica, é possível reunir as descrições das espécies de roedores feitas e publicadas por outros taxonomistas tanto brasileiros como estrangeiros.

É também fundamental para o trabalho de Joaquim ir ao campo. O campo pode ser uma mata, uma floresta, uma restinga, uma lagoa, uma praia etc. O campo é onde o pesquisador vai para

coletar ou observar a biodiversidade em seu ambiente natural. Vamos imaginar que “ir ao campo” para um taxonomista é como o “olhar para o céu” de um astrônomo... Assim, se Joaquim for para o seu trabalho de campo na Mata Atlântica, ele irá observar e examinar os roedores que ali habitam. Joaquim pode colocar armadilhas para coleta e para observação dos roedores que ele venha a encontrar.

Verbetes

- Coleta

Quando um pesquisador traz seres vivos de seu ambiente natural para o laboratório.

- Mata Atlântica

Ambiente típico de floresta tropical encontrado na região costeira do Brasil. Tal ambiente já foi muito devastado desde a chegada dos portugueses, há mais de 500 anos.

Vamos supor que Joaquim esteja observando

140

um roedor que caiu numa armadilha que ele armou.

Ele saberá que o animal da armadilha é um roedor pelos dentes incisivos, característica do grupo. Observando o roedor da armadilha e lembrando-se das descrições de espécies que ele já leu, ele pode se deparar com uma característica do animal nunca antes descrita. Por exemplo, o roedor capturado tem uma mancha amarela nos seus pelos das costas que nenhuma outra espécie de roedor tem!

Humm... Intrigante, não é?

Se ele observar o mesmo tipo de mancha em outros indivíduos que caíram em outras armadilhas naquela área de mata, ele poderá descrever uma nova espécie de roedor, quando retornar a seu laboratório. Nessa, a característica morfológica diagnóstica, ou seja, a característica marcante e pela qual esta espécie será reconhecida passará a ser a presença de uma mancha amarela na pelagem das costas. Característica que certamente irá constar da descrição da nova espécie a ser publicada.

Ao descrever uma espécie nova, é fundamental armazenar um exemplar da mesma em uma coleção de um museu. Este exemplar é chamado tipo e estará disponível para outros taxonomistas o examinarem.

A publicação da descrição detalhada é uma etapa fundamental, pois, só com ela, outros taxonomistas poderão ler e tomar conhecimento da nova espécie encontrada e descrita.

<pág. 38>



144

Figura 4: Duas espécies já descritas de mamíferos roedores. A espécie da esquerda tem nome comum "camundongo" e nome científico *Apodemus sylvaticus*. A da direita chamamos rato e os cientistas chamam *Rattus norvegicus*. Será que você consegue perceber algumas características em comum dos roedores, olhando para essas duas fotos? E características nas quais elas diferem?

Atividade 1

Borboletas no museu?!

Ir ao museu é um passeio fantástico! Mas será que nele só encontramos ossos de extintos dinossauros, quadros de artistas famosos e/ou objetos de antigas guerras?

A resposta é não! Existem museus onde estão arquivados os diferentes *tipos* das mais diversas espécies. E foi nesse gênero de museu que Roberta, uma esperta menina de dez anos, ao observar várias borboletas dentro de uma

146

caixa de vidro, perguntou à sua mãe:

“– Mãe, por que essas lindas borboletas estão aqui e não nas florestas, onde, uma vez, eu vi um monte delas voando?”



Baseado no que você estudou em nossa unidade,

**o que você responderia à
Roberta?**

<pág. 39>

Seção 3

Nomes na Antiguidade

Hoje em dia, os nomes das espécies são dados pelo sistema binomial. Porém, como os pesquisadores da Antiguidade referiam-se aos grupos da diversidade biológica?

Os antigos pesquisadores já entendiam que a linguagem da biodiversidade teria de ser comum aos pesquisadores de todas as

línguas. É importante que os nomes científicos sejam únicos, quer seja em um artigo científico escrito em Português, em Russo ou em Alemão. Dessa forma, pesquisadores em todo o mundo podem compreender o nome da espécie em um texto. Assim, uma língua tinha de ser eleita para uso em taxonomia e os pesquisadores escolheram o Latim.

Mas você deve estar se perguntando: por qual razão escolheram uma língua que ninguém mais usava no século XVI?

Pois esta foi justamente a razão para a sábia escolha dos pesquisadores! Eles escolheram o Latim, pois já era uma língua morta, ou seja, que ninguém mais falava. Dessa forma, os pesquisadores garantiram que as regras de gramática e de ortografia não iriam mudar com o tempo. Essa é uma particularidade importante para não haver confusão com as mudanças informais e as revisões linguísticas formais como aquela que tivemos na Língua Portuguesa há alguns anos.

150

Todos os nomes em Taxonomia são escritos em Latim e obedecem às mesmas regras há séculos. Imagine se uma regra de ortografia em Latim mudasse. Isso significaria mudar os nomes científicos de dois milhões de espécies... Seria muito trabalhoso, não acha?

Algumas regras da taxonomia

Além de serem em Latim, uma outra particularidade é que os nomes científicos das espécies devem sempre vir destacados no texto, em itálico, negrito ou sublinhado. O mais comum

atualmente é que eles venham destacados em itálico, nos textos científicos, e mesmo nos textos de divulgação científica.

Os nomes científicos na taxonomia antes dos estudos de Lineu eram pequenas descrições das espécies. Então, uma abelha, por exemplo, apresentava o seguinte nome:

Apis pubescens, thorace subgriseo, abdominae fusco, pedibus posteuis, glabris, utrinque margine ciliatis.

152

O “nome” antigo da abelha significa “abelha com pelos curtos, peito cinza, abdômen marrom escuro, patas sem

<pág. 40>

pelo e com pequenos sacos com estruturas semelhantes a pelos nas bordas”.

Imagine quão difícil era a troca de informações sobre as espécies. Só para dizer qual espécie estava sendo estudada já eram necessárias algumas linhas de texto!

Enquanto a diversidade biológica estava restrita basicamente à diversidade

européia, esse sistema funcionava mal, mas funcionava. Entretanto, depois das grandes navegações dos séculos XV e XVI, os navios traziam, do Novo Mundo, uma biodiversidade infinitamente mais rica e mais difícil de ser catalogada. Milhares de espécies novas chegavam aos portos da Europa do Novo Mundo para a ciência europeia analisar. Dessa forma, o sistema antigo ficou rapidamente impraticável. Um novo sistema de classificação era necessário.

154

Verbete

Novo Mundo

Todo o continente americano, incluindo as Américas do Norte, Central e do Sul.

Depois das grandes navegações, o Velho Mundo (Europa, Ásia e África) conheceu o Novo Mundo (as Américas).



Figura 5: Mapa de Martin Waldseemüller, mostrando uma parte do Novo Mundo, no caso a América do Sul. Neste mapa, o nome América aparece, pela

156

primeira vez, no ano de 1507.

Foi apenas no século XVIII, que o pai da Taxonomia, Carl Lineu (você viu um pouco sobre ele na unidade 1), propôs que o nome da espécie passasse a ser composto de apenas dois nomes. Este é o sistema que usamos até hoje, mais de três séculos depois. A abelha com aquele nome enorme descrito acima, por exemplo, foi redescrita formalmente e denominada cientificamente por Lineu: *Apis mellifera* (Figura 6). Muito mais simples, concorda?

<pág. 41>



Figura 6: Foto da abelha europeia, re-descrita por Lineu como *Apis mellifera*. Será que você consegue perceber os atributos do primeiro nome *Apis pu-*

***bescens* dessa abelha pela foto?**

O procedimento, agora é associar, em uma publicação, o nome a uma descrição detalhada que inclui o local de depósito do tipo da espécie. Dessa maneira, Lineu descreveu milhares de espécies. Já vimos que muitas são espécies bem conhecidas.

Como não é o nome, a descrição poderia ser tão detalhada, quanto necessário. Cada detalhe pode ser incluído de forma a descrever a nova espécie com precisão, diferenciando-a das outras

espécies, mesmo das com características muito semelhantes. Tal descrição inclui medidas, quantidades, formatos, cores de cada uma das estruturas dos membros daquela espécie. Tanta informação certamente não caberia em um "nome".

O sistema proposto por Lineu foi tão bem recebido que perdura até os dias de hoje e é chamado sistema binomial. Isso porque, o nome científico de uma espécie apresenta dois nomes, ambos em itálico (destaque do texto). O *primeiro nome é o nome do*

***gênero*, sempre iniciado por letra maiúscula. *O segundo nome é a parte específica* do nome da espécie, sempre iniciado por letra minúscula.**

Um mesmo gênero pode apresentar muitas espécies. *Panthera leo* e *Panthera onca*, por exemplo, são os nomes científicos do leão e da onça pintada, respectivamente. O tigre também pertence ao gênero *Panthera* (*Panthera tigris*). Estas são três espécies do gênero *Panthera*.



Figura 7: *Panthera onca* (onça) e *Panthera tigris* (tigre) são duas espécies do gênero *Panthera*. O tigre vive nas florestas asiáticas, enquanto a onça habita as florestas brasileiras.

<pág. 42 >

Dizer que três espécies pertencem ao mesmo gênero significa que elas são muito semelhantes em suas características. Isso porque o gênero é o segundo menor dos grupamentos da biodiversidade. Lembre-se de que o menor grupamento é a espécie que une indivíduos mais

semelhantes do que as espécies de um mesmo gênero. O gênero *Leopardus*, por exemplo, também apresenta várias espécies, entre elas *Leopardus pardalis*, que é a nossa jaguatirica. O gênero *Felis* é o gênero da espécie do gato doméstico.

Os gêneros *Felis*, *Leopardus* e *Panthera* são três dos gêneros membros da família Felidae. A família é o grupamento imediatamente superior ao gênero. Isso significa que uma família apresenta vários gêneros e cada um

desses, por sua vez, várias espécies.

Assim, todas as espécies do gênero *Felis*, pertencem à família Felidae, mas nem todas as espécies em Felidae estão no gênero *Felis*. As espécies, como você viu na Unidade 1, são as unidades da biodiversidade, ou seja, elas representam os menores grupamentos. O nível imediatamente superior é o gênero e acima dele é a família.

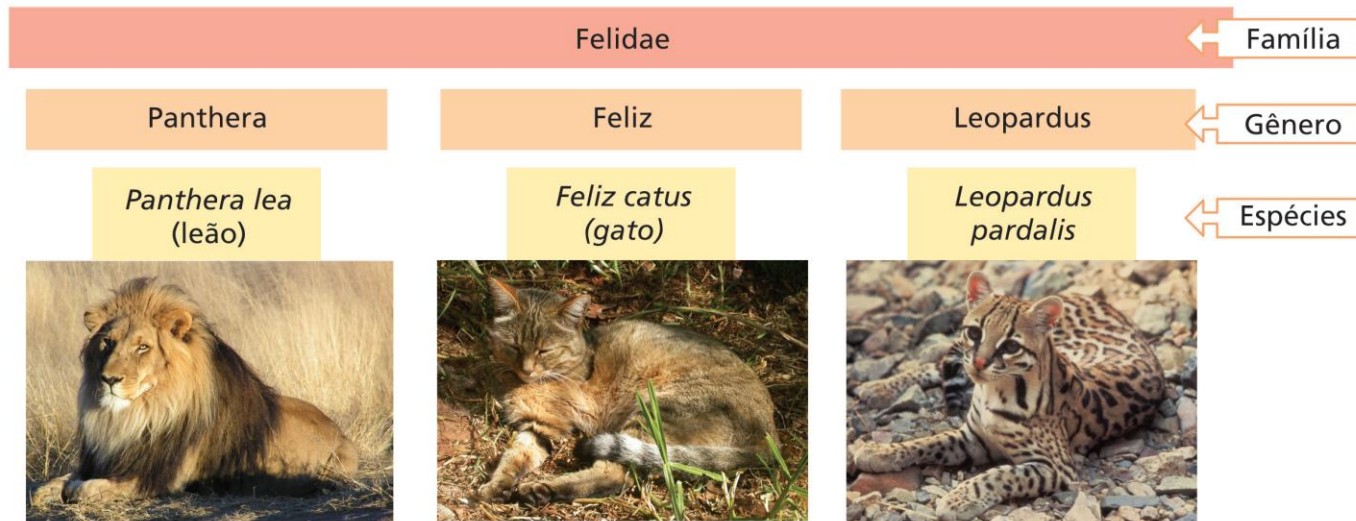


Figura 8: O leão, o gato e a jaguatirica pertencem, respectivamente, aos gêneros *Panthera*, *Felis* e *Leopardus*. Todos esses gêneros pertencem à família Felidae. As espécies de uma mesma família apresentam algumas características em comum.

Mas qual a razão desses três gêneros estarem juntos em uma única família?

Se você reparar na pata de um gatinho, você verá que o gato pode retrair (recolher) as suas garras ou colocá-las para fora de acordo com a sua vontade. A pata de um cachorro, por outro lado, não possui as garras retráteis. As unhas de cachorros e lobos estão sempre para fora e, por isso, são bem menos afiadas do que as dos gatos. Garras retráteis é uma adaptação dos felídeos, isto é, as espécies da família Felidae apresentam tal característica vantajosa e espécies de outras famílias, não.

Repare em uma mulher com unhas muito longas e você irá perceber como seria vantajoso para ela poder

<pág. 43>

retrair as unhas de acordo com a própria necessidade, por exemplo, quando ela está digitando no computador... Porém, infelizmente para ela, humanos não são membros da família Felidae. Garras retráteis é uma característica diagnóstica vantajosa ou uma *adaptação*

168

***exclusiva* de todos os
membros da Família Felidae.**





Figura 9: Garras retráteis de um gatinho doméstico (acima) e as não retráteis de um cachorro (apontadas pelo A na foto de baixo).

Note como as do gato são muito mais afiadas.

Os cachorros e lobos são membros da Família Canidae, que apresenta outras características diagnósticas também vantajosas, mas suas garras não são retráteis (veja Figura 9). O focinho grande, por exemplo, é uma das adaptações dos canídeos que permite que seu cachorrinho saiba que você chegou a casa antes mesmo de vê-lo.



172

Figura 10: Cães (acima) e lobos (abaixo) também pertencem a uma mesma família – Canidae – e compartilham as mesmas adaptações, como por exemplo, o focinho grande.

Características compartilhadas de forma exclusiva marcam a categorização de animais em grupos taxonômicos diferentes.

<pág. 44>

Multimídia.

O cinema não segue as regras taxonômicas...

No filme X-Men, alguns humanos apresentam

mutações e são chamados mutantes. Alguns personagens do filme nasceram com habilidades sobre-humanas que os fazem diferentes dos demais.

Os mutantes de X-men geralmente apresentam características vantajosas. Um dos mutantes, por exemplo, apresenta uma visão superpoderosa outro apresenta poderes telepáticos, outro pode ficar invisível.

No filme, um dos principais mutantes é chamado Wolverine. Esse nome vem da palavra lobo

174

pois wolf em Inglês significa lobo. Wolverine é um mutante que consegue retrair e expor suas garras afiadíssimas, à sua vontade (veja o desenho).



Entretanto, apesar do nome, vimos que garras afiadas e retráteis são uma adaptação típica dos felinos, na realidade, e não dos lobos que são canídeos...

Concluindo, Stan Lee e Jack Kirby, os excepcionais escritores de X-men, não conheciam bem taxonomia de mamíferos! É um filme de ação muito interessante e se você não viu ainda, vale à pena alugar na sua locadora.

**http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Wolverine_por_John_Cassaday.jpg Autor:
John Cassaday**

A classificação termina em família?

De maneira alguma a classificação termina por aí! Canidae e Felidae pertencem à ordem dos carnívoros que é uma das ordens da Classe Mammalia. Na Classe Mammalia, estão incluídos todos os mamíferos. Cada uma das espécies de mamíferos apresenta suas próprias características diagnósticas, uma coloração de pelo diferenciada, um tamanho maior de corpo, um focinho mais fino, uma orelha mais pontuda, dentes maiores etc., mas há características

que são específicas dos mamíferos em geral.

Além dessas características particulares, portanto, para serem classificadas como mamíferos, todas as (cinco mil) espécies desse grupo apresentam características em comum:

- pelos;**
- dentes diferenciados;**
- glândulas mamárias.**

Estas são as características diagnósticas de mamíferos. Ou seja, se alguma nova espécie for encontrada, por exemplo em

178

Cabo Frio, e apresentar essas três características, a mesma será necessariamente incluída na classe Mammalia ao ser descrita. Sabendo que ela apresenta essas três características, saberemos inferir outras tantas. Por exemplo, como todos os mamíferos apresentam coluna vertebral, a nova espécie de Cabo Frio certamente irá apresentar também a coluna vertebral. E se a nova espécie tiver garras retráteis, em que família você a incluiria? Seria, claro, mais um membro da família Felidae

(da Classe Mammalia do Subfilo Vertebrata).

Repare que todos os felinos são mamíferos, bem como todos os primatas, todos os roedores, todos os morcegos também são mamíferos. Então, um novo conceito importante é que os nomes em taxonomia obedecem a uma estrutura hierárquica que também reflete uma maior ou menor similaridade morfológica.

Se você tem dificuldade em entender o que é hierarquia, não se preocupe, você não é o único! Vamos deixar mais intuitivo esse conceito complicado, mas

central do estudo das Ciências Biológicas. Mais uma vez, vamos simplificar o complicado, dando um exemplo cotidiano.

Endereços, por exemplo, também apresentam uma estrutura hierárquica. Digamos que você more em: uma casa, que se localiza em uma rua, que fica em

- um bairro de**
- uma cidade em**
- um dos estados da**
- federação brasileira (país).**

Repare que a estrutura de um endereço também é

hierárquica, pois os endereços não são simplesmente iguais ou diferentes. Existe uma gradação entre dois endereços muito similares e dois muito diferentes. Dois endereços muito similares também apresentarão suas diferenças, como o número da casa ou do apartamento. Assim, até endereços muito diferentes apresentam suas similaridades, como o mesmo país ou o planeta Terra.

Se pensarmos sobre a similaridade dos seres vivos, encontraremos um padrão semelhante. Alguns

182

grupos taxonômicos com menos espécies apresentam uma maior similaridade morfológica do que grupos com mais espécies que também apresentam maiores diferenças. Por que existe essa hierarquia na Natureza?

A similaridade entre as características dos indivíduos na Natureza depende de quão próximos ou distantes estão seus antepassados em comum. Você se parece com seus irmãos, pois os antepassados em comum são seus pais. Existe apenas uma geração de duplicação do material genético com

possibilidade de gerar mutações. O material genético que deu origem a você e seu irmão era oriundo do mesmo casal, seus pais, apenas uma geração atrás. Você

<pág. 46>

apresenta características que lembram seus avós na mocidade, pois apenas duas gerações separam você e seus avós. O ancestral comum entre você e sua avó é sua própria avó.

Assim, a estrutura reprodutiva das linhagens ancestrais descendentes

184

obedece a um padrão hierárquico ao longo do tempo que gerou a

hierarquia na similaridade morfológica.

Um carioca e um chinês apresentam diferenças em suas características fisionômicas, mas ainda são similares, se comparados com as outras espécies do planeta. A similaridade entre o carioca e o chinês advém do fato que os antepassados em comum dessas duas linhagens são ainda recentes. Em milhares de anos de reprodução e

mistura de material genético na população humana, algumas mutações fazem o carioca e o chinês diferentes. Por outro lado, a grande maioria das características desses humanos é compartilhada por todos os humanos. O dedão do pé em alavanca é um exemplo, como já mencionamos, que já estava presente nos ancestrais humanos, pois todos nós o apresentamos.

Grupamentos em taxonomia obedecem a um sistema hierárquico de nomenclatura no qual,

186

**muitas espécies estão
incluídas em um gênero,
muitos gêneros em uma
família, muitas famílias em
uma ordem, muitas ordens**

**em uma classe, muitas
classes em um filo e muitos
filos em um reino.**





Figura 11: Embora muitas pessoas acreditem, a aranha (acima) não faz parte do grupamento dos insetos (abaixo). Todos os insetos apresentam seis patas e as

aranhas apresentam oito. Insetos e aranhas fazem parte do Filo (grupo maior) dos artrópodos. Um outro grupo de artrópodos são os crustáceos, onde se encontram os caranguejos, camarões, lagostas.

O maior dos grupamentos é o domínio. Existem apenas três domínios nos quais toda a diversidade biológica é incluída. São eles: Bacteria, Archeae, e Eukarya. Os dois primeiros são domínios compostos apenas por organismos unicelulares (seres constituídos por uma célula apenas), isto é, por micro-

organismos bactérias e arqueas. O domínio Eukarya é composto por organismos uni e multicelulares. Todos os organismos que podemos enxergar a olho nu estão incluídos no domínio dos eucariontes (Eukarya), incluindo as plantas, os fungos e

<pág. 47>

Verbete

Arqueas

Micro-organismos unicelulares que vivem em condições extremas.

Ambientes extremos, por

exemplo, podem ser temperaturas altíssimas como próximas de 100°C . Esses organismos também são chamados extremófilos. Um dos três domínios da vida é constituído por arqueas.

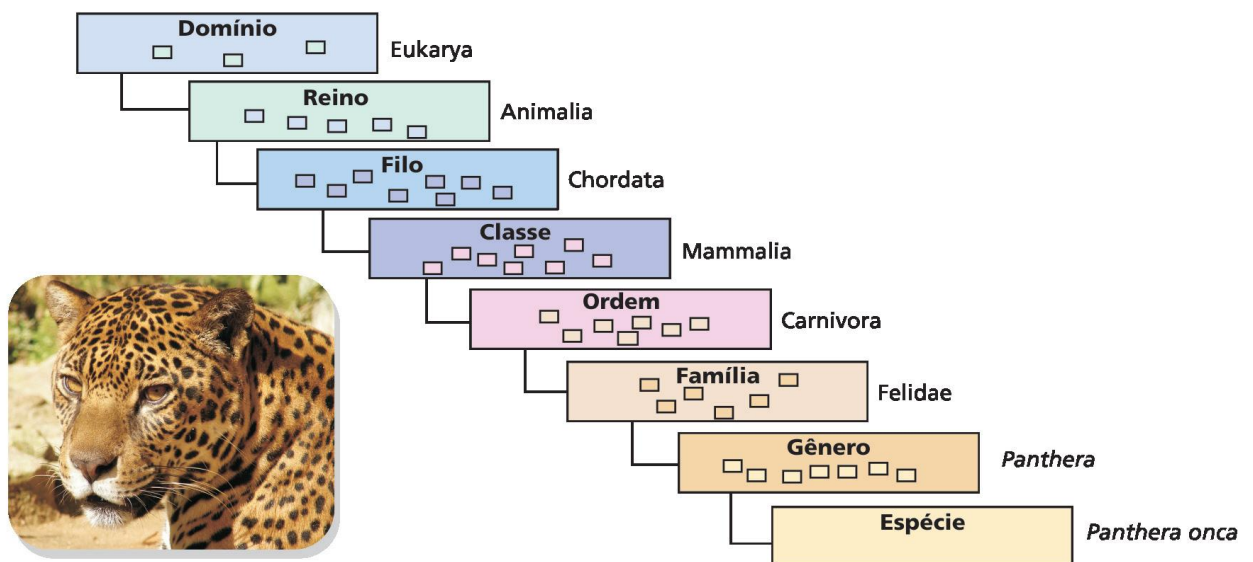


Figura 12: Hierarquia em taxonomia. A onça (*Panthera pardus*) é uma espécie do

gênero *Panthera*, que é um gênero da Família Felidae, que é uma família da Ordem Carnívora, que é uma ordem da Classe Mammalia.

Mammalia, que, por sua vez, pertence ao Filo Chordata, que é um filo do Reino Animália, que é um reino do Domínio Eukarya que faz parte da diversidade biológica.

Atividade 4

Verdade ou mentira?

Para as questões a seguir, aponte, nos parênteses, "V", se elas forem verdadeiras ou

“F”, se elas forem falsas.

() Uma bactéria e um ser humano possuem muitas características em comum, por isso ambos são classificados na mesma espécie.

() Coleoptera é uma ordem de insetos. Os membros dessa ordem estão mais relacionados entre si do que com os membros da ordem Carnivora de mamíferos.

() Bufo Bufo é o nome científico correto de uma espécie de sapo.

() Domínio é o menor grupo de classificação dos

organismos.

() *Canis lupus* e *Canis latrans* são grupos de animais mais parecidos morfológicamente do que *Canis lupus* e *Elephas maximus*.

<pág. 48>

Seção 4

Ciência e perguntas

A principal tarefa de um cientista é tentar dividir perguntas grandes e complexas em perguntas pequenas e mais simples de

encontrar respostas. Assim, a pergunta “por que a

biodiversidade é da forma que ela se apresenta em nosso planeta” é uma pergunta muito grande e complexa. Então vamos dividi-la em perguntas menores, que podem ser entendidas mais claramente pelo que vimos até agora.

Primeira pergunta: qual a causa das diferenças entre os seres vivos?

Mesmo entre membros de uma única família, os indivíduos não são iguais. Pais e mães não dão origem a clones, quando se

reproduzem. As diferenças que observamos entre as espécies são resultado da mistura do material genético do pai e da mãe, e também do processo de mutação que pode acontecer nas multiplicações das células de um indivíduo.

Verbetes

Clones

Em reprodução sexuada, dois pais dão origem a filhotes que apresentam material genético diferente de cada um dos pais. Clones são produzidos por reprodução assexuada (sem sexo) e

196

descendentes idênticos

(clones) de um único indivíduo.

Indivíduos mutantes (cuja mutação afete as células reprodutivas) vão produzir filhotes com a mesma característica mutante. Os filhotes mutantes também irão crescer e reproduzir-se, produzindo mais e mais filhotes também com a característica mutante. Em outras palavras, pelo cruzamento (reprodução), essa mutação vai sendo passada de tal forma que, daqui a algumas gerações,

estará presente em muitos indivíduos. Assim, o cruzamento é uma ferramenta poderosa para promover a *mistura* do material genético na população ao longo das gerações.

Esse é o princípio da primeira resposta importante sobre Biodiversidade no Planeta.

Segunda pergunta: Qual a causa das semelhanças?

Por outro lado, os organismos são semelhantes. Afinal, glândulas mamárias não são uma particularidade

198

dos humanos, pois são compartilhadas pelas mais de cinco mil espécies de mamíferos.

Mas as semelhanças não param aí. Vamos falar de atitudes. Chimpanzés, coçando a cabeça, leões

<pág. 49>

espreguiçando-se, atobás, mergulhando no mar. Quer outros exemplos? Vamos falar sobre doenças. Veja, na Figura 13, exemplos de que o albinismo é uma doença que afeta todos os mamíferos, aves, répteis e muitos outros organismos.



Figura 13: Albinismo, uma doença que acomete

humanos, também pode ser encontrada em outros animais, como em cangurus e jacarés. Isso porque compartilhamos não apenas características, mas também podemos ser acometidos pelas mesmas doenças de outros animais do planeta.

Indivíduos da mesma espécie apresentam uma maior parcela das características iguais do que quando comparamos espécies diferentes, pois uma espécie está em constante homogeneização de suas características por meio da reprodução. Membros de uma mesma espécie não são mais

semelhantes apenas morfológicamente, mas em outros aspectos de sua fisiologia, de seu comportamento, enfim, de todas as características herdáveis presentes no material genético.

No caso dos humanos, por exemplo, os antepassados em comum entre eles viveram há algumas centenas de milhares de anos apenas. Isso pode parecer muito para você, que irá viver algumas dezenas de anos. Entretanto, se pensarmos que a vida na Terra tem 4 bilhões de anos, não é exagero dizer que

todos os humanos são irmãos.

Por essa lógica, podemos dizer também que os chimpanzés são nossos primos. Mas antes de chegarmos aí, há um assunto que a gente ainda não falou...

Vamos falar, então. Falaremos agora sobre especiação.

Terceira pergunta: como explicar as grandes diferenças e semelhanças entre as diferentes espécies?

Se os membros de uma espécie estão em constante mistura de material genético

pela reprodução, então é impossível que exista uma diferenciação real em uma mesma espécie, como a que encontramos entre macacos e tigres. Portanto, deve existir um mecanismo que impeça a reprodução, rompendo com o processo de mistura em uma parcela da população.

<pág. 50>

Sim, esse mecanismo existe é chamado de *especiação*. A especiação é o único mecanismo que permite que linhagens diferenciem-se de fato. A

especiação possibilita que mutações acumulem-se dentro de um grupo de organismos, diferenciando linhagens inteiras ao longo dos anos.

Quando a especiação acontece, o cruzamento entre dois grupos ou mais de indivíduos é parcialmente interrompido, gerando duas novas espécies. Isso é chamado isolamento reprodutivo. Ele é, geralmente, antecedido pelo isolamento geográfico. Isso significa que, antes de existir uma barreira biológica, ou seja, um impedimento no cruzamento entre grupos de indivíduos, os grupos devem

estar separados em diferentes regiões do território.

Verbetes

- Isolamento reprodutivo

Quando duas populações não conseguem mais se cruzar, dizemos que houve um isolamento reprodutivo.

- Isolamento geográfico

O isolamento geográfico geralmente precede o isolamento reprodutivo, pois caso não haja barreira geográfica, impedindo o cruzamento, as populações continuarão a trocar genes e

não irão se diferenciar. Com a barreira, o isolamento geográfico impede o cruzamento, confinando novas mutações a apenas uma parcela da população, possibilitando a especiação.

Vamos dar um exemplo de forma que você consiga compreender o fenômeno especiação. Para isso, pense em uma espécie reproduzindo-se com machos e fêmeas em uma população. Essa população habita uma área específica de uma densa floresta.

Agora, ao invés de nos preocuparmos com cor, cheiro, número de patas, vamos pensar em características ligadas à reprodução e à compatibilidade reprodutiva.

Imagine que tanto os machos como as fêmeas apresentem uma época de cio em junho. Nesse mês, portanto, todos os indivíduos da população estão aptos à reprodução.

Tanto machos como fêmeas apresentam, em seu material genético, o tipo “período fértil em junho”.

Vamos imaginar machos e fêmeas, acasalando em junho, dando origem a filhotinhos e filhotinhas que receberiam material genético do mesmo tipo “período fértil em junho” da fecundação dos gametas de seus pais.

No curso dessa história, gerações e gerações se passam...

Em determinado momento da história dessa espécie, um pequeno tremor de terra mudou o curso de um rio. O rio agora atravessou a área onde a espécie habitava e dividiu a

população em duas partes: uma na margem direita do rio e outra na margem esquerda. Como os indivíduos não conseguem atravessar o rio, o novo curso do rio isola geograficamente as duas novas populações.

Mais e mais gerações e gerações se passam...

Em um dos lados do rio, durante as duplicações do material genético de um dos indivíduos, a molécula duplicadora, cometeu um erro. Uma mutação ocorreu. A mutação não teria maiores consequências caso tivesse

210

sido em qualquer outra célula, mas o erro foi em uma das células que deu origem a um gameta, que seria fecundado.

<pág. 51>

Mas qual foi o erro?

O erro foi justamente no período de fertilidade, pois o mutante teria “período fértil em outubro”, diferente de seus pais.

O que acontecerá com ele?

Esse material genético mutante está condenado a morrer junto com o organismo mutante, pois este morrerá sem se

reproduzir. Enquanto todos os indivíduos de sua população estão acasalando, ele não poderá fazê-lo. Em outubro, quando ele estiver pronto para reproduzir-se, ninguém mais estará e ele ficará sem parceira para a reprodução. Assim, a mutação “período fértil em outubro” será perdida.

Mais gerações e gerações passam-se...

Eventualmente, uma nova mutação ligada ao período fértil ocorreu na população da margem esquerda do rio. Desta vez, a mutação era

212

“período fértil em início de junho”. Essa mutação permite que o indivíduo mutante reproduza-se com os organismos com “período fértil em junho”. Assim, a mutação “período fértil em início de junho” pode ser mantida na população.

**Gerações e gerações
passam-se novamente...**

**O processo de
homogeneização fez com
que, em um determinado
momento, todos os
indivíduos da margem
esquerda apresentassem
material genético “período
fértil em início de junho”.**

Nesse momento, os indivíduos das duas margens exibem diferença no que se refere ao momento do cio. Por outro lado, mesmo se o rio secar, indivíduos das duas populações poderão se cruzar, pois “período fértil em junho” é compatível reprodutivamente com “período fértil em início de junho”.

Ok, nenhuma especiação até o momento!

Mas e se, na margem direita, a molécula errasse na duplicação novamente, em um outro indivíduo, em

214

uma outra geração? Com o erro, um mutante “período

fértil no final de junho” surgiu.

E se essa mutação acabasse se espalhando para todos os membros da margem direita em algumas dezenas de gerações? O que aconteceria então?

Se isso acontecesse, teríamos duas populações isoladas geograficamente e, mais importante, elas estariam isoladas reprodutivamente!

A população da margem esquerda seria do padrão “período fértil no início de

junho” e não poderia cruzar com a população da margem direita que teria “período fértil no final de junho”. O isolamento reprodutivo será o responsável pela ruptura no processo de mistura, típico das espécies biológicas, mesmo caso elas voltem a se encontrar. Assim, as populações de ambas as margens vão começar a se diferenciar em todas as outras características: cor, cheiro, velocidade, alcance visual, altura, peso.

<pág. 52>

Com o passar do tempo,

216

acumularão cada vez mais diferenças até que um

taxonomista repare em uma certa mancha amarela nas costas da população da margem direita e decida que essa é uma nova espécie de roedor.

A partir de então, apenas os mecanismos de isolamento e diferenciação estão operando entre as duas populações que, agora, podemos chamar espécies diferentes. As mutações vão continuar acontecendo em ambas, mas, como estão isoladas reprodutivamente, mesmo que o rio não mais exista, a homogeneização

não irá mais acontecer. Repare que, mesmo recebendo nomes diferentes, as espécies serão ainda semelhantes e naturalmente estarão alocadas no mesmo gênero, mas nunca mais irão trocar material genético.

Dessa forma, uma outra propriedade importante sobre as espécies é que elas delimitam as fronteiras para onde as mutações podem ser espalhar nas próximas gerações.

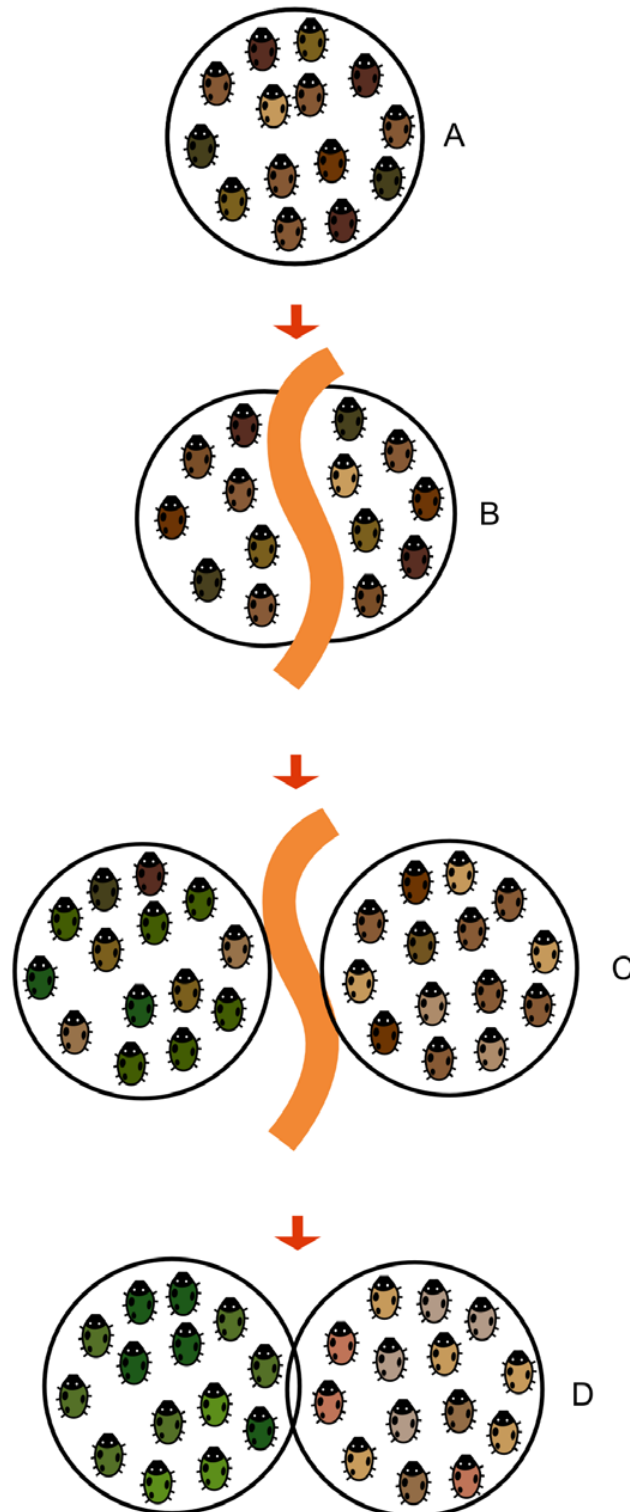


Figura 14: Especiação biológica. O que representava uma única

unidade reprodutiva (em A), com o passar dos anos e com o isolamento geográfico (em B), tornaram-se duas unidades reprodutivas. Ou seja, duas espécies descenderam (em C e D) de uma espécie ancestral em comum. Repare que a coloração dos indivíduos varia com o tempo. A especiação está completa apenas em D.

<pág. 53>

Atividade 3

A sorte está lançada (parte II)?

220

Lembra-se da Atividade 4 da Unidade 1? Entre de

cabeça em um novo desafio, parecido com aquele!

Você vai precisar de 20 grãos de feijão preto. 20 grãos de feijão branco. 20 grãos de milho. Um dado de seis lados. Os três tipos de grãos ilustram indivíduos de uma mesma espécie que são diferentes em uma característica. Essa atividade está formalmente descrita em um artigo científico de autoria de Claudia Augusta de Moraes Russo e de Carolina Moreira Voloch. “Beads and dice in a genetic drift exercise.”

Vamos imaginar que você tem uma população de 10 indivíduos, representados, nessa atividade, por 10 grãos. Como na atividade da Unidade 1, cada um desses indivíduos dará origem a dois indivíduos como eles.

O ambiente no qual sua população de grãos vive só tem comida para alimentar 10 indivíduos, mas depois de um tremor de terra, um rio divide a população de 10 indivíduos em duas populações de cinco indivíduos cada. Uma de cada lado do rio.

222

Em cada lado, nascem 10 indivíduos em uma geração. Como cada lado do rio pode

alimentar 10 indivíduos, na primeira geração, todos os filhotes sobrevivem.

Entretanto, na próxima geração, os 10 de cada margem irão se reproduzir e os 20 filhotes irão competir por recursos e novamente apenas 10 irão sobreviver em cada margem.

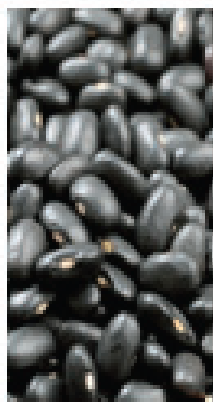
Comece na margem direita com nove grãos de feijão preto e um grão de milho e na margem esquerda todos são de feijão preto, ou seja, inicie a sua atividade na geração em

que ocorreu um primeiro mutante-milho. Na segunda geração, na margem esquerda, acontece uma nova mutação.

Em ambas as margens, cada um dos 10 indivíduos vai produzir dois filhotes idênticos a eles. Agora, na competição, existem 18 feijões pretos e dois milhos (margem direita) e 18 feijões pretos e dois feijões brancos (margem esquerda). Quais irão sobreviver? Use o dado para descobrir, como aponta a figura (ilustrando a competição na margem direita) a seguir:

<pág. 53>

Para competição entre os diferentes, jogue o dado



=

Se o resultado for

o vencedor será

1



2



3



4



5



6



**Você só deve rolar o dado
caso a competição seja**

entre indivíduos diferentes, ou seja, entre feijão preto e milho ou entre feijão preto e feijão branco. Assim, nessa primeira geração, você rolará o dado duas vezes para saber quais sobreviveram para formar a próxima geração.

Considere sempre que a competição irá ocorrer entre grãos diferentes, preferencialmente. Se o resultado for 1, 2 ou 3, o feijão preto sobrevive. Se for 4, 5 ou 6, o milho (margem direita) ou o feijão branco (margem esquerda) sobrevivem.

Faça a competição por 10 gerações e verifique o resultado. O que aconteceu? Repare que as proporções de sobrevivência são iguais para os dois variantes; portanto, qualquer um pode sobreviver à competição com chances iguais!

A cada geração, conte o número de sobreviventes de cada tipo. Anote seus resultados na tabela a seguir e compare as proporções de feijões e milhos entre seus colegas também. O que aconteceu com o mutante?

A primeira geração já está especificada: são nove feijões e um milho que irão produzir 18 feijões e dois milhos. Na segunda geração, vai existir a competição.

<pág. 55>

Margem direita	Feijão preto	Milho
Primeira	9	1
Segunda		
Terceira		
Quarta		

Quinta		
Sexta		
Sétima		
Oitava		
Nona		
Décima		

Margem esquerda	Feijão preto	Milho
Primeira	10	0
Segunda	9	1
Terceira		
Quarta		
Quinta		

Sexta		
Sétima		
Oitava		
Nona		
Décima		

As duas características conferiam ao indivíduo a mesma probabilidade de sobrevivência (50%). Agora pense se uma característica desse, ao indivíduo que a carregasse, uma vantagem. Uma vantagem adaptativa. O que aconteceria com as probabilidades de sobrevivência?

Recursos complementares

Para saber um pouco mais sobre a diversidade dos besouros, visite:

<http://www-man.blogspot.com.br/2011/06/besouro-caracteristicas-dos-besouros.html>

Muitas espécies ainda não foram descritas pelos taxonomistas, pois não foram sequer descobertas na Natureza! Para saber mais sobre a Biodiversidade, acesse:

<http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php>

No planeta Terra, existem ambientes bastante diferentes. Há regiões muito frias, muito quentes, muito secas, úmidas, aquáticas, terrestres. As diferentes características das espécies possibilitam que todas as regiões sejam, de alguma forma e em algum nível, ocupadas. Veja o vídeo e saiba mais sobre isso:

<http://www.youtube.com/watch?v=wsYD7wXJH7s>

<pág. 56>

Resumo

Taxonomia é a ciência de dar nomes às espécies e aos

grupamentos nos quais as espécies são incluídas.

O nome científico de uma espécie é binomial, sendo o primeiro nome, o gênero (sempre iniciado em maiúscula) ao qual a espécie está associada e o segundo nome é o específico (sempre iniciado em minúscula). O nome científico deve sempre vir destacado do texto, em itálico geralmente, e obedece às regras do Latim.

O processo de descrever uma espécie acontece quando o taxonomista encontra um grupo de organismos com uma

característica diagnóstica exclusiva.

Ao descrever uma nova espécie, o taxonomista irá incluí-la em grupos maiores com outras espécies.

Os grupamentos obedecem a um sistema hierárquico de nomenclatura no qual, muitas espécies estão incluídas em um gênero, muitos gêneros em uma família, muitas famílias em uma ordem, muitas ordens em uma classe, muitas classes em um filo e muitos filios em um reino.

O maior dos grupamentos é o domínio. Existem apenas três domínios nos quais toda a diversidade biológica é incluída. São eles: Bacteria, Archeae, e Eukarya.

Os domínios Bacteria e Archeae são compostos apenas por organismos unicelulares, isto é, por micro-organismos bactérias e arqueas.

O domínio Eukarya é composto por organismos uni e multicelulares. Dentre os eucariontes, estão as plantas, os fungos e os animais.

Especiação é o processo que gera duas espécies descendentes a partir de uma única espécie ancestral.

O tipo mais comum de especiação envolve o isolamento geográfico, no qual existe uma barreira geográfica (um rio, uma montanha, um vale). A barreira impede a passagem de indivíduos de um lado para outro e, portanto, o cruzamento entre duas populações. A impossibilidade de cruzamento irá diferenciar as populações gradualmente até que mutações ligadas ao

isolamento reprodutivo culminem na especiação biológica.

A especiação é o único processo capaz de promover a diferenciação real entre as linhagens, como a que observamos entre mamíferos e aves, por exemplo.

<pág. 57>

Veja ainda

Lineu fez muito pelas ciências biológicas ao criar o sistema binário de nomenclatura. Ele organizou

238

tal sistema, facilitando o estudo dos seres vivos. Quer saber mais sobre isso?

Então leia:

<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=4583&bd=2&pg=1&lg>

Quer saber mais sobre o processo de especiação?

Olhe essa reportagem:

http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao15/materia6_detalle.php

Referência

Futuyama, Douglas. Biologia Evolutiva. Editora Sinauer.

3a edição, 1998

Ridley, Mark . Evolução.

**Editora Blackwell 3a edição.
Editado no Brasil por
Artmed, 2003**

<pág. 57>

Respostas das atividades

Atividade 1

As borboletas estão depositadas em uma coleção no museu de forma que taxonomistas de todo o mundo possam analisar aquelas espécies, devidamente identificadas. As coleções de museus em todo o mundo armazenam e catalogam a diversidade

biológica local e não local, também.

Atividade 2

F – bactérias e humanos não são da mesma espécie, nem do mesmo domínio.

V – membros de uma mesma ordem estão mais relacionados do que qualquer um deles com espécies de uma outra ordem taxonômica.

F – o nome correto é Bufo bufo.

F – O domínio é o maior grupo de classificação, à exceção do grupamento vida.

V – duas espécies do mesmo gênero apresentam mais características morfológicas em comum do que um deles com outra espécie de outro gênero.

<pág. 59>

Atividade 3

Nesta atividade, você irá registrar o número de “sobreviventes” ao processo de competição a cada geração. Mais uma vez, a tabela a seguir não representa o gabarito, pois você irá rolar o dado e terá seus resultados que

seguramente serão diferentes.

Na margem direita, vamos supor que, da primeira para a segunda geração, os dois filhotes de milho sobreviveram à competição com filhotes de feijão preto. Por isso, a proporção de milhos aumentou.

Na margem esquerda, a mutação ocorre apenas na segunda geração.

Em ambas as margens, ao longo das gerações, a frequência de feijão preto aumenta ou diminui ao acaso, pois a probabilidade

de sobrevivência dos dois variantes é exatamente a mesma (50% milho sobrevive, 50% o feijão preto sobrevive). Em alguns casos, o mutante será eliminado da população. Isso deverá acontecer, principalmente, quando ele ainda estiver em frequência baixa. Compare seus resultados com seus colegas e você verá.

Margem direita	Feijão preto	Milho
Primeira	9	1
Segunda	8	2

244

Terceira	6	4
Quarta	5	5
Quinta	4	6
Sexta	5	5
Sétima	5	5
Oitava	5	5
Nona	6	4
Décima	7	3

Margem esquerda	Feijão preto	Milho
Primeira	10	0
Segunda	9	1
Terceira	6	4
Quarta	5	5

Quinta	4	6
Sexta	3	7
Sétima	4	6
Oitava	3	7
Nona	2	8
Décima	2	8

Se aparecer uma passagem entre as margens do rio, na décima geração, as duas populações ainda terão variantes em comum e ainda podem cruzar. Entretanto, se o isolamento geográfico permanecer por muitas gerações, o mais provável é que as

246

**populações venham a se
especiar.**

<pág. 61>

O que perguntam por aí?

(ENEM 2011) Questão 87

**“Os Bichinhos e O Homem”
Arca de Noé (Toquinho &
Vinicius de Moraes)**

**Nossa irmã, a mosca
É feia e tosca Enquanto que
o mosquito
É mais bonito
Nosso irmão besouro
Que é feito de couro
Mal sabe voar
Nossa irmã, a barata
Bichinha mais chata**

**É prima da borboleta
Que é uma careta
Nosso irmão, o grilo
Que vive dando estrilo
Só pra chatear”**

**MORAES, V. A arca de Noé:
poemas infantis. São Paulo:
Companhia das Letrinhas,
1991.**

<pág. 62>

**O poema acima sugere a
existência de relações de
afinidade entre os animais
citados e nós, seres
humanos. Respeitando a
liberdade poética dos
autores, a unidade
taxonômica que expressa a**

248

afinidade existente entre nós e estes animais é

- a. o filo.**
- b. o reino.**
- c. a classe.**
- d. a família.**
- e. a espécie.**

Gabarito: Letra B.

Comentário: A letra da música fala sobre a afinidade entre humanos e os insetos. Em termos de grupos taxonômicos, compartilhamos apenas o reino animal com os insetos, descritos na letra da música. Nós pertencemos ao filo

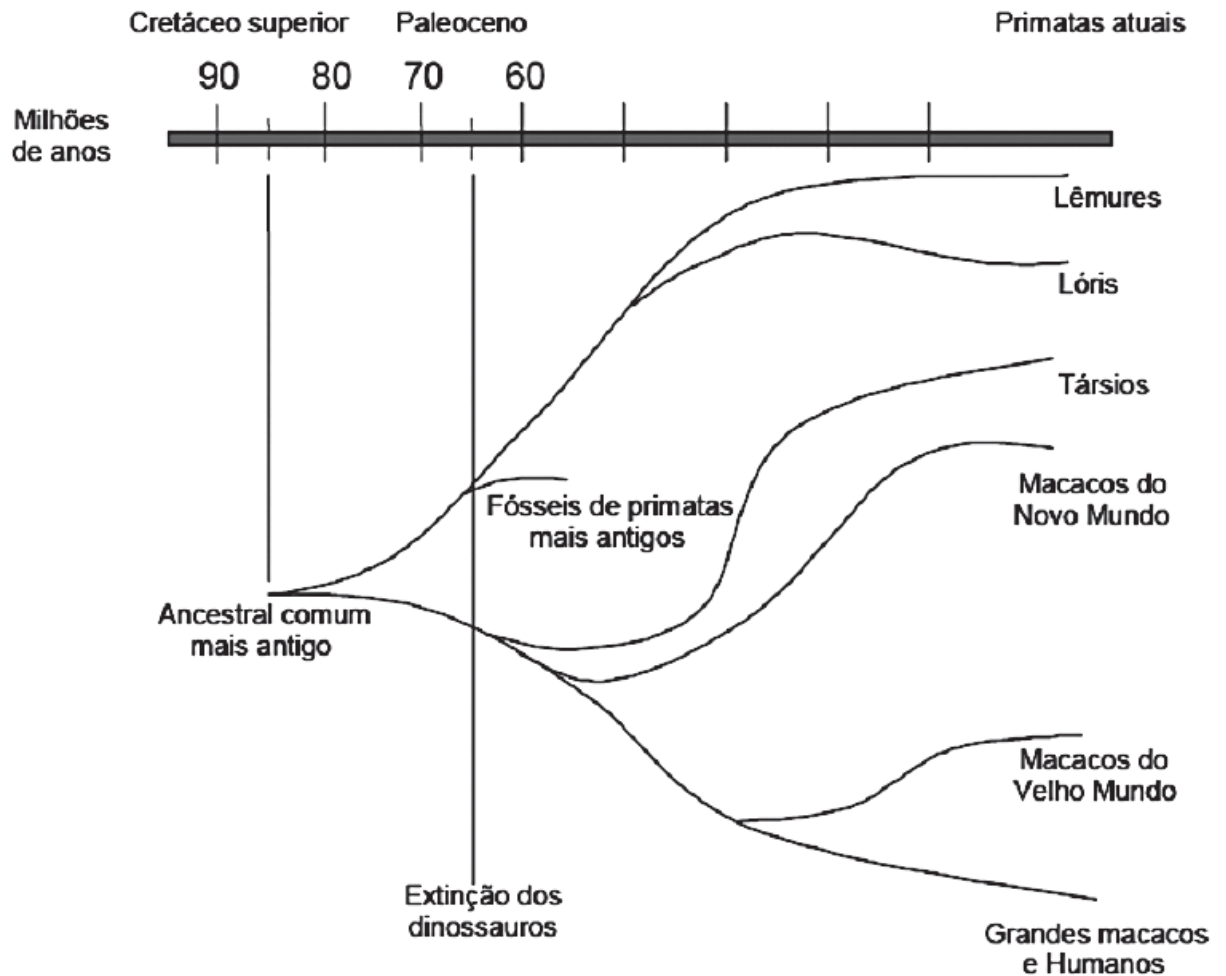
Chordata, que inclui os vertebrados, à Classe Mammalia com todos os mamíferos, à Família Hominidae e à espécie *Homo sapiens*. Nenhum desses grupamentos taxonômicos é compartilhado com insetos, exceto o Reino Animalia.

(ENEM 2005) Questão 50

Foi proposto um novo modelo de evolução dos primatas elaborado por matemáticos e biólogos. Nesse modelo, o grupo de primatas pode ter tido origem quando os dinossauros ainda habitavam a Terra, e não há

250

65 milhões de anos, como é comumente aceito.



(Fonte: Raquel Aquiar, *Ciência Hoje on-line* 13/05/02.)

<pág. 63>

Examinando esta árvore evolutiva, podemos dizer que a divergência entre os

macacos do Velho Mundo e o grupo dos grandes macacos e de humanos ocorreu há, aproximadamente:

- a. 10 milhões de anos.**
- b. 40 milhões de anos.**
- c. 55 milhões de anos.**
- d. 65 milhões de anos.**
- e. 85 milhões de anos.**

Gabarito: Letra B.

Comentário: A figura é uma representação gráfica dos processos de especiação que ocorreram na linhagem dos primatas. Cada ponto de

252

interseção de linhas (onde duas delas se encontram) é um evento de especiação.

Os humanos e os macacos do Velho Mundo (macacos africanos, como os babuínos) divergiram há 40 milhões de anos, segundo a figura. Repare ainda que todos os primatas apresentam um ancestral comum que viveu há 85 milhões de anos.

<pág. 65>

Caia na rede!

Lineu e "seu" herbário

Neste site da Universidade de Coimbra, em Portugal, você poderá ler uma curta biografia sobre o pai da

taxonomia, Carl Lineu.

Agora, pense, analisando a biografia, quais foram as razões que levaram Lineu a não se conformar com o sistema de classificação da época dele?

.http://www.uc.pt/herbario_digital/lineu/tantos_Amor_florum

O site conta ainda com um herbário digital. Um herbário é uma coleção de plantas catalogadas por taxonomistas especializados. No link a seguir, uma lista das plantas disponíveis no herbário que

254

podem ser estudadas por especialistas. Clique em um dos links e verifique que neste herbário existem

plantas que foram coletadas há mais de 100 anos.

.http://www.uc.pt/herbario_digital/herbarioonline/herbario_online

Repare que os nomes de espécie não estão em itálico, mas sublinhados ou em negrito. O importante é que venham destacados no texto.

<pág. 67>

Megamente Semelhanças e diferenças

Museus são lugares fascinantes, nos quais profissionais de todas as áreas buscam itens que irão fascinar todos os tipos de visitantes. Vale à pena levar a família para uma visita a um museu.

Um taxonomista deve sempre prestar atenção em detalhes. Da próxima vez que estiver no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, vá ao Museu Nacional de Belas Artes e leve uma máquina de fotografia. O Museu foi inaugurado por D. João VI e

256

guarda, em seu acervo, uma das melhores coleções de pinturas da época colonial do Brasil.

Tente tirar uma foto do mesmo ângulo que esta fotografia a seguir. A data da foto é desconhecida, mas foi feita antes de 1923. Compare as fotos e anote as semelhanças e as diferenças entre as duas. Quanto maior e mais detalhista a sua listagem, você mostrará que tem jeito de taxonomista!



**Fonte: Wikimedia Commons.
Domínio Público. Autor:
Marc Ferrez.**