

**CEJA** >>

**CENTRO DE EDUCAÇÃO**  
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

e suas **TECNOLOGIAS** >>

**Biologia**

**Fascículo 8**

Unidades 19 e 20

Edição revisada 2016

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador  
**Luiz Fernando de Souza Pezão**

Vice-Governador  
**Francisco Oswaldo Neves Dornelles**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Gustavo Reis Ferreira**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Antônio José Vieira de Paiva Neto**

---

FUNDAÇÃO CECIERJ

---

Presidente  
**Carlos Eduardo Bielschowsky**

---

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

---

Coordenação Geral de  
Design Instrucional

**Cristine Costa Barreto**

Elaboração

**Ana Paula Abreu-Fialho**

**Cláudia Russo**

**Ricardo Campos da Paz**

Atividade Extra

**Roberto Spritzer**

Revisão de Língua Portuguesa

**Ana Cristina Andrade dos Santos**

Coordenação de  
Design Instrucional

**Flávia Busnardo**

**Paulo Miranda**

Design Instrucional

**Aline Beatriz Alves**

Coordenação de Produção

**Fábio Rapello Alencar**

Capa

**André Guimarães de Souza**

Projeto Gráfico

**Andreia Villar**

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades

**<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517>**

Diagramação

**Equipe Cederj**

Ilustração

**Bianca Giacomelli**

**Clara Gomes**

**Fernando Romeiro**

**Jefferson Caçador**

**Sami Souza**

Produção Gráfica

**Verônica Paranhos**

# Sumário

**Unidade 19 | A árvore e os arbustos da vida** **5**

---

**Unidade 20 | Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa  
ovelha chamada Dolly...** **33**

---

# Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:  
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!



# A árvore e os arbustos da vida

**Fascículo 8**  
**Unidade 19**



# A árvore e os arbustos da vida

## Para início de conversa...

Analisando toda a diversidade que vimos na unidade anterior, tanto de vegetação quanto de fauna, voltamos a pensar naquelas questões que começamos a discutir no Módulo 1, sobre como essa diversidade acontece.

As diferenças e as semelhanças entre quaisquer dois organismos estão no meio de uma escala que varia de 0% a 100% de diferenças. O ponto de localização em tal escala é consequência direta de quando a reprodução foi rompida entre essas linhagens.

Linhagens que compartilham um ancestral comum mais recente apresentam mais características morfológicas em comum, pois acumularam muitas características mutantes enquanto eram uma única espécie. Um exemplo são as duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis*: *Pygoscelis papua* e *Pygoscelis antarctica*, ilustradas na **Figura 1**. Repare que as características em comum entre elas (nadadeiras, bicos finos, rabo curto) já estavam presentes na espécie ancestral do gênero antes de se especiar nessas duas linhagens. Por outro lado, as características diferentes entre elas (cor das penas, cor dos bicos, medidas do corpo) foram adquiridas independentemente depois da especiação que deu origem a duas espécies incompatíveis reprodutivamente.

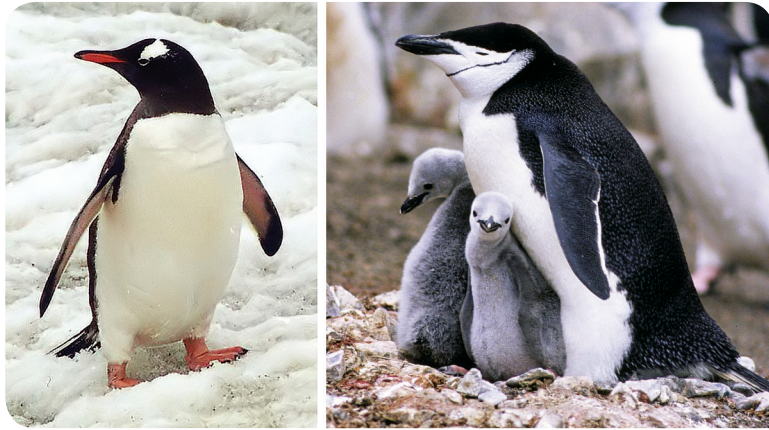


Figura 1. Duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis*, *P. papua* (esquerda) e *P. antarctica* (direita). Repare as características em comum e as diferenças entre as duas espécies (*P. papua* possui bico e patas de cor laranja, enquanto *P. antarctica* apresenta todo o corpo com tons brancos e acinzentados). Repare que na figura da direita aparece um indivíduo adulto junto com seus filhotes e as penas dos jovens são diferentes das do adulto. O indivíduo nunca evolui. As mudanças no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte são chamadas de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo, portanto, desenvolve-se ao longo de sua vida passando pelas fases do desenvolvimento.

Repare que a idade do ancestral comum torna as espécies mais semelhantes, pois as características morfológicas são herdadas com o material genético recebido da espécie ancestral. Vamos observar as duas espécies do gênero *Ara*, ilustradas a seguir, que herdaram da espécie ancestral do gênero suas características em comum.



Figura 2. Duas espécies de araras do gênero *Ara*, *A. glaucogularis* (esquerda) e *A. ararauna* (direita). Da mesma forma que nos pinguins, as características em comum entre elas já estavam presentes na espécie ancestral das araras e as diferentes foram adquiridas depois da especiação.



Para formar essas quatro espécies, três desses eventos de especiação ocorreram. O evento mais antigo separou, primeiro, araras e pinguins, que passaram a evoluir independentemente por maior período de tempo e, por isso, apresentam mais diferenças. Mais recentemente, outros eventos de especiação ocorreram: um na linhagem ancestral das araras e outro, na dos pinguins.

Na história evolutiva dessas quatro espécies, as duas espécies de araras eram a mesma espécie biológica, acumulando as mesmas mutações (como toda espécie) até pouco tempo.

Nesta unidade, iremos entender como e por que a história evolutiva da vida em nosso planeta pode ser contada por meio de uma fascinante árvore filogenética da vida. Os galhos e ramos compartilhados nessa árvore determinam as características semelhantes e diferentes entre as espécies e servem de alicerce para a construção do conhecimento biológico.

## Objetivos de aprendizagem

- Ressaltar a diferença entre o processo de evolução de espécies ao longo do tempo e o processo de desenvolvimento de um indivíduo desde a fecundação ao longo de sua vida.
- Enfatizar que a idade de um ancestral comum a linhagens diferentes determina as diferenças e semelhanças que essas vão apresentar.
- Demonstrar que a perspectiva histórico-evolutiva tem um papel central na construção do conhecimento biológico.
- Reiterar a sistemática filogenética como a ferramenta chave para tal construção, pois as características dos organismos são herdadas segundo um padrão ancestral descendente que é ilustrado em uma árvore filogenética.
- Listar as evidências que sustentam o processo evolutivo como gerador e mantenedor da diversidade biológica.

## Seção 1

# A idade do ancestral comum determina a proporção de diferenças

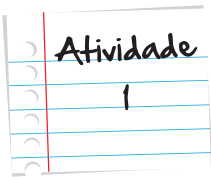
O ciclo de homogeneização (pela reprodução) e de ruptura da capacidade reprodutiva (pela especiação) é o mais importante de todos os conceitos biológicos. É a partir desses ciclos, que podemos nomear, distinguir e estudar os grupos taxonômicos da diversidade biológica e saber quais as características que cada um dos grupos possui.

As espécies de araras (**Figura 2**) são originadas a partir de uma mesma espécie biológica desde a origem da vida até o momento recente de sua especiação. Assim, as características compartilhadas entre essas duas espécies de araras foram acumuladas durante quatro bilhões de anos. As quatro espécies eram também a mesma espécie desde a origem da vida até um momento um pouco anterior à especiação das araras.

Na origem da vida, toda a diversidade era representada por uma única espécie, a qual, ao longo do tempo, se homogeneizou e adquiriu, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum. Por exemplo:

- o código genético universal (ou seja, aquele constituído por códons que são traduzidos em aminoácidos);
- o DNA como material genético;
- uma membrana isolando o interior e o exterior do organismo.

Todas essas são características que foram adquiridas antes da primeira especiação, pois toda a diversidade biológica as apresenta.



### Calibre o seu olhar

Observar as características compartilhadas por espécies é como abrir uma janela que nos permitisse enxergar o ancestral comum delas.

Sendo assim, observe bem a **Figura 1** e procure listar 5 características presentes no ancestral dos pinguins.

Anote suas respostas em seu caderno

As duas espécies ilustradas na **Figura 2** apresentam características comuns:

- às araras (ex.: bico em forma de gancho e rabo comprido);
- às aves (ex.: penas, **ossos pneumáticos**);
- aos vertebrados (ex.: coluna vertebral);
- aos eucariontes (ex.: núcleo isolado na célula);
- aos seres vivos (ex.: DNA como material genético).

### Ossos pneumáticos

São tipos ósseos, característicos das aves, que apresentam cavidades internas e orifícios que permitem a entrada de ar em sua estrutura. Assim, dentre outras características, tais ossos tornam-se mais leves, facilitando o voo.

As mutações, que deram origem às características que as araras compartilham, não aconteceram nas duas linhagens independentemente, mas sim quando as duas linhagens de araras eram membros de uma única espécie, se reproduzindo e compartilhando todas as suas características.



### Porcentagem de diferenças morfológicas

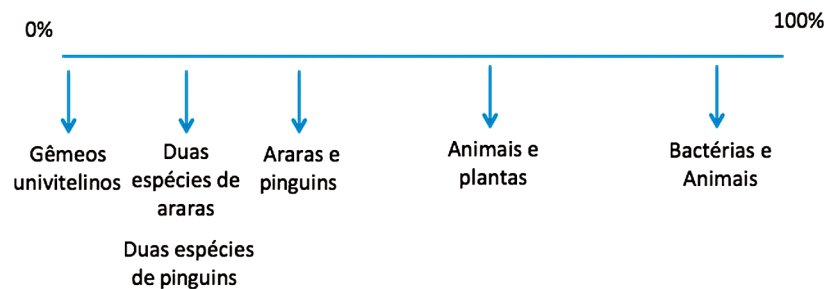


Figura 3. Escala representando hipoteticamente a porcentagem de diferenças morfológicas entre várias linhagens comparadas. A porcentagem de diferenças morfológicas está relacionada com a idade do ancestral comum. Um ancestral mais recente indica um maior número de características compartilhadas e a localização mais à esquerda na escala, como na comparação entre gêmeos univitelinos (chamados também de gêmeos idênticos).

Quando comparamos as espécies de pinguins com as de araras, notamos que elas também não podem ser chamadas de iguais e tampouco de diferentes. A comparação entre pinguins e araras tem uma localização na escala mais para a direita do que a comparação entre duas araras, como mostra a **Figura 3**. O ancestral comum dessas quatro espécies viveu há mais tempo do que o ancestral comum só das araras. Ou seja, as linhagens de pinguins e araras estão há mais tempo isoladas reprodutivamente e acumulando mais mutações independentemente e, assim, exibem mais diferenças morfológicas.

## Seção 2

### Árvores filogenéticas

Na realidade, existe uma forma melhor de visualizarmos a escala comparativa dos organismos: não em uma linha reta, mas como uma árvore filogenética, como mostra a **Figura 4**. Por assim dizer, a Biologia é uma ciência que só pode ser realmente entendida a partir de uma perspectiva histórica, pois foram os sucessivos eventos que formaram a vida fóssil, como também a recente. A reconstrução dessas árvores filogenéticas não é trivial, sendo realizada com base na comparação detalhada de características morfológicas e genéticas das espécies em questão.

Observe a pequena árvore filogenética a seguir:

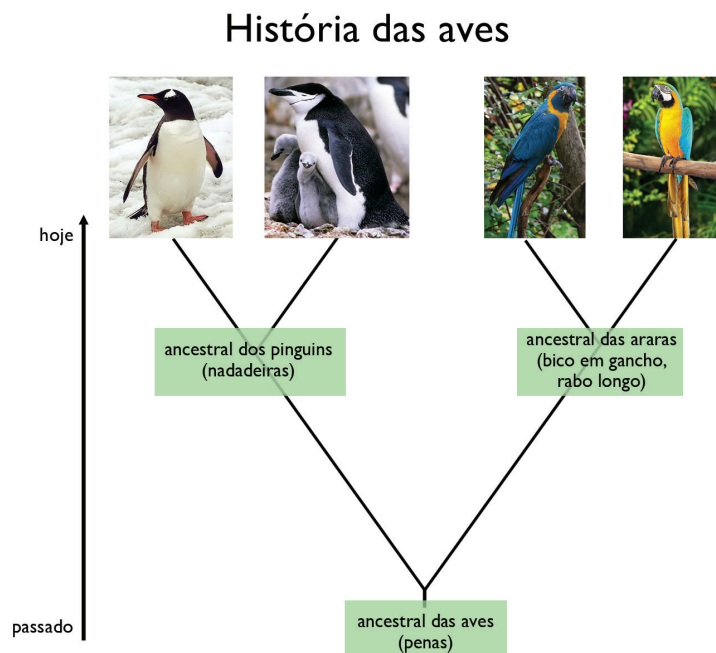


Figura 4. Pequena história evolutiva das aves contada em uma árvore filogenética. O eixo de tempo (à esquerda) também marca o processo de diferenciação, no qual as espécies que se especiaram recentemente apresentam maior proporção de características compartilhadas.

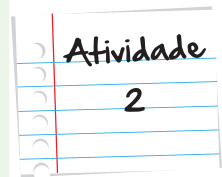
Iniciamos a leitura desta árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies (neste exemplo, pela parte inferior). Tal lado marca o nó (encontro de linhas) que define o ancestral comum da diversidade ilustrada. O tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente); na **Figura 4**, o tempo vai de baixo (passado) para cima (presente).

Nesta árvore, uma linha é chamada de linhagem e indica uma espécie cujos membros são compatíveis reprodutivamente. Já a bifurcação de uma linhagem ilustra o processo de especiação de uma espécie ancestral em duas espécies descendentes que, a partir daí, irão evoluir independentemente. A raiz é uma bifurcação especial que ilustra o último ancestral comum e o primeiro processo de especiação da diversidade ilustrada.

Entretanto, numa árvore de aves, como a ilustrada, a raiz marca o ancestral comum das aves. Naturalmente, a história das aves é extremamente rica pela diversidade do grupo e não se resume à árvore da **Figura 4**, pois não existem apenas quatro espécies de aves. Existem milhares de espécies incluídas na Classe Aves! Isso não significa que a árvore retratada esteja errada, ela está apenas incompleta, para fins didáticos de explicação evolutiva sobre uma determinada espécie.

### Mãos à obra, historiador da vida!

Desenhe uma árvore filogenética com as seis espécies a seguir, indicando as características que apareceram em cada linhagem.



Anote suas respostas em seu caderno

Em uma árvore da vida, a raiz representa a origem da vida e as pontas dos galhos representam as espécies que estão vivas hoje em dia. Como uma árvore genealógica retrata a sua história evolutiva, a árvore filogenética da vida retrata as relações de ancestralidade em comum entre todos os seres vivos. Claro que nem todas as espécies podem ser incluídas numa árvore, pois nem conseguiríamos enxergar as relações de ancestralidade em uma filogenia com as 2 milhões de espécies vivas!

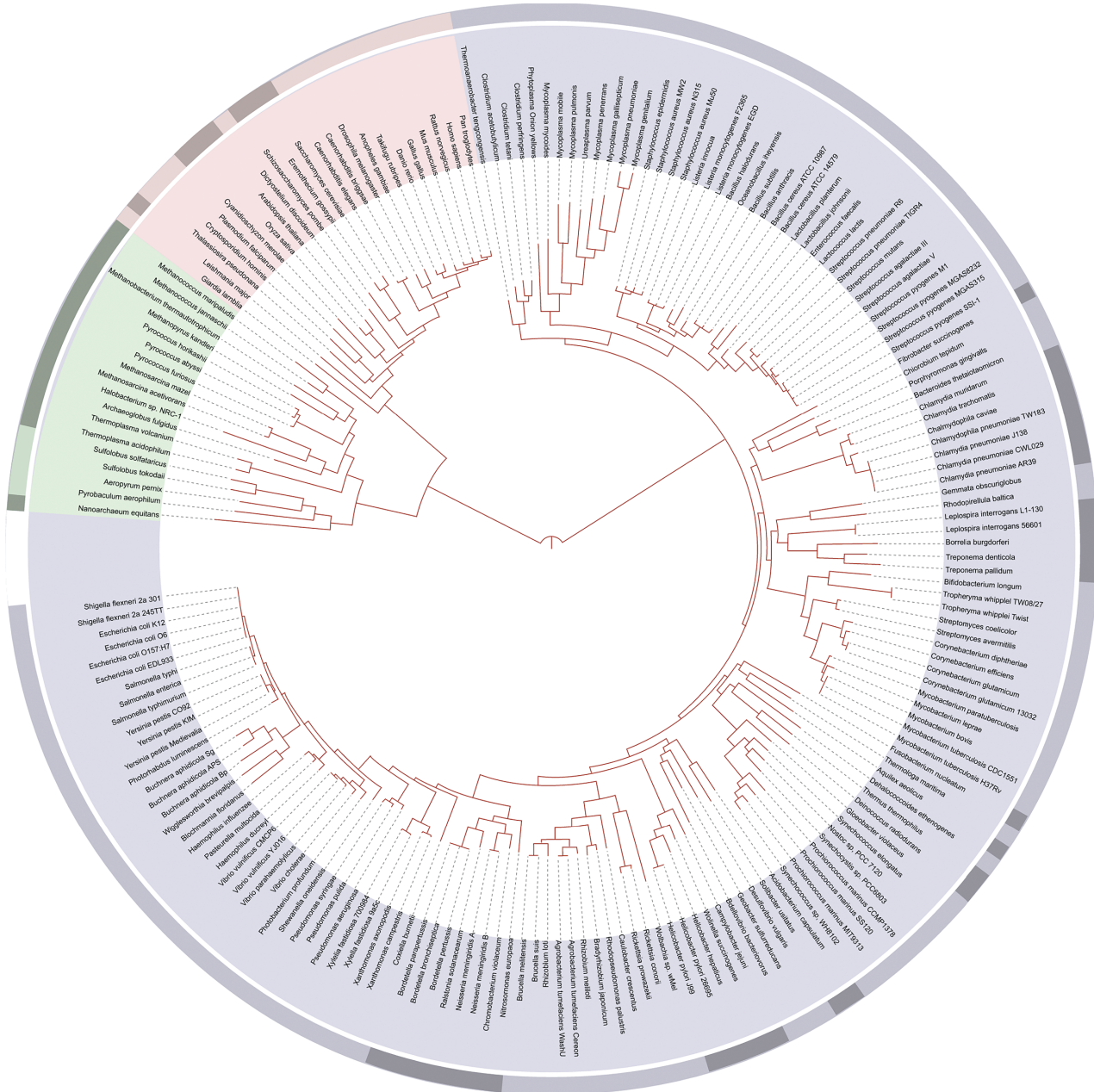


Figura 5. Árvore da vida. Nem todos os 2 milhões de espécies estão presentes nessa árvore, mas sim as principais linhagens de cada um dos grandes grupos. A maior parte da diversidade de grandes linhagens é de bactérias (roxo): temos as arqueas (verde) e os eucariontes (rosa), que incluem, entre outros, todos os organismos que podemos ver a olho nu.

## Seção 3

# Sistemática filogenética

Entender os padrões de relações históricas e evolutivas entre as linhagens da diversidade biológica é fundamental, pois existe uma dependência entre as características que espécies descendentes compartilham e a idade de seu ancestral em comum. Existem processos evolutivos relacionados à diversificação das linhagens que, se compreendidos, fornecem aos pesquisadores pistas sobre o compartilhamento de características.

Ora, se o conhecimento biológico é baseado na associação entre grupos da diversidade e características que um dos tais grupos apresenta, a história evolutiva é o caminho pelo qual as espécies descendentes herdam e exibem tais características. Isso significa que, sob um ponto de vista evolutivo, a Biologia deixa de ser uma disciplina do “decoreba” e da memorização.

Por exemplo, entendendo os padrões de ancestralidade em comum, saberemos que, se uma espécie apresenta glândulas mamárias, ela será um vertebrado, um animal e um eucarionte. Sabendo uma característica, podemos prever outras, muitas outras! As espécies ancestrais passam todo o genoma para espécies descendentes. Por isso, não apenas as características marcantes, mas também aquelas características que nós nem conhecemos ainda são compartilhadas pelos ramos de uma árvore filogenética.

Uma questão interessante que surge quando aliamos a filogenia à história é que podemos inferir questões importantes sobre outras características que não foram usadas para inferir a filogenia. Uma perspectiva histórica é importante, pois questões da biologia aplicada estão ligadas à história dos organismos. A resistência de um vírus a um medicamento, por exemplo, deve-se a uma mutação que aconteceu em algum momento histórico.



Figura 6. O conhecimento biológico é acumulado APENAS associando grupos da diversidade (p. ex.: mamíferos) com características (p. ex.: pelos, mamas e dentes diferenciados), que sozinhas nada significam.

Uma coisa importante é que, a partir do momento em que contamos a história da vida por meio de uma árvore filogenética, nomear os grupos da diversidade vira uma tarefa relativamente simples. Basta nomearmos os ramos da filogenia e juntarmos a filogenia com a taxonomia em uma sistemática filogenética.



Charles Darwin escreveu, em uma carta a Thomas Huxley, em 1857: *"Vai existir um momento, que eu não viverei para presenciá-lo, quando teremos árvores filogenéticas quase verdadeiras para cada um dos grandes reinos da natureza."*

Pois bem, o sonho de Darwin está sendo concretizado num grande projeto com cientistas de todo o mundo chamado *Árvore da Vida*, ou *Tree of Life* (com a sigla ToL). O projeto tem como objetivo apresentar as filogenias e os dados morfológicos que sustentam tais propostas filogenéticas para cada um dos grupos da diversidade.

Quando um novo grupo da diversidade se origina, o grupo preexistente não deixa de existir necessariamente. Após a especiação, as duas linhagens simplesmente passam a se diferenciar, pois estão isoladas reprodutivamente. Por exemplo, os anfíbios terrestres não deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em répteis com ovos de casca dura, nem os répteis deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em aves e outro em mamíferos (**Figura 7**).

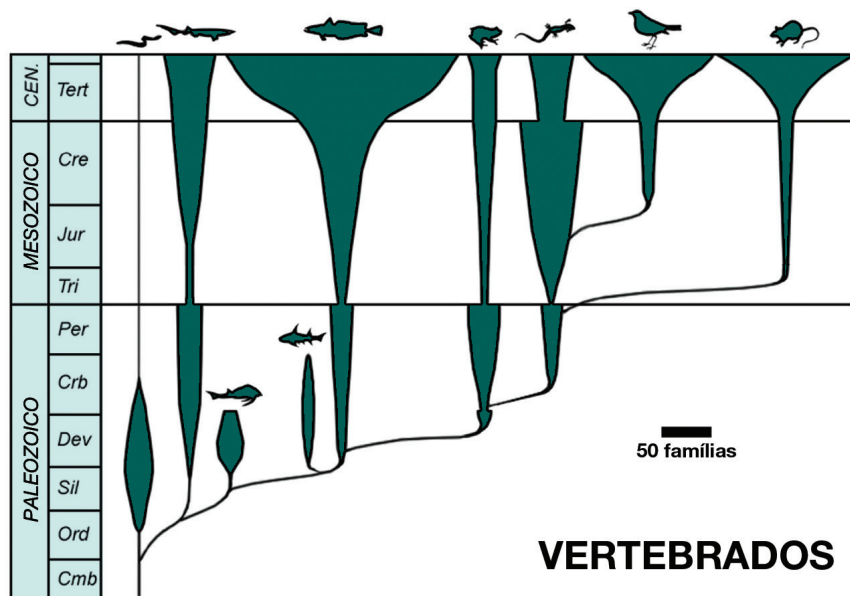


Figura 7. Grandes eventos de extinção e de diversificação dos vertebrados, ao longo dos anos. Nesse gráfico, as linhas largas ou finas representam o tamanho da diversidade de um grupo: quanto mais “gorda” for uma linha, mais diverso é o grupo. Um afinamento de baixo para cima significa uma extinção desse grupo da diversidade. Repare que, depois de uma extinção em massa, existe uma fase em que os grupos sobreviventes começam a se diversificar e especiar, ocupando ambientes onde há pouca (ou nenhuma) competição por recursos com outros organismos.



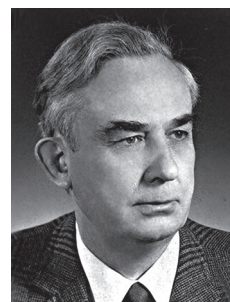
A raiz da árvore filogenética da **Figura 7** indica que o ancestral comum dos vertebrados viveu há 500 milhões de anos (era Paleozoica). Por outro lado, a diversificação das aves e dos mamíferos ocorreu na era Cenozoica (Cen), há menos de 50 milhões de anos. Repare que, nas transições entre os períodos Paleozoico-Mesozoico e Mesozoico-Cenozoico, ocorreram extinções em massa em todos os grupos de vertebrados. A primeira causou a extinção dos trilobitas e a segunda é famosa pela extinção dos dinossauros (**Figura 8**).



Figura 8. Trilobitas eram animais muito comuns durante a era Paleozoica. Existem milhares de fósseis desses organismos, dispostos de tal maneira nas rochas, indicando que foram extintos. Os dinossauros, por outro lado, eram comuns na era Mesozoica e de todas as espécies que descendiam desses animais apenas as aves sobrevivem hoje em dia.

### Willi Hennig

Hennig (1913-1976) foi um biólogo alemão que entendeu o ponto central e a importância da sistemática com base na ancestralidade em comum proposta por Darwin. A proposta de Darwin tinha sido simplesmente ignorada, pois a sociedade da época de Darwin ficou tão chocada com a ideia de evolução que tudo mais que Darwin propôs foi esquecido. Assim, ninguém entendeu a sistemática filogenética de Darwin até 1950, quando Hennig publicou o livro "Sistemática Filogenética". Hoje, a sistemática filogenética é objetivo e rotina da maior parte dos taxonomistas.



Saiba Mais

## Seção 4

# Evidências evolutivas

Desde a publicação, por Darwin, da sua teoria evolutiva descobrimos muitas coisas, até campos inteiros do conhecimento, que, na época de Darwin, eram desconhecidos, tais como a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, a Neurobiologia. Essa quantidade imensa de evidências que vêm desses campos é perfeitamente compatível com a Teoria Evolutiva de Darwin. Assim, a teoria evolutiva é uma das mais sólidas teorias em ciência comprovada por inúmeras evidências das fontes mais consistentes.

Por exemplo, das milhões de espécies que estão descritas hoje, apenas cinco mil apresentam pelos. Curiosamente, as mesmas cinco mil também apresentam mamas e são as únicas viventes que apresentam dentes diferenciados.

Como exatamente as mesmas cinco mil espécies apresentam essas três adaptações? Como explicar, ainda, que essas cinco mil espécies também apresentem outras adaptações comuns a um maior número de espécies, como a coluna vertebral, por exemplo?

Apenas a evolução explica perfeitamente, pela ancestralidade em comum, os padrões de semelhanças e diferenças que observamos entre os organismos. Existem centenas de milhares de evidências que fazem da teoria evolutiva uma das mais bem comprovadas por evidências científicas. Conheça algumas delas.

- 1. Fósseis intermediários.** Existem milhares de exemplos de fósseis intermediários que são uma evidência contundente da evolução dos organismos. Um dos exemplos melhor estudados está relacionado à evolução das baleias. As baleias são descendentes de mamíferos terrestres e existem fósseis intermediários comprovando essa fase de invasão do ambiente marinho.



Figura 9. Um esqueleto fóssil de *Ambulocetus natans* encontrado no Paquistão, em extratos com fósseis de 50 milhões de anos atrás. Este organismo tinha pernas bem desenvolvidas que conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre, mas já era um excelente nadador. Ao lado, está a provável reconstrução do corpo do animal.

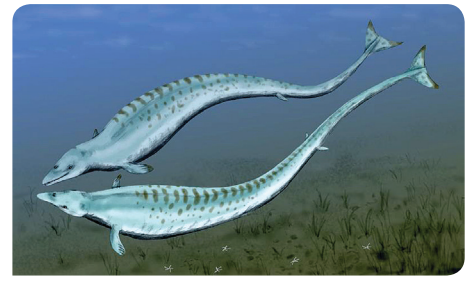
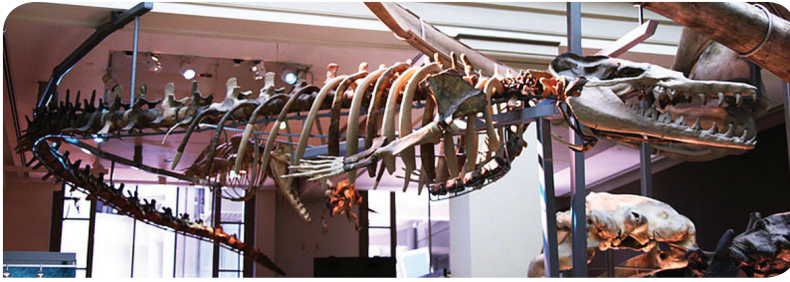


Figura 10. O *Basilosaurus* representa um animal ancestral das baleias mais recente que era exclusivamente aquático. Repare na reconstrução, à direita, que ele ainda apresentava membros inferiores evidenciados, mas que claramente não conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre. Fósseis deste gênero são encontrados em estratos mais recentes do que os de *Ambulocetus* (cerca de 40 milhões).

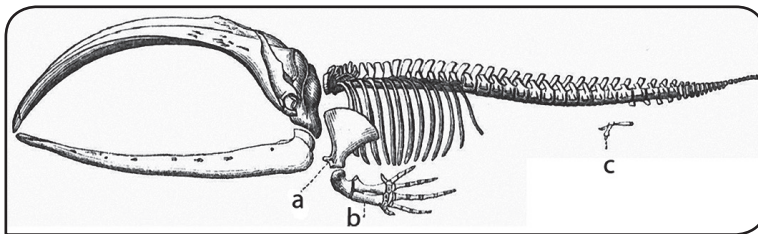


Figura 11. O esqueleto e a foto de uma baleia recente. Apesar de não possuir membros inferiores evidentes, as baleias até hoje apresentam um pequeno fêmur (C), resquício (e evidência) de sua ancestralidade terrestre. Note também que a baleia atual não está perfeitamente adaptada à vida marinha, pois ela respira apenas quando sobe à superfície e pode ser considerada uma espécie intermediária entre o ambiente terrestre e o marinho!

**2. Sucessão no registro fóssil.** No planalto central brasileiro, na savana africana e no deserto da China, iremos encontrar a mesma sequência de fósseis ao escavarmos os estratos sedimentares. Cavando um pouco, encontraremos fósseis de mamíferos, principalmente. Cavando um pouco mais fundo, os mamíferos desaparecem do registro fóssil em todo mundo ao mesmo tempo. Cavando um pouco mais ainda, todos os vertebrados somem. Ora, se os vertebrados fossilizam mais facilmente (pois têm ossos duros fáceis de serem preservados) do que os invertebrados, por que cavando fundo em estratos mais antigos só encontramos invertebrados? Por que exatamente o mesmo padrão é encontrado em qualquer lugar do mundo? A única explicação para essas duas perguntas é que naquela época mais antiga os vertebrados não tinham evoluído ainda.

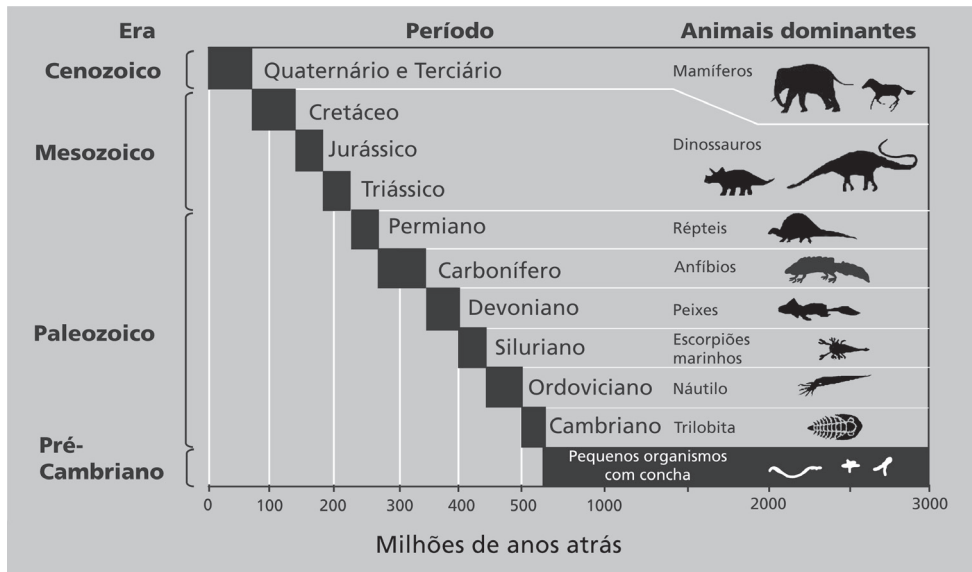


Figura 12. Sucessão no registro de fósseis. A única explicação coerente com o fato de que encontramos a mesma sucessão de fósseis em todo o mundo é a evolução.

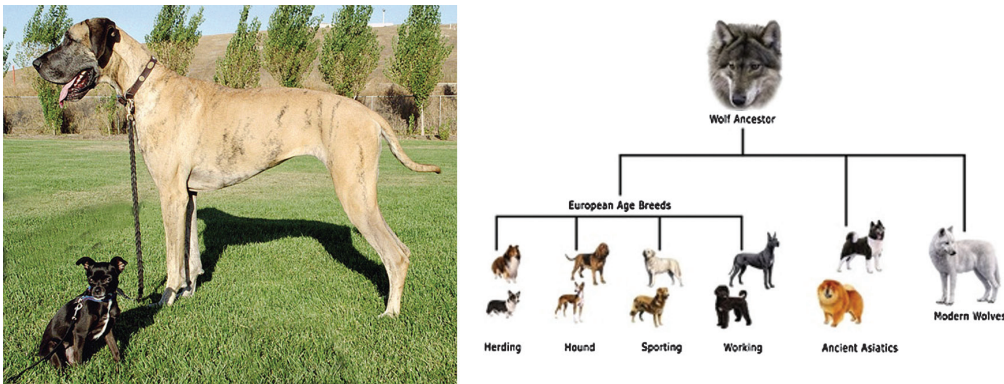
**3. Seleção natural observável.** Um exemplo bem conhecido de seleção natural que podemos observar é o caso das bactérias resistentes a antibióticos. Alexander Fleming (1881-1955) foi um biólogo britânico que descobriu a propriedade antibiótica de uma substância secretada por fungos do gênero *Penicillium*. A feliz descoberta que revolucionou a medicina aconteceu por acaso. Fleming tinha deixado colônias de bactérias no laboratório antes de sair para uma viagem. Ao retornar, verificou que uma das colônias tinha sido contaminada por um fungo. Nessa colônia, as bactérias estavam mortas. A substância exterminava bactérias que entraram em contato com ela e foi chamada de penicilina, que é, até hoje, um potente antibiótico que já salvou milhões de vidas no planeta.



Figura 13. Na figura à direita, um esquema ilustrando como as bactérias mais resistentes (vermelhas) ao remédio tendem a sobreviver. Assim, nas próximas gerações, as bactérias tendem a aumentar a proporção e o nível de resistência na presença de antibióticos. Por isso, novas drogas têm de ser desenvolvidas para eliminar essas linhagens resistentes. É por esse motivo que as infecções contraídas em hospitais são tão perigosas, pois as bactérias que habitam ali são resistentes a maior parte dos antibióticos. Na foto à esquerda, Sir Alexander Fleming recebendo o Prêmio Nobel de Medicina, em 1945, do rei da Suécia Gustaf V.

**4. Seleção artificial** - criadores realizam cruzamento seletivo e aumentam e diminuem os tamanhos dos cachorros, mudam as formas, as cores dos bichos. O cachorro ancestral era semelhante ao lobo e tinha porte mediano. Os primeiros criadores perceberam que havia pessoas interessadas em animais de outros tamanhos. Assim, alguns passaram a selecionar os menores indivíduos para cruzarem entre si originando as menores raças. Outros criadores selecionaram os maiores indivíduos que cruzaram entre si dando origem a raças cada vez maiores.

O mesmo processo pode ser feito para tamanho ou cor de pelo, velocidade, capacidade de olfato, inteligência e, hoje, cada uma das raças de cachorro apresenta características próprias de acordo com as características selecionadas em seus ancestrais. O processo nas criações de cachorros é semelhante ao que acontece na Natureza, onde os organismos que apresentam adaptações têm mais chances de sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessas características.

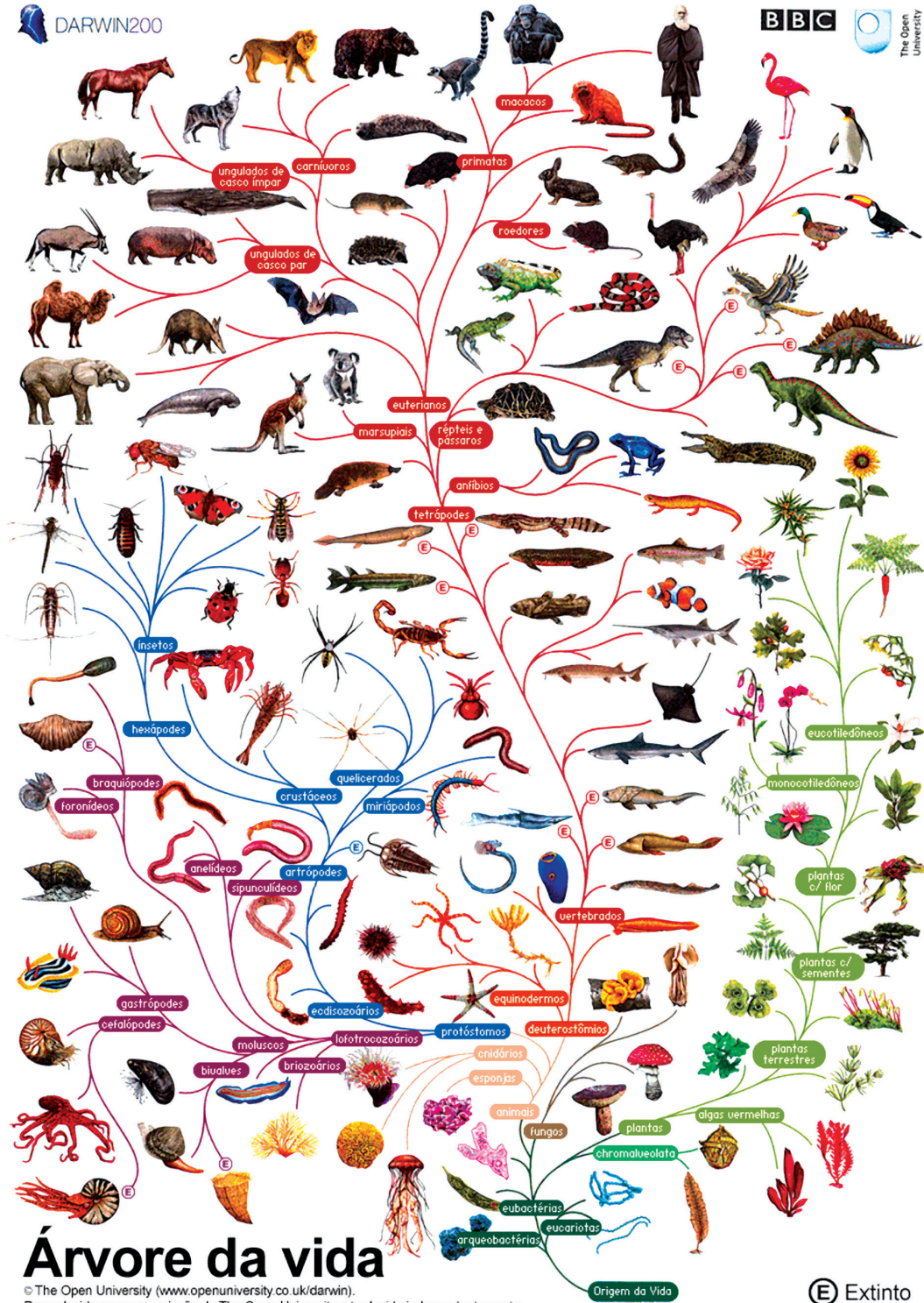


**Figura 14.** À esquerda, duas raças de cachorro selecionadas artificialmente para porte grande e porte pequeno, respectivamente. À direita, o lobo ancestral que foi domesticado. Ancestrais do lobo moderno foram selecionados para tamanho, cor, comprimento de pelo, docilidade que resultaram nas inúmeras raças de cachorro que encontramos hoje em dia. Todas as raças de cachorro e o lobo selvagem são da mesma espécie biológica *Canis lupus*, pois conseguem cruzar e ter filhotes férteis.

## Seção 5

### De um tão simples começo

Depois da química complexa ter virado o primeiro sistema biológico capaz de reproduzir-se, a vida continuou diversificando a partir daí. As propriedades de herdabilidade, reprodutibilidade e mutabilidade já existiam, mas essas permitiram todas as outras que descobrimos a cada dia nos laboratórios de pesquisa biológica. Assim foi até que, depois de 4 bilhões de anos, um dos descendentes dessa molécula replicadora original adquiriu consciência sobre esse momento primordial, percebendo a origem do *Homo sapiens* como apenas mais um dos descendentes do primeiro sistema replicador. O nome desse descendente era Charles Darwin.



# Árvore da vida

© The Open University (www.openuniversity.co.uk/darwin).  
 Reproduzido com a permissão de The Open University e traduzido independentemente

(E) Extinto

Este descendente, embora seja apenas mais um na árvore da vida, por sua capacidade cognitiva foi e é capaz de impactar muito significativamente toda a vida no planeta. Dentre as muitas ações que a espécie humana conseguiu realizar, há uma em especial, chamada biotecnologia, que compreende a manipulação de espécies biológicas para obtenção de algum benefício. Sobre isso, você vai aprender na próxima unidade!

## Resumo

- Dois processos são transformantes em Biologia. O primeiro é a evolução das linhagens e das espécies que vimos falando desde a primeira unidade. O segundo envolve as modificações no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte, chamado de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo nunca evolui, ele se desenvolve.
- Na origem da vida, toda a diversidade era uma única espécie se homogeneizando e adquirindo, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum.
- Depois desse momento, eventos de especiações confinaram novas mutações que iam aparecendo a uma ou a outra linhagem, permitindo a diferenciação de fato como observamos hoje em dia. A melhor forma de ilustrarmos tal diferenciação é por meio de uma árvore filogenética.
- Iniciamos a leitura de uma árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies. Tal lado marca o ancestral comum da diversidade ilustrada, o tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente), ilustrando os eventos de especiação que deram origem à diversidade retratada.
- Charles Darwin propôs a Teoria Evolutiva há mais de 150 anos, antes de descobrirmos a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, e a Neurobiologia. A quantidade imensa de conhecimento acumulado desde então é perfeitamente compatível e sustenta a Teoria Evolutiva de Darwin. Sendo assim, a Teoria Evolutiva é uma das mais sólidas e melhor comprovadas em ciência.

## Imagens



- André Guimarães



- : [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pygoscelis\\_papua.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pygoscelis_papua.jpg)



- : [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Manchot\\_01.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Manchot_01.jpg)



- [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ara\\_glaucogularis\\_-Cincinnati\\_Zoo-8a.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ara_glaucogularis_-Cincinnati_Zoo-8a.jpg)



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Blue-and-Yellow-Macaw.jpg>



• Claudia Russo



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Homo\\_habilis-cropped.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Homo_habilis-cropped.jpg)



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:HappyPensioneer.jpg>



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorilla\\_gorilla11.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorilla_gorilla11.jpg)



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lichonycteris.jpg>



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Desmodusrotundus.jpg>



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Kangaroo\\_and\\_joey03.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Kangaroo_and_joey03.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree\\_of\\_life\\_SVG.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_of_life_SVG.svg)



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:DuskyDolphin.jpg>



• <http://pt.wikipedia.org/wiki/Morcego>



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Capivara\\_ST.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Capivara_ST.jpg)



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pferdeauge.jpg>



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Manatee\\_with\\_calf.PD.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Manatee_with_calf.PD.jpg)



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Teeth\\_by\\_David\\_Shankbone.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Teeth_by_David_Shankbone.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Spindle\\_diagram.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Spindle_diagram.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:BLW\\_Trilobite\\_\(Paradoxides\\_sp.\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:BLW_Trilobite_(Paradoxides_sp.).jpg)





• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dr\\_Bob\\_Bakker\\_with\\_Dino.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dr_Bob_Bakker_with_Dino.jpg)



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Willi\\_Hennig#mediaviewer/Ficheiro:Willi\\_Hennig2.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Willi_Hennig#mediaviewer/Ficheiro:Willi_Hennig2.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ambulocetus\\_natans.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ambulocetus_natans.jpg)



• [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ambulocetus\\_BW.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ambulocetus_BW.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus\\_cetoides\\_\(1\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_cetoides_(1).jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus\\_BW.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_BW.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Whale\\_skeleton.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Whale_skeleton.png)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Humpback\\_stellwagen\\_edit.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Humpback_stellwagen_edit.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antibiotic\\_resistance.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antibiotic_resistance.svg)



• [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Nobelpristagare\\_Fleming\\_Midi.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Nobelpristagare_Fleming_Midi.jpg)



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Big\\_and\\_little\\_dog\\_1.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Big_and_little_dog_1.jpg)



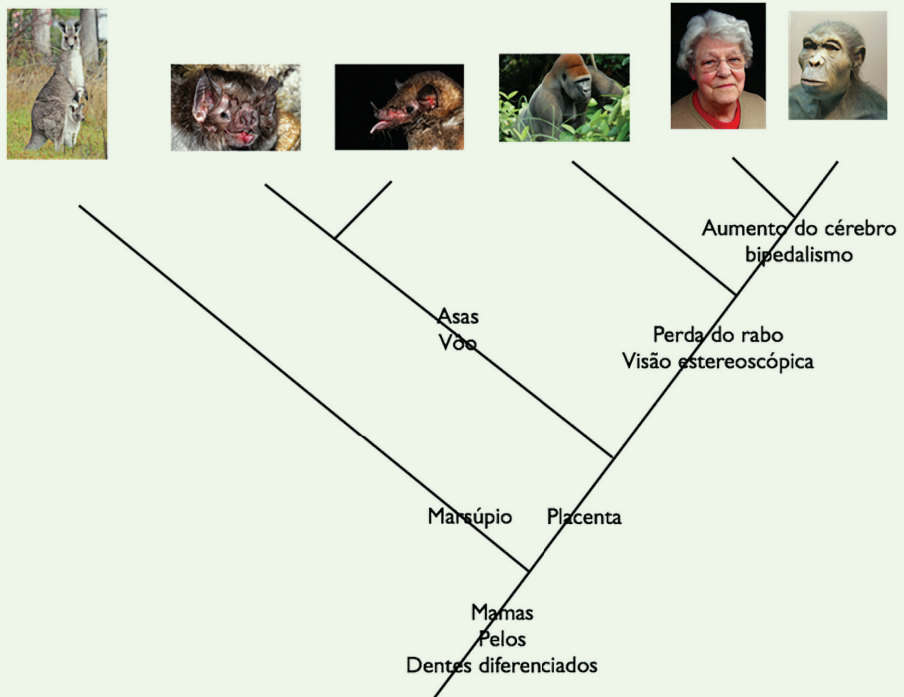
• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

Respostas  
das  
Atividades

### Atividade 1

As características em comum nas duas espécies de pinguins, que já estavam presentes na espécie ancestral são: nadadeiras, bicos finos, rabo curto, medidas do corpo e cor das pernas.

### Atividade 2





# O que perguntam por aí?

## 1. (ENEM 2010)

“Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isto é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.”

FU, G. et al. Female-specific flightless phenotype for mosquito control. PNAS 107 (10):4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

**Gabarito:** Letra C.

**Comentário:** Os machos geneticamente modificados da espécie *Aedes aegypti* podem voar, mas transmitem o gene que impede o voo aos seus descendentes. As fêmeas que herdarem o gene não voam, o que dificulta a contaminação delas com o vírus da dengue e a reprodução dessas fêmeas com o gene modificado.





# Atividade extra

## A árvore e os arbustos da vida

### Exercício 1 – Cecierj – 2013

A homogeneização e a evolução em conjunto só são rompidas com a quebra da compatibilidade reprodutiva.

Este processo é chamado de

- a. criação.
- b. sociedade.
- c. especiação.
- d. nomenclatura.

### Exercício 2 – Cecierj – 2013

Em uma árvore da vida, a raiz representa a origem da vida e as pontas dos galhos representam as espécies que estão vivas hoje em dia.

Já na árvore filogenética da vida retrata as relações dos seres

- a. em um nicho.
- b. nas sociedades.
- c. em um ecossistema.
- d. ancestrais em comum.

### **Exercício 3 – Cecierj – 2013**

Nas transições entre os períodos Paleozóico-Mesozóico e Mesozóico-Cenozóico ocorreram extinções em massa em todos os vertebrados. A primeira causou a extinção dos trilobitas.

A segunda é famosa pela extinção dos

- a. celacantos.
- b. condricteis.
- c. dinossauros.
- d. nematódeos.

### **Exercício 4 – Cecierj – 2013**

Apenas a evolução explica perfeitamente, pela ancestralidade em comum, os padrões de semelhanças e diferenças que observamos entre os organismos.

Estas teorias da evolução só podem ser comprovadas graças a

- a. evidências científicas.
- b. epidemiologistas.
- c. nomenclatoristas.
- d. taxidermistas.

### **Exercício 5 – Cecierj – 2013**

Dois processos são transformantes em biologia. O primeiro é a evolução das linhagens e das espécies. O segundo envolve as modificações no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até sua morte.

Como é chamado esse último processo?

# Gabarito

## Exercício 1 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 2 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 3 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 4 - Cecierj - 2013

- A B C D

## Exercício 5 - Cecierj - 2013

Desenvolvimento ou ontogenia.

