

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

BIOLOGIA

Módulo 4

Unidades 18 e 19

2

Unidade 18

<pág. 59>

**País tropical e bonito por
Natureza**

Para início de conversa

**O Brasil é o país da vez!
Vivemos no quinto maior
país do mundo em extensão
territorial e população (em
tamanho, o Brasil perde
para Rússia, China, Canadá
e Estados Unidos e só é
menos populoso que China,
Índia, Estados Unidos e
Indonésia).**

Também somos gigantes em riquezas naturais. Temos o maior fluxo superficial de água doce do mundo, e algo entre 10 e 29% de todas as espécies conhecidas ocorre em território nacional. Isso representa uma das maiores biodiversidades do planeta! Temos ainda muitas riquezas minerais e um incrível potencial energético de matrizes renováveis e limpas (energia solar, eólica e hidrelétrica, abundantes o ano todo). Isso tudo sem contar a beleza da paisagem natural e de um povo muito

4

rico em diversidade cultural e que vive em relativa paz.



Figura 1: Paisagens como essa são bastante comuns em determinadas regiões brasileiras. Você há de convir que esse quadro é belíssimo!

<pág. 60>

Mas também figuramos em outras listas menos nobres. Estamos em 10º lugar entre os países com maior desigualdade no mundo. Nossos índices em saúde e educação não são bons. A retomada do crescimento econômico do nosso país, após o período da ditadura militar, nos configura como uma potência emergente.

E também temos desafios socioambientais a superar. Já somos o 5º maior

6

consumidor de petróleo do mundo e nossos BIOMAS estão em constante processo de degradação.

Importante

Bioma é um conjunto de ecossistemas caracterizado por tipos semelhantes de vegetação. O Brasil está dividido em seis biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa.

O desmatamento tem aumentado continuamente em função da expansão da agricultura. Esta é praticada com a perigosa combinação de técnicas já muito

ultrapassadas (monocultura em latifúndios) e tecnologia muito avançada (máquinas, fertilizantes e defensivos agrícolas de última geração, além de Organismos Geneticamente Modificados – OGM) . Essas práticas já vitimaram boa parte de nossos biomas.

Verbetes

Desmatamento
retirada parcial ou total da vegetação de determinada área geralmente para utilização do solo em atividades agropecuárias, assentamentos urbanos, industriais, florestais, de

8

geração e transmissão de energia, de mineração ou de transporte de carga e passageiros. O desmatamento é caracterizado pelas práticas de corte ou queimada da cobertura vegetal nativa.

Nesta Unidade, vamos conversar sobre os BIOMAS BRASILEIROS. Quero lhe convidar a viajar pelo Brasil, conhecendo as principais características, a história, as ameaças e as alternativas para cada um dos nossos biomas. Afinal, a solução do problema está em cada um de nós, pois a conservação da biodiversidade depende

dos nossos interesses e da nossa participação nas tomadas de decisões.

Nestas, inclui-se a escolha de nossos representantes (democracia representativa) e a participação direta através de movimentos populares, organizações não governamentais e conselhos municipais (democracia participativa). Não há dúvida: é preciso conhecer para conservar!

<pág. 61 >

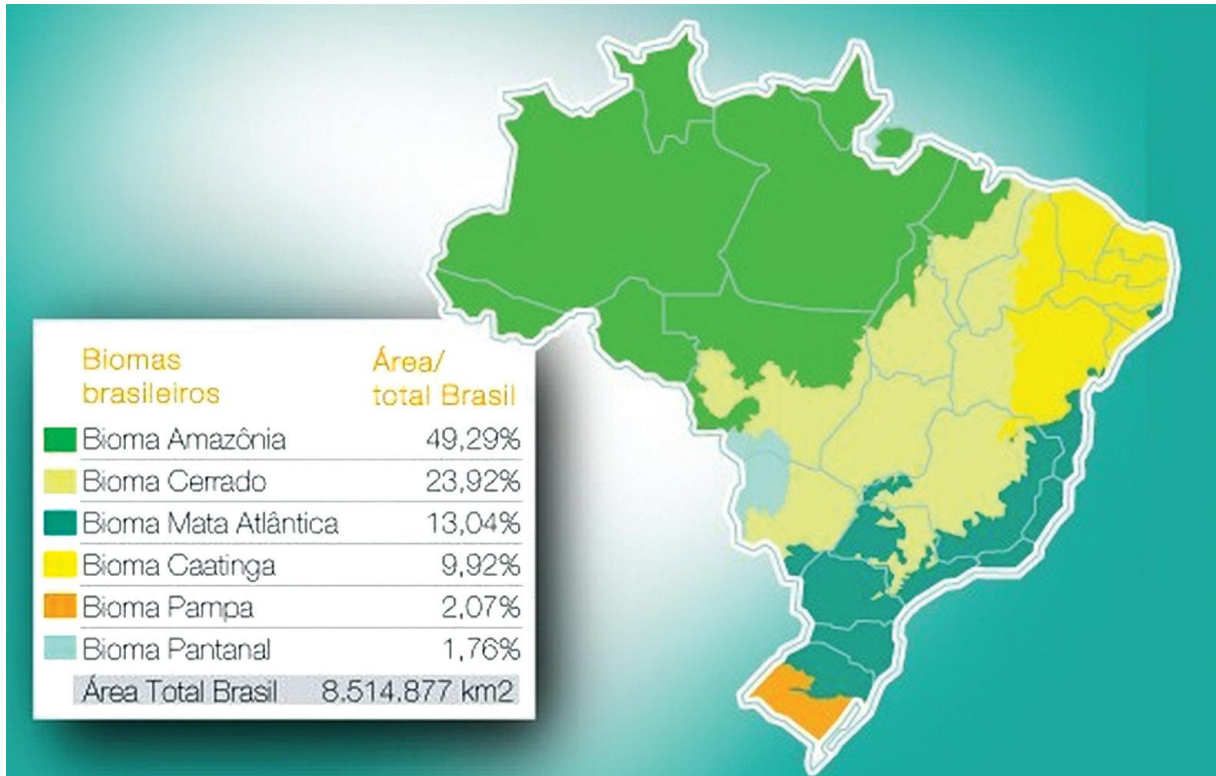


Figura 2: Mapa do Brasil dividido por estados e colorido de acordo com a distribuição de cada um dos 6 biomas brasileiros.

Objetivos da Aprendizagem

.Caracterizar os seis biomas brasileiros;

.descrever o histórico de impactos ambientais

causados nos diferentes ambientes;

.identificar causas e efeitos das ações humanas sobre os biomas e as consequências dos danos ambientais para as sociedades humanas.

<pág. 62>

Seção 1

Amazônia: um tesouro a preservar

Conta a lenda que na região Norte do Brasil, no meio da selva amazônica, esconde-se o Eldorado, uma

12

cidade de ouro protegida por valentes guerreiras, as Amazonas. O Eldorado nunca foi encontrado, mas finalmente descobrimos o tesouro escondido no coração da floresta: a biodiversidade.

A imensidão verde da Floresta Amazônica abriga, em seus diferentes estratos, um intenso ritmo de vida, repleto de aves coloridas, muitos macacos, além de répteis, felinos e incontáveis espécies de insetos. Você pode imaginar a quantidade de peixes que vivem na imensidão das águas da Bacia Amazônica? Na Amazônia, vivem mais de

um terço das espécies existentes na Terra.

Verbetes

Estratos – o mesmo que camadas. Grosso modo, a vegetação apresenta três estratos de acordo com o seu porte: o herbáceo (rasteiro), o arbustivo (de arbustos, com porte intermediário) e o arbóreo (formado por árvores de grande porte.)

O BIOMA AMAZÔNIA ocupa 8 milhões de quilômetros quadrados espalhados por nove países da América do Sul: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia,

14

**Venezuela, Guiana,
Suriname e Guiana
Francesa. A Amazônia
brasileira se estende por
todos os estados da Região
Norte do Brasil: Amazonas,
Pará, Roraima, Amapá,
Rondônia e Acre. A Amazô-
nia Legal inclui ainda as
bordas da Floresta
Amazônica no Maranhão,
Tocantins e Mato Grosso,
embora nestes estados as
matas sejam mais ralas,
fazendo uma transição para
o Cerrado.**

**Saiba Mais
Amazônia Legal
É uma criação
administrativa do Governo**

Federal de 199. Abrange áreas vizinhas Floresta Amazônica. Nesta borda da Amazônia, o Governo Federal tem políticas especiais de estímulo da ocupação (abrindo mão de alguns impostos para atrair empreendedores), mas também de proteção da vegetação (p. ex.: maior porcentagem de reserva legal nas propriedades rurais do Brasil – 80% contra 35% no Cerrado e 20% nas demais regiões do país).

A Floresta Amazônica apresenta vários estratos

16

formados pelas copas de árvores frondosas, chegando a 50 metros de altura. Muitas dessas árvores apresentam raízes tabulares, adaptação para a sustentação da planta no solo

<pág. 63>

arenoso da Amazônia (Figura 3). Entre as árvores de grande porte estão a castanheira-do-pará, a sumaúma e a famosa seringueira (*Hevea brasiliensis*), a partir da qual se extrai o látex, usado na fabricação da borracha natural. Também são muito

comuns as epífitas, entre as quais se destacam bromélias e trepadeiras com cipós que formam densas cortinas na mata.



Figura 3: Essa é uma típica árvore amazônica, com sua

18

altura exuberante e suas raízes achatadas lateralmente (como tábuas) que ajudam a sustentar tal altura e peso em um solo tão instável como aquele formado por grãos de areia.

Verbete

Epífitas

plantas que crescem sobre outras plantas. Nem toda epífita é parasita, prejudicando a planta sobre a qual ela está se apoiando. Existem epífitas que apenas pegam “uma carona” em outras plantas para conseguir mais luz do Sol, sem causar prejuízo algum a outra.

A Amazônia presta importantes serviços ambientais para o planeta. Tais serviços são aqueles que a natureza presta para os seres vivos ao:

.absorver, filtrar e promover a qualidade da água que bebemos e usamos;

.reciclar nutrientes e assegurar a estrutura dos solos onde plantamos;

.manter a estabilidade do clima, amenizando desastres como enchentes, secas e tempestades;

20

**.garantir e desenvolver a
nossa produção
agropecuária e industrial.
Tal processo pode ser feito
ao providen-**

<pág. 64>

**ciar a necessária
biodiversidade e diversidade
genética para melhoria das
culturas ou para fármacos,
cosméticos e novos
materiais, ou mesmo ao
complementar processos
que a tecnologia humana
não domina nem substitui
como: polinização,
fotossíntese e decomposição
de resíduos.**

.sequestrar carbono da atmosfera, reduzindo o efeito estufa, minimizando os sintomas das mudanças climáticas.

O conceito de serviços ambientais surgiu da necessidade de demonstrar que as áreas naturais cumprem funções importantes de manutenção de toda vida, inclusive a do homem. Tal conceito nasceu em oposição à falsa ideia de que ecossistemas intactos são “improdutivos” ou “obstáculos ao desenvolvimento econômico”.

A Floresta Amazônica despeja cerca de 20 bilhões de toneladas de água todos os dias na atmosfera através da evapotranspiração. O rio Amazonas é o mais extenso e caudaloso do mundo. Nasce lá na Cordilheira dos Andes e abastece o Oceano Atlântico com cerca de 17 bilhões de litros de água por dia, carregando sedimentos e nutrientes (repare que a Floresta manda 3 bilhões de litros de água a mais para a atmosfera que para o mar). Toda essa água forma verdadeiros rios aéreos que distribuem essa umidade para quase todo o Brasil!

Verbetes

Evapotranspiração

a soma da transpiração das plantas e da evaporação do solo na área coberta pela vegetação, totalizando o vapor de água desprendido para a atmosfera em uma área coberta por vegetação.

Além de mandar água para a atmosfera, outro papel importante da Floresta Amazônica é descarregar uma incrível quantidade de nutrientes no Oceano Atlântico. Isso nutre uma grande diversidade de algas, contribuindo para a teia alimentar marinha e

24

também para o sequestro de carbono da atmosfera, regulando o clima do planeta.

O curioso é que a camada de nutrientes do solo da Amazônia é bem superficial. A Floresta se sustenta do próprio material orgânico que lança no chão (através da queda de folhas, flores, frutos, galhos e árvores que ao se decompor enriquecem a camada mais superficial do solo). Isso faz do bioma Amazônia um ecossistema frágil, de equilíbrio muito delicado. Em áreas desmatadas, já se observam processos de desertificação.

E a devastação já comeu mais de 17% deste bioma.

Verbetes

Desertificação

fenômeno no qual o solo perde suas propriedades e se torna incapaz de sustentar a comunidade vegetal. Esse fenômeno está associado direta ou indiretamente às atividades humanas, como por exemplo o desmatamento e as mudanças climáticas.

O desmatamento se intensificou a partir da década de 1950, quando foram construídas as

26

primeiras estradas

<pág. 65>

para integrar a região amazônica ao território nacional. Durante os governos militares (1964-1985), foram criados incentivos fiscais e construídos portos, cidades, estradas e usinas hidrelétricas para atrair investimentos e moradores, e assim promover o crescimento econômico da região. Existia um medo de que, por ser muito pouco habitada, a Amazônia seria vulnerável a uma invasão estrangeira. A Doutrina de

Segurança Nacional determinou que o desenvolvimento acontecesse da forma mais rápida possível, mesmo que o custo socioambiental disso fosse muito alto.

No início deste século, a devastação da Floresta Amazônica continuou avançando, impulsionada pela exploração de madeira e pelo uso do solo para a pecuária e agricultura. Não por acaso, neste mesmo período o Brasil aumentou a exportação de soja, carne e arroz.

Além disso, novos empreendimentos estão

28

trazendo mais impactos sociais e ambientais para a região. Dentre esses projetos, estão:

.a construção e pavimentação de estradas (como a Cuiabá–Santarém, Manaus–Porto Velho e Rio Branco– Cruzeiro do Sul);

.a construção de novas usinas hidrelétricas (como a de Belo Monte, a dos rios Araguaia e Tocantins e do Complexo Madeira);

.a ampliação das áreas de mineração (Carajás);

.a construção de hidrovias (Rio Madeira e Araguaia–Tocantins);

.a construção de gasodutos (Urucu–Coari, Urucu–Porto Velho, Urucu–Manaus).

Verbetes

Gasoduto – tubulações que permitem o transporte de grandes quantidades de gás a grandes distâncias.

Hidroviias – calhas criadas para permitir a navegação em trechos de rios.

Você deve imaginar a importância desses empreendimentos para o desenvolvimento da Região. Mas também é preciso entender a importância de acompanhar os projetos e

30

cobrar a realização de estudos sérios de impactos ambientais e sociais. Tudo isso com a participação democrática da sociedade civil organizada e do Ministério Público Federal.

Nos últimos anos, centenas de iniciativas populares criaram um novo modelo para o desenvolvimento econômico baseado no manejo sustentável de recursos naturais. A riqueza da Amazônia está na floresta em pé, prestando

<pág. 66>

seus serviços ambientais. Por isso, os empreendimentos devem ser acompanhados pela criação de Unidades de Conservação, formando Corredores Ecológicos, que funcionam como barreiras ao avanço do desmatamento. Além disso, é preciso garantir a proteção da cultura das populações tradicionais e indígenas e proteger nosso patrimônio genético da Biopirataria.

Verbetes

Biopirataria

retirada do patrimônio genético dos seres vivos (animais, plantas, fungos etc.) e conhecimentos tradicionais para fins de exploração comercial, sem o consentimento ou controle do país de origem e das comunidades locais..

Atividade 1

Impactos na Floresta Amazônica. Uma das ferramentas usadas pela Ciência são modelos matemáticos que permitem aos cientistas simular situações que

nunca foram observadas. Tais ferramentas são úteis porque nos permite fazer previsões do que aconteceria em cenários que podem, um dia, ser reais. E isso pode nos ajudar a tomar decisões do que fazer ou evitar fazer, pois podemos saber as consequências de nossos atos antes de decidirmos. Mesmo sem sofisticados modelos matemáticos, mas considerando o que já sabemos sobre os serviços ambientais prestados pela Floresta Amazônica, aponte duas

34

**consequências de uma
eventual perda
significativa de cobertura
vegetal na Bacia
Amazônica.**

<pág. 67>

**Cerrado – A riqueza do
Brasil Central**

***Cerrar*, escrito assim, com
“c”, significa fechar. E é
exatamente porque a
vegetação rasteira desse
ambiente é muito fechada
que ele foi batizado assim.**



Figura 4: Você entraria nessa mata? Também pudera: a disposição da vegetação é tão fechada quanto o seu nome!

Você pode até pensar que o Cerrado é um ambiente pobre. Mas que nada! O Cerrado, pelo contrário, é

36

um ambiente bastante diversificado, apresenta diferentes domínios, cada um com sua vegetação típica:

.a *mata ciliar*, onde existe a peroba;

.o *Cerrado*, caracterizado pelo pau-santo;

.o *campo-sujo*, onde encontramos o murici;

.o *campo cerrado*, marcado pelas gramíneas;

.o *campo cerrado rupestre*, ambiente de diferentes orquídeas e bromélias.

Talvez você se surpreenda se eu disser que o Cerrado é, atualmente, o segundo

maior bioma brasileiro. Ocupa quase 2 milhões de quilômetros quadrados distribuídos por 12 estados: Rondônia, Pará, Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, além do Distrito Federal.

No Cerrado estão um terço () de todas as espécies brasileiras; 5% de toda a fauna e flora do mundo; e, pra completar, as nascentes das três principais bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, do São Francisco e do Paraná/

38

Paraguai), além do aquífero Guarani.

Verbetes

Bacias hidrográficas
conjunto de terras drenadas
por um rio principal e seus
afluentes contribuintes.

Aquífero camada
subterrânea profunda que
armazena grande
quantidade de água

A transferência da capital
federal do Rio de Janeiro
para Brasília, em 1960, foi
acompanhada por medidas
para estimular o
desenvolvimento da região.
Políticas públicas, como
investimentos em

infraestrutura e liberação de dinheiro para investimentos no agronegócio, fez do Cerrado alvo de uma forte expansão da fronteira agropecuária.

Assim, metade da soja cultivada no Brasil (13% da soja cultivada no mundo) vem de áreas que eram antes ocupadas pelo Cerrado. A região é responsável por 20% do milho, 15% do arroz e 11% do feijão produzidos, além de abrigar mais de 33% do rebanho bovino e 20% dos suínos criados no Brasil.

Estimativas apontam que metade da área original do

40

Cerrado já foi devastada pelos empreendimentos agropecuários na região. A dinâmica de desmatamento inclui a produção de carvão com a vegetação retirada para as lavouras de soja ou para o plantio de pasto. Os grandes consumidores deste carvão são as siderúrgicas de Minas Gerais.



Figura 5: Esse é o retrato de um triste fim de uma área do Cerrado. Queimadas são ferramentas para a transformação de árvores, muitas vezes encontradas somente nesse bioma, em carvão.

<pág. 69>

Outro problema é a perda de fertilidade do solo que força os agricultores a usarem fertilizantes e defensivos agrícolas que contaminam as águas da região. Além disso, o consumo de água para a irrigação das lavouras deixa

42

pouca água para as populações locais.

Verbete

Fertilizantes e defensivos agrícolas

são produtos químicos utilizados no

enriquecimento do solo e no combate a pragas (como insetos ou ervas daninhas).

São usados para acelerar o crescimento das plantas

cultivadas e para eliminar plantas que concorrem por

nutrientes do solo ou animais parasitas e

predadores das plantas cultivadas nas lavouras.

O alagamento de extensas áreas para a construção de usinas hidrelétricas é outra ameaça ao Cerrado. Grande parte da energia gerada nas hidrelétricas da região destina-se à produção de alumínio na Região Norte. Um exemplo é a usina de Tucuruí e da Serra da Mesa (que possui um dos maiores reservatórios de água doce do mundo).

Essa situação é fruto do contraste entre o valor deste bioma e a visão que nós temos dele. O Cerrado ainda é visto como uma vegetação pobre e sem

importância, por isso acaba sendo considerada uma área que o Brasil tem para ser ocupada na expansão da sua fronteira agrícola. Tal modelo de ocupação gerou também implicações sociais, não mais permitindo a agricultura familiar. Isso forçou o êxodo rural, uma vez que as atividades rurais não foram capazes de absorver a mão de obra excedente no campo. O problema é que os centros urbanos locais também não deram conta de absorver todo o contingente de mão de obra migrante, provocando um fenômeno

de inchaço e de favelização das cidades.

Além do mais, o Cerrado é um dos biomas mais desamparados para sua proteção em termos legais. Isso acontece porque ele não figura como Patrimônio Natural Nacional na Constituição Federal, ao contrário do que acontece com a Amazônia, a Mata Atlântica, a Zona Costeira e o Pantanal.

Salvar o que resta do Cerrado passa por:

.frear urgentemente o desmatamento;

.criar novas unidades de conservação e consolidar as que já existem, mas não funcionam;

.recuperar as áreas já degradadas;

.difusão de práticas mais sustentáveis de agricultura e pecuária, como as propostas pela Agroecologia.

Verbete

Agroecologia

sistema agrícola alternativo que considera as produções agropecuárias como ecossistemas. Nestes, o objetivo é um manejo sustentável das relações entre os componentes dos

ecossistemas (incluindo plantações, pastos, criadouros e outras redes de flora, fauna, atmosfera, solos, água subterrânea e drenagem) e de um manejo ambientalmente sensível das terras virgens e da vida selvagem.

<pág. 70>

Mas nada disso vai acontecer enquanto a opinião pública continuar julgando o Cerrado um bioma menos importante. Como Milton Nascimento

48

**cantou, em sua música
*Notícias do Brasil:***

**“Ficar de frente para o
mar, de costas pro
Brasil, não vai fazer
desse lugar um bom
país.”**



**Figura 6: Vamos nos virar
para o Cerrado enquanto
ainda há tempo?**

Seção 3

Caatinga – Vidas Secas

Caatinga, em tupi-guarani, significa floresta branca, nome que descreve muito bem a paisagem do semiárido brasileiro. Sua vegetação, durante o período seco, fica sem folhas para reduzir a perda de água por transpiração e cujos caules têm um tom branco acinzentado.

<pág. 71>



Figura 7: Essa imagem é uma típica paisagem da Caatinga no período de estiagem das chuvas. Observe o característico solo avermelhado, as árvores com poucas folhas, os troncos em tons acinzentados.

É o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando quase 10% do

país e 60% da Região Nordeste. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Caatinga se estende por todo o Estado do Ceará, 95% do Rio Grande do Norte, 92% da Paraíba, 83% de Pernambuco, 63% do Piauí, 54% da Bahia, 49% de Sergipe e 48% de Alagoas, 2% de Minas Gerais e 1% do Maranhão.

Multimídia

Quer mais informações sobre os biomas? Consulte o Instituto Brasileiro de

**Geografia e Estatística -
IBGE. www.ibge.gov.br.**

Assim como o Cerrado, a Caatinga vai surpreender você com sua imensa diversidade de vida e paisagens! Existem 12 tipos diferentes de caatingas. Há desde a chamada caatinga arbórea, composta por árvores secas de até 20 metros, até afloramentos rochosos com cactos e bromélias.

Verbete

**Afloramentos rochosos
áreas onde a rocha matriz
aparece exposta, sem
cobertura de solo.**

São 932 espécies de plantas (318 endêmicas). A maioria delas apresenta adaptações ao clima semiárido, como caules retorcidos e folhas reduzidas ou transformadas em espinhos para reduzir a superfície de transpiração.

<pág. 72>

adaptações são caules que armazenam água e raízes profundas, que conseguem água há muitos metros abaixo da superfície. São espécies emblemáticas o mandacaru (*Cereus*

***jamacaru*), o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e o juazeiro (*Zizyphus juazeiro*). Muitas plantas da Caatinga apresentam propriedades medicinais e por isso precisamos conhecer esse patrimônio genético para conservá-lo.**

Verbetes

Espécies endêmicas
espécies de seres vivos que ocorrem apenas em um local específico e dependem das condições de solo e clima peculiares daquele local.



Figura 8: O mandacaru pode ser considerado um símbolo da Caatinga. Veja os seus espinhos: são folhas modificadas para evitar a perda d'água, um bem precioso nesse ambiente tão seco.

Ornitólogos (estudiosos do grupo das aves) já registraram 510 espécies de aves na Caatinga, como o Acauã (*Herpetotheres cachinnans*), um gavião predador de serpentes, a Ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), extinta na natureza pelo tráfico de animais silvestres, e o Galo-da-campina (*Paroaria dominicana*), um dos mais bonitos pássaros brasileiros.

Apesar da escassez de água e das muitas ameaças que os corpos hídricos da Caatinga sofrem (desmatamento das matas ciliares e contaminação por esgotos, agrotóxicos e

efluentes industriais), foram registradas 240 espécies de peixes (57% endêmicas). Algumas delas têm uma incrível adaptação para viver em rios e lagos temporários: os ovos

<pág. 73>

resistem à seca durante os meses de estiagem e eclodem no período mais úmido. Por isso, esses peixes são conhecidos popularmente como peixes das nuvens ou peixe da chuva.

Apesar disso, a fauna mais característica da Caatinga

58

são os répteis e anfíbios (154 espécies no total). São 144 espécies de mamíferos na região (64 são espécies de morcegos e 34 de roedores). De acordo com a lista de animais brasileiros ameaçados de extinção, 28 vivem na Caatinga. Ainda assim, este é o bioma menos estudado do país.

Entre as áreas de maior importância para a conservação estão a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, o Raso da Catarina (BA), a Chapada do Araripe (CE, PE e PI), o Parque Nacional da Serra das Confusões (PI) e o Parque Nacional da Serra da

Capivara (PI). Neste último, foi descoberto um sítio arqueológico com os mais antigos vestígios conhecidos da presença humana nas Américas (fogueiras, artefatos de pedra e pinturas rupestres).

Aliás, o passado geológico da região é fascinante! O Rio São Francisco já formou uma imensa lagoa no interior do Brasil. A dinâmica de variação do seu curso devido a alterações climáticas nos últimos 2 milhões de anos criou barreiras geográficas que isolaram populações, estimulando a formação de

60

novas espécies (como você estudou na Unidade 5 do Módulo 1).

A Caatinga também é uma região de profundas desigualdades sociais, com os mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). Eles são decorrentes de um processo de ocupação que explorou a natureza de forma predatória, concentrando terra e poder no domínio de poucos. Uma região onde o acesso à água ainda não se consolidou como direito básico. Uma região com energia solar abundante e que abriga um complexo hidrelétrico que fornece energia para as

grandes metrópoles nordestinas e para seu parque industrial. Mas onde 30% da energia consumida em residências, olarias e siderúrgicas são gerados por lenha, retirada da natureza de forma predatória.

Verbete

Olarias

fábricas de tijolos e objetos de cerâmica, como vasos e pisos. Nas olarias, os fornos são usados para cozinhar o barro transformando-o em cerâmica. Geralmente esses fornos são alimentados por lenha muitas vezes extraída

de forma irregular. Além disso, a extração do barro costuma ser outro problema. Os movimentos de terra devem ser licenciados por órgãos ambientais, pois geralmente envolvem a retirada da vegetação, deixando o solo mais vulnerável à erosão, aumentando o risco de deslizamento de terra, além de contribuir para o assoreamento de cursos d' água.

Além do desmatamento para o consumo de lenha, a Caatinga sofre ainda degradação ambiental pela pressão da pecuária

extensiva, a agricultura de irrigação e pela exploração de minérios (como o polo gesseiro da Chapada do Araripe – CE).

Entre as ações prioritárias para a conservação deste bioma estão a recuperação das matas ciliares (especialmente as do Velho Chico), a ampliação das áreas de manejo sustentável e a criação de três corredores ecológicos, nas regiões de Peruaçu a Jaíba (MG), no sertão de Alagoas e Sergipe e entre a Serra da Capivara e a Serra das Confusões.

O sertão e a Caatinga estão muito bem retratados na arte brasileira, como na literatura (Graciliano Ramos, Raquel de Queiroz, José Lins do Rêgo, Guimarães Rosa, Ariano Suassuna e Patativa do Assaré), no cinema (“Deus e o Diabo na Terra do Sol”, “Vidas Secas”, “Baile Perfumado”, “Abril Despedaçado”, entre outros) e na música de Luiz Gonzaga e do Cordel do Fogo Encantado. Muito ricas, as manifestações culturais do sertanejo exprimem como o homem está

envolvido com o ambiente em que vive. Infelizmente, essa que é a parcela mais pobre do Brasil também é a mais vulnerável aos efeitos do aquecimento global por causa da seca e da desertificação.

Saiba Mais

Velho Chico O rio São Francisco é conhecido como o rio da integração nacional. Sua bacia hidrográfica faz a ligação entre as regiões Sudeste e Nordeste, passando pela região Centro-Oeste. Seis estados são banhados pelo Velho Chico e seus afluentes, além

66

do Distrito Federal: Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. O curso principal da bacia, o rio São Francisco, tem uma extensão de 2.696Km, nascendo na Serra da Canastra (MG) e desembocando no oceano Atlântico, entre Alagoas e Sergipe.

Um bom trecho do rio tem grande potencial para navegação, mas em termos estratégicos o setor de produção de energia hidrelétrica divide com a agricultura irrigada a posição de maior importância na bacia.

Atividade 1

Adaptados à seca

A Caatinga e o Cerrado são biomas da Região Nordeste do Brasil. A região por onde esses biomas se distribuem é caracterizada pelo clima seco na maior parte do tempo, com um período curto de umidade. A água é o fator limitante para os seres vivos neste tipo de ambiente. A evolução das espécies pressiona a seleção de adaptações para as condições de pouca oferta de água.

68

Apresente uma adaptação das plantas e uma dos animais que vivem nesta região para lidar com a falta d' água.

<pág. 75>

Seção 4

Mata Atlântica – A Natureza ao seu redor

Talvez você não conheça pessoalmente a Amazônia ou o Pantanal, mas tenho certeza de que você conhece a Mata Atlântica. Se você olhar a sua volta ou pela janela, em qualquer lugar do Estado do Rio que você

esteja, provavelmente você estará cercado por ela.

Quando os portugueses chegaram ao Brasil, em 1500, a Mata Atlântica ocupava cerca de 15% do território brasileiro, praticamente todo o litoral, que é banhado pelo Oceano Atlântico. E como a ocupação do Brasil foi feita justamente a partir do litoral esse foi o bioma que sofreu o maior impacto. Na verdade, houve uma verdadeira luta contra a selva no início da ocupação e a vegetação densa e fechada deu lugar às primeiras estradas e

70

províncias que foram lentamente se multiplicando e expandindo. Hoje, pouco mais de 500 anos depois, restam apenas cerca de 8% da vegetação original (embora quando se levam em conta as áreas em regeneração essa estimativa chegue a 20%).

Mesmo reduzida e muito fragmentada, a floresta mais rica do mundo em diversidade de árvores. Estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil, incluindo cerca de 8.000 espécies endêmicas).

Infelizmente várias delas estão ameaçadas de extinção. Essa riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa).



Figura 9: Basta olhar para essa foto para se ter uma noção da diversidade de

72

**flora da Mata Atlântica.
Consegue contar quantas
plantas diferentes há nesse
quadro? Aposto que você vai
ter um bom trabalho para
chegar ao número, que não
é pequeno!**

<pág. 76>

**Em relação à fauna, os
levantamentos já realizados
indicam que a Mata
Atlântica abriga 849
espécies de aves, 370
espécies de anfíbios, 200
espécies de répteis, 270 de
mamíferos e cerca de 350
espécies de peixes.**

No triste ranking dos biomas ameaçados de extinção, a Mata Atlântica fica em 2º lugar, perdendo apenas para as florestas de Madagascar. Ao mesmo tempo, a Mata Atlântica ainda é um dos biomas mais ricos do mundo em biodiversidade. MNF5 Essa combinação de uma grande riqueza de diversidade biológica e que ao mesmo tempo sofre uma grande ameaça caracteriza esse bioma como um hotspot.

Verbetes

Hotspot

áreas de grande riqueza biológica e altos índices de ameaças de extinção, indicadas por especialistas como uma das prioridades para a conservação da biodiversidade em todo o mundo.

Muitos ainda são os fatores que impactam e contribuem com a degradação da Mata Atlântica. Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, tem importância vital para aproximadamente 120

milhões de brasileiros que vivem em seu domínio. Nesse ambiente, são gerados aproximadamente 70% do PIB brasileiro, prestando importantíssimos serviços ambientais.

Ainda, a Floresta regula o fluxo dos mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, suas paisagens oferecem belezas cênicas, controla o equilíbrio climático e protege escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso. Neste contexto, as áreas protegidas, como as Unidades de Conservação e

76

as Terras Indígenas, são fundamentais para a manutenção de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica e cultural da Mata Atlântica, que é, ainda, dividida em diferentes ecossistemas.



Figura 10: Essa é a imagem de uma tragédia! A Mata Atlântica tem a grande capacidade de segurar o

solo de encostas e morros, impedindo que ele seja carregado com a água das chuvas. Quando a mata sofre intervenções, ela perde essa capacidade, e desastres como esses podem ocorrer, muitas vezes vitimando muitas pessoas.

<pág. 77>

Atividade 3

Satélites e o combate ao desmatamento

As imagens de satélites são muito úteis no monitoramento do meio

ambiente, pois fornecem informações sobre o estado de conservação dos ecossistemas e podem também revelar agressões, como desmatamentos por corte ou queimada, além de apontar a ocupação ilegal por meio de construções irregulares.

Mas as imagens de satélites exigem uma interpretação atenta para não esconder fatos importantes. Por exemplo, uma imagem de satélite da Amazônia vista de uma grande altitude mostra aparentemente gigantescas áreas contínuas de vegetação. Mas quando você

aproxima a imagem em várias regiões é possível perceber a presença de clareiras abertas pela ação do homem. Na Mata Atlântica, observa-se o contrário. Vista bem do alto, aparentemente quase não há cobertura vegetal, mas quando aproximamos a imagem é possível observar diversos pequenos fragmentos de vegetação.

Considerando as características de cada uma dessas duas regiões, proponha uma explicação para o fato de que, na Amazônia, as áreas de desmatamento aparecem

80

conforme se aproxima a imagem de satélite e na Mata Atlântica são as áreas de floresta que aparecem.

Seção 5

Pantanal – Reino das águas claras

Com uma área equivalente às dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e do Paraná somadas, o Pantanal é a maior planície alagável do mundo. É reconhecido como Patrimônio Nacional pela Constituição Brasileira e está na lista da UNESCO de Patrimônio Natural da Humanidade.

<pág. 78>

O Pantanal é elo entre as duas maiores bacias hidrográficas da América do Sul: a do rio da Prata e a do rio Amazonas. Por isso, é considerado um corredor que permite a dispersão e troca de espécies da fauna e da flora entre essas bacias. Setenta por cento deste importante bioma estão no Brasil (nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Os outros 30% estão divididos entre a Bolívia (20%) e o Paraguai (10%).

A característica mais marcante do Pantanal é seu regime de cheias e secas. O ciclo de inundação do Pantanal é regido pelas chuvas dos planaltos do entorno da planície pantaneira. A água escoava lentamente pela planície, que apresenta uma suave declividade do norte para o sul e do leste para o oeste.

Durante a cheia, rios, lagoas e riachos ficam interligados, formando um verdadeiro mar de águas, permitindo o deslocamento de espécies. Esse fenômeno é um dos principais responsáveis pela constante renovação da vida e pelo

fornecimento de nutrientes. Na época seca, ao contrário, formam-se lagos isolados. À medida que esses lagos vão secando, concentram grande quantidade de peixes e plantas aquáticas, o que atrai aves e outros animais em busca de alimentos, promovendo espetacular concentração de animais. Devem receber um destaque especial à importância desse bioma o abrigo, a alimentação e a reprodução de aves aquáticas e espécies migratórias.

Verbete

Aves aquáticas são aquelas que habitam, preferencialmente, ambientes úmidos ou massas d'água.

Quando os primeiros colonizadores europeus chegaram à região, por volta do século XVI, o Pantanal já era ocupado por importantes populações indígenas de várias etnias. Estima-se que somente no Mato Grosso do Sul havia cerca de 1,5 milhão de indígenas. Atualmente, a população no Pantanal brasileiro é de cerca de 1.100.000 pessoas, cerca de 18.800 na parte boliviana e

8.400 no Pantanal Paraguaio. Mesmo havendo reservas indígenas importantes nesta região, a população indígena atual vivendo em reservas é bem reduzida.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na planície pantaneira são a pecuária, a pesca, o turismo, a extração de minérios e, em menor escala, a agricultura. Nas áreas vizinhas (de planalto) são desenvolvidas principalmente a pecuária e a agricultura, atividades que geram um impacto considerável, pois aceleram

86

o processo de assoreamento dos rios que alimentam a região da planície.

Verbete

Assoreamento

processo de obstrução de rios e outros corpos d'água pela queda de sedimentos em seus leitos. O assoreamento é intensificado pela retirada da mata ciliar (que se encontra à margem dos corpos d'água), que tem justamente a função de reter os sedimentos da erosão que são arrastados para dentro de rios, lagos e nascentes.

Os problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes de intervenções humanas na região pantaneira têm sido cada vez mais intensos. Entre eles, destacam-se:

.queimadas para limpeza de pastagens, as quais todos os anos causam danos ambientais (perda de qualidade do solo e das águas) e para a saúde humana (causando problemas respiratórios);

.tráfico, caça e venda de peles e couro de animais silvestres, representando uma ameaça à biodiversidade;

.introdução de espécies exóticas como a brachiaria, gramínea usada como pasto e que se alastra com muita facilidade, competindo com plantas nativas;

.o gasoduto Bolívia-Brasil, construído para fornecer gás para o Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul;

.a instalação de siderúrgicas que aumentaram a pressão de desmatamento pelo consumo de lenha em seus fornos;

.o projeto da construção da hidrovia Paraná-Paraguai, que prevê a

criação de uma calha de 3.400 Km para a passagem de embarcações. Esse projeto já havia sido negado pela Justiça Federal, mas foi resgatado e consta como uma das prioridades do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Se for construída, a hidrovia vai modificar a dinâmica de escoamento de água da bacia pantaneira pelo Rio Paraguai, comprometendo o equilíbrio da vida selvagem na região.

Verbetes

Espécies exóticas (ou introduzida)

90

são aquelas que foram introduzidas ou adentraram acidentalmente um ambiente que não é o seu de origem.

Seção 6

Pampa – pasto sem fim

O termo “Pampa” tem origem numa língua de índios nativos sul-americanos (Quíchua) e designa as extensas planícies cobertas de vegetação rasteira de gramíneas no sul da América do Sul. Além da vegetação característica, outra presença marcante no

cenário desse bioma são os ventos que moldam a paisagem. A vegetação do Pampa é classificada como uma estepe, também chamada de campanha ou campos sulinos.

O Pampa ocupa extensas áreas na Argentina, no Uruguai e no Brasil. Aqui, ocupa a metade mais ao sul do Rio

<pág. 80>

Grande do Sul, distribuído por extensas planícies com suaves ondulações. Suas pequenas matas são

constituídas por árvores de pequeno porte, como a aroeira e o salgueiro. Além das planícies cobertas por campos nativos, o Pampa apresenta outras formações bem típicas, como:

.banhados, constituídos de áreas alagadas;

.Parque de Espinilho, com uma vegetação espinhosa e seca;

.cerros e serras, morros baixos que aparecem em áreas totalmente planas, geralmente sem floresta.

Várias espécies animais habitam o Pampa, dentre elas se destacam aves como o Quero-quero, o João-de-

Barro, marrecos selvagens e a ema, além de mamíferos como tatus, tamanduás, lobos-guará e uma imensa diversidade de insetos e outros invertebrados.

As maiores ameaças ao equilíbrio dos ecossistemas pampeanos são:

.a monocultura de árvores para a produção de celulose, com impactos previstos no clima da região por alterar o regime de ventos e de evaporação de água;

.a ampliação das áreas de plantio de soja e mamona para a produção de biocombustível;

.a mineração e queima de carvão mineral em usinas termelétricas, com consequências ambientais locais e globais, como emissão de gases de efeito estufa, chuva ácida, acidificação da água, alteração da paisagem e aumento da incidência de doenças respiratórias na população.

.a drenagem dos banhados para possibilitar seu uso na agricultura. Alguns foram transformados em plantações de arroz.

Por causa das grandes áreas de pasto, a vocação natural da região é para a pecuária. Por isso, há

muitos latifúndios com criação extensiva de gado. Nesta região, a qualidade do campo nativo, aliada às modernas práticas de manejo, garante produtividade, manutenção da biodiversidade e ganhos financeiros significativos para o produtor rural. Essa é uma das alternativas para a conservação do Pampa.

Nesta unidade, demos um giro pelo país e vimos que o Brasil é realmente muito rico em belas paisagens. Como a extensão territorial é muito grande, há também uma grande variedade de clima, relevo, tipos de solo e

regime de chuva, o que determina muitas diferentes formações vegetais.

Conhecer e valorizar toda essa diversidade de ecossistemas dos nossos biomas é ponto de partida para a proteção do meio ambiente em nosso país. Pessoas bem informadas farão diferença na escolha do rumo que vamos tomar. Espero que essa unidade tenha contribuído para que você conheça um pouco melhor o nosso querido Brasil e tenha despertado o seu interesse na defesa do nosso patrimônio natural.

<pág. 81>

Recursos Complementares

Organismos

Geneticamente Modificados (OGM) ou Transgênicos

Tecnologia que permite isolar segmentos de DNA de diferentes espécies, combiná-los e inseri-los em outra espécie. O homem adquiriu, assim, a capacidade de reprogramar, a princípio, a vida de todo e qualquer ser vivo, inclusive a sua. Alguns autores acreditam que essas novas competências constituem a segunda grande conquista tecnológica, depois do

domínio do fogo. Elas representam, sem dúvida, o domínio de uma competência nunca antes vista na história da humanidade.

A transgenia é uma tecnologia nova e seus efeitos ainda são pouco conhecidos pela ciência. Por isso, de acordo com a legislação atual, o uso de transgênicos para plantio e consumo na alimentação da população deve ser acompanhado de estudos de risco à saúde humana e licenciamento pelos órgãos ambientais e de saúde.

Nosso país é um extenso território, em muito pouco

explorado. E olha que estamos falando de século XXI! Então, quando falamos de matas inexploradas, há algumas décadas, quando não tínhamos o uso de computadores e satélites, esse quadro era muito maior.

Nesse tempo, políticas públicas incentivaram a exploração de territórios, como o amazônico. Mas estas pouco levavam em conta os prejuízos que isso poderia trazer ao ambiente. Para saber mais um pouquinho sobre isso, leia o texto a seguir.

100

Uma política de crescimento a qualquer custo

Essa política do crescimento a qualquer custo resultou no cenário mais violento de conflitos por terra no Brasil. E este se estende até hoje, envolvendo os povos tradicionais da floresta (índios, seringueiros, ribeirinhos, castanheiros, quilombolas etc.) e madeireiros, garimpeiros, lavradores, grileiros e grandes corporações nacionais e internacionais. Chico Mendes e Irmã Dorothy Stein são mártires da luta pela conservação

desse bioma e dos povos da floresta.

Observe a imagem de satélite da Rodovia Transamazônica, no Pará. Fica claro o padrão de desmatamento provocado pela ocupação das margens da rodovia. Esse padrão, que lembra uma espinha de peixe, é decorrente da abertura de estradas perpendiculares à rodovia para a retirada de madeira. A área desmatada é então ocupada para habitação e para a agropecuária.



<pág. 82>

Unidades de Conservação (UC) e corredores Ecológicos (ou de Biodiversidade)

A legislação ambiental brasileira instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

As Unidades de Conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:

I – Unidades de Proteção Integral:

a. Estação Ecológica (Esec)

b. Reserva Biológica (Rebio)

c. Parque Nacional (Parna)

d. Monumento Natural (Monat)

e. Refúgio da Vida Silvestre (RVS)

II – Unidades de Uso Sustentável:

- a. Área de Proteção Ambiental (APA)**
- b. Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie)**
- c. Floresta Nacional (Flona)**
- d. Reserva Extrativista (Resex)**
- e. Reserva de Fauna (REF)**
- f. Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)**
- g. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)**

Uma ideia interessante para o manejo de um

sistema de reservas naturais seria conectar áreas protegidas isoladas a um grande sistema através do uso de corredores ecológicos, também chamados de corredores de biodiversidade ou corredores de hábitat.

Esses corredores permitiriam que plantas e animais se dispersassem de uma reserva para outra, facilitando o fluxo de genes e a colonização. Os corredores também poderiam ajudar a preservar os animais que são obrigados a migrar sazonalmente entre uma

106

série de habitats diferentes para obter alimento. Se esses animais estivessem confi-

<pág. 83>

nados em apenas um dos fragmentos, eles poderiam passar fome. Os corredores são mais necessários nas rotas de migração conhecidas. Em alguns casos, pequenos blocos de habitat original entre grandes áreas de conservação podem ser úteis ao facilitar a movimentação através de pequenas migrações gradativas.

Quer saber mais sobre essas duas teorias? Então acesse:

.<http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/criacao-de-unidades-de-conservacao.html>

.<http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/mosaicos-e-corredores-ecologicos.html>

Beleza nesse Brasil não falta. Muito menos falta ameaça a ela. Dê uma olhada:

Ahhhh... O Cerrado!

Entre as 10 mil espécies de árvores e arbustos que

habitam o Cerrado destacam-se os buritis (*Mauritia flexuosa*), um tipo de palmeira que chega a 30 metros de altura e que nasce em áreas úmidas, à beira de córregos e riachos dos vales entre as chapadas, formando uma paisagem tradicional do Cerrado conhecida como vereda.

Outra planta nativa muito comum é o pequi (*Caryocar brasiliensis*), cujo fruto amarelo, com cheiro e sabor exótico e bastante gorduroso, é usado em vários pratos da culinária do Centro-Oeste brasileiro, como arroz de pequi e frango com pequi. Mas

cuidado! Se você um dia for experimentar um pequi, jamais morda a semente porque dentro dela há milhares de espinhos que machucam seriamente quem faz mais que roer a fina polpa que envolve a semente.

Outra planta símbolo do Cerrado é a sempre-viva (*Helichrysum bracteatum*), cuja floração belíssima é muito usada em decoração. As pequenas flores da sempre-viva duram muito tempo após serem arrancadas e, secas, continuam a abrir e fechar com a variação da umidade do ar.

110

A fauna do Cerrado também é de uma riqueza impressionante: são 837 espécies de aves (4º lugar em diversidade de aves do mundo), 161 espécies de mamíferos, 150 de anfíbios, 120 de répteis e de uma diversidade de insetos espantosa. Está bom para você? Mas isso não é tudo! Fazem parte do Cerrado paisagens de tirar o fôlego, como as do Parque Nacional da Chapada Diamantina, do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, além do Jalapão.

Mas é importante preservar tudo isso, pois

**muitos seres que compõem
essa paisagem estão
ameaçados. Veja com mais
cuidado em:**

.<http://www.soscerrado.com/html/home.php>

<pág. 84>

**Antigos povos habitavam
nossas terras e temos
muitos registros ainda hoje
disso e estão muito bem
preservados!**

Pinturas rupestres

**São as mais antigas
representações artísticas
conhecidas, gravadas em
abrigo ou cavernas, em**

112

suas paredes e tetos rochosos, ou também em superfícies rochosas ao ar livre, mas em lugares protegidos, normalmente datando de épocas pré-históricas.

Para ver as pinturas rupestres encontradas no Parque Nacional da Serra da Capivara (PI), acesse o sítio:

.<http://www.fumdham.org.br/pinturas.asp>

Riqueza e diversidade dividida em diferentes ecossistemas. Assim é a Mata Atlântica.

Ecossistemas da Mata Atlântica

O bioma Mata Atlântica é formado por um conjunto de ecossistemas, que conferem uma grande diversidade à paisagem ao longo de praticamente toda a região litorânea do país. A seguir, uma lista dos principais ecossistemas e suas características:

FLORESTA OMBRÓFILA DENSA – estende-se do Ceará ao Rio Grande do Sul, localizada principalmente nas encostas das Serras e em ilhas próximas ao litoral. É marcada por árvores de copas altas que formam uma cobertura fechada.

FLORESTA OMBRÓFILA MISTA – conhecida como Mata de Araucária, pois o pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*) constitui o andar superior da floresta, com sub-bosque bastante denso. Reduzida a menos de 3% da área original, recebe esforços de governos e entidades não governamentais para evitar a sua extinção.

FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA – a vegetação é mais aberta, sem a presença de árvores que fecham as copas no alto. Ocorre em regiões onde o clima apresenta períodos de 2 a 4 meses secos, como no

Espírito Santo, na Bahia e em Alagoas.

FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL – conhecida como Mata do Interior, ocorre no Planalto brasileiro, nos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, de São Paulo, de Minas Gerais e do Mato Grosso do Sul.

FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL – sua vegetação ocorre em locais com duas estações bem demarcadas: chuvosa, seguida de longo período seco. Mais de 50% das árvores perdem as folhas na época de estiagem. É uma das mais

116

ameaçadas, com poucos remanescentes na região Sudeste.

CAMPOS DE ALTITUDE – a vegetação característica é formada por comunidades de gramíneas com algumas poucas ocorrências arbustivas. Encontrados frequentemente nas maiores altitudes em topos planos ou picos rochosos, como no Parque Nacional de Itatiaia (localizado entre o Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais).

<pág. 85>

BREJOS INTERIOANOS – ocorrem como encraves florestais (vegetação diferenciada dentro de uma paisagem dominante), em meio à Caatinga, e têm importância vital para a região nordestina, pois estão diretamente associados à manutenção dos rios.

MANGUEZAIS – formação que ocorre ao longo dos estuários, em função da água salobra produzida pelo encontro da água doce dos rios com a do mar. São utilizados por inúmeras espécies como área de

alimentação e procriação. Também é um ecossistema muito ameaçado pela especulação imobiliária, pela poluição e pelo cultivo de camarão em viveiros (carcinocultura). Há muitas populações tradicionais que dependem dos recursos dos manguezais para sua sobrevivência.

RESTINGAS – ocupam grandes extensões do litoral sobre dunas e planícies costeiras. Iniciam-se junto à praia, com gramíneas e vegetação rasteira, e tornam-se gradativamente mais variadas e desenvolvidas à medida que avançam para o interior,

**podendo também
apresentar brejos com
densa vegetação aquática.
Abrigam muitos cactos e
orquídeas.**

Resumo

**.O Brasil é um país muito
rico em biodiversidade e
recursos naturais.**

**.A Amazônia é o maior
bioma brasileiro e também
uma das maiores extensões
florestais do mundo. Tem
uma biodiversidade ainda
não completamente
conhecida, mas é
reconhecida por prestar
importantes serviços
ambientais, contribuindo**

120

para a dinâmica de circulação de água na atmosfera através da evapotranspiração e na regulação do clima do planeta.

.O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, presente em 12 estados. No Cerrado estão um terço () de todas as espécies brasileiras e as nascentes das três principais bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, do São Francisco e do Paraná/Paraguai), além do aquífero Guarani. Ainda assim, o Cerrado vem sofrendo repetidas agressões porque, assim

como a Amazônia, é visto como uma área para a expansão da fronteira agrícola do país. O Cerrado é caracterizado por uma vegetação adaptada a longas temporadas de seca, com caules retorcidos e folhas que caem no período da seca.

.A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro. Ocupa 10% do território brasileiro e 60% da Região Nordeste. A paisagem árida desta região, que é a mais seca do Brasil, engana, pois na Caatinga existe uma surpreendente

122

biodiversidade com muitas espécies endêmicas.

.A Mata Atlântica foi o bioma que mais sofreu devido à ocupação humana no Brasil por causa da sua loca-

<pág. 86>

lização ao longo do litoral, exatamente por onde os colonizadores entraram.

Hoje restam apenas cerca de 8% dos ecossistemas originais deste bioma. Ele é um dos mais ameaçados do mundo. Mesmo assim, ainda hoje a Mata Atlântica chama muito a atenção pela sua biodiversidade

deslumbrante. É este o bioma que está espalhado por todo o estado do Rio de Janeiro.

. O Pantanal é a maior planície inundável do mundo. Mais que isso, devido a sua localização geográfica, é um importante corredor para a circulação de seres vivos entre as duas maiores bacias hidrográficas da América do Sul: a do rio da Prata e a do rio Amazonas. A característica mais marcante do Pantanal é seu regime de cheias e secas. O Pantanal é uma das áreas mais importantes para as aves aquáticas e espécies

124

migratórias em busca de fonte de alimentação, abrigo e reprodução.

.O Pampa, dominado por campos de pastagens naturais, ocupa o extremo sul do Rio Grande do Sul e estende-se até a Patagônia. É uma região de planície com poucas e suaves elevações marcada pela presença constante de ventos. Há grandes áreas alagadas conhecidas Banhados. Apesar da quase total ausência de árvores, a biodiversidade local é bem grande, principalmente em relação à fauna.

.As principais ameaças aos biomas brasileiros estão

relacionadas à ocupação humana para habitação, produção de alimentos (agricultura e pecuária), exploração e circulação de recursos naturais (mineração, geração de energia, construção de rodovias, ferrovias e hidrovias). Além disso, as mudanças climáticas já apresentam seus efeitos sobre nossos biomas, alterando o equilíbrio do clima e o regime das chuvas, provocando eventos extremos, como secas prolongadas em algumas regiões e chuvas torrenciais em outras. Nos últimos anos

126

**vimos rios que nunca secam
secarem e atingirem
recordes das marcas
históricas dos períodos de
cheia.**

**.Todos nós somos
responsáveis pelo que está
acontecendo ao meio
ambiente. Nossos hábitos de
vida e nosso padrão de
consumo dos recursos
naturais têm influência
direta sobre tudo isso.
Conhecer bem os biomas
brasileiros, suas
particularidades e ameaças,
e contribuir de alguma
forma para fiscalizar e
cobrar das autoridades o
cumprimento das leis de
proteção do meio ambiente**

é papel do Cidadão Ecológico. Este é um desafio que faço a você!

Veja ainda...

Há muito material relacionado a tudo que estudamos nesta Unidade disponível na internet. Em particular, a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte tem gerado muita discussão entre ambientalistas e os órgãos oficiais do Governo. Para que você entenda melhor essa polêmica, uma boa dica é ver os vídeos da Eletronorte (www.eletronorte.gov.br) para saber

<pág. 87>

o que diz o Governo sobre a construção da Usina. Para ter um contraponto, veja o filme “*Belo Monte: uma guerra anunciada*” (disponível no site www.belomonteofilme.org.br), com entrevistas a lideranças indígenas e ambientalistas.

Depois de analisar os dois lados do debate, você certamente terá muito mais embasamento para formar uma opinião sobre o assunto, seja ela qual for.

Referências

.ALMANAQUE BRASIL SOCIOAMBIENTAL. 2ª ed. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. 551 p.

.PARQUES NACIONAIS: Brasil: Guia de Turismo Ecológico. São Paulo: Empresa das Artes, 1999. 383 p.

.FERNANDEZ, Fernando. *O poema imperfeito*. Paraná: UFPR.

Respostas das atividades

Atividade 1

Considerando a importância do bioma Amazônia na dinâmica de

circulação de água (tanto superficial quanto atmosférica) e o papel que a Floresta Amazônica desempenha na regulação do clima, a resposta pode indicar como efeito da perda de Floresta alguns dos itens a seguir:

- Mudanças climáticas, como: alteração do regime de chuvas, com secas prolongadas em algumas regiões e enchentes em outras, e elevação da temperatura local e global.**

- Perda de biodiversidade.**

- Desertificação.**

- Deslocamento de populações (refugiados do clima).

Além de indicar os danos relacionados aos serviços ambientais, pode-se discutir também o valor que a Floresta tem em si só.

Atividade 2

Adaptações dos animais para a falta d' água:

- Pele grossa e com um revestimento impermeável que evita a desidratação (p. ex.: répteis).

<pág. 89>

- Hábito noturno para evitar as horas mais quentes do dia, quando o risco de desidratação é maior (p. ex.: anfíbios).

Adaptações dos vegetais para a falta d' água:

- Perda das folhas nos períodos mais secos para evitar a perda de água na transpiração (p. ex.: umbuzeiro).

- Redução da superfície de transpiração transformando folha em espinho (p. ex.: cactos).

- Raízes profundas que atingem lençóis freáticos vários metros abaixo da superfície (p. ex.: joazeiro).

Atividade 3

A história de exploração pelo homem na região da Mata Atlântica é bem mais antiga que na região Amazônica. Por isso, a área devastada do bioma Mata Atlântica é proporcionalmente maior que o da Amazônia. No entanto, um olhar aproximado revela que ainda há vestígios de cobertura vegetal em pequenos fragmentos da Mata Atlântica, áreas muito íngremes onde não foi possível a exploração na agricultura ou na pecuária ou áreas que estão se regenerando. E na Amazônia

134

o desmatamento é mais recente e está relacionado ao desmatamento de lotes nas margens das rodovias promovido por madeireiras ou para liberar espaço para a agricultura ou a pecuária.

<pág. 91>

O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2010)

Dois pesquisadores percorreram os trajetos marcados no mapa. A tarefa deles foi analisar os ecossistemas e, encontrando problemas, relatar e propor medidas de

recuperação. A seguir, são reproduzidos trechos aleatórios extraídos dos relatórios desses dois pesquisadores.

Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P₁:

1. “Por causa da diminuição drástica das espécies vegetais deste ecossistema, como os pinheiros, a gralha azul também está em processo de extinção.”

2. “As árvores de troncos tortuosos e cascas grossas que predominam nesse

136

ecossistema estão sendo utilizadas em carvoarias.”

Trechos aleatórios do relatório do pesquisador P2:

3. “Das palmeiras que predominam nesta região podem ser extraídas substâncias importantes para a economia regional.”

4. “Apesar da aridez desta região, em que encontramos muitas plantas espinhosas, não se pode desprezar a sua biodiversidade.”

Ecossistemas brasileiros: mapa da distribuição dos ecossistemas. Disponível em:

[HTTP://educação.uol.com.br](http://educação.uol.com.br)

r/ciencias/ult1686u52.jhtm. Acesso em: 20 abr. 2010 (adaptado).

Os trechos I, II, III e IV referem-se, pela ordem, aos seguintes ecossistemas:

a. Caatinga, Cerrado, Zona dos Cocais e Floresta Amazônica.

b. Mata de Araucárias, Cerrado, Zona dos Cocais e Caatinga.

<pág. 92>

c. Manguezais, Zona dos Cocais, Cerrado e mata Atlântica.

138

**d. Floresta Amazônica,
Cerrado, Mata Atlântica e
Pampas.**

**e. Mata Atlântica,
Cerrado, Zona dos Cocais e
Pantanal.**

Gabarito: Letra B.

Comentário: A gralha azul é uma ave que se alimenta dos pinhões, sementes das araucárias, também conhecidas como Pinheiros-do-Paraná. Infelizmente é fato, o Cerrado está virando carvão. A Zona dos Cocais é uma formação vegetal que também ocorre no Cerrado, onde predominam palmeiras como o babaçu, do qual se

extrai um óleo vegetal de excelente qualidade. Não disse que a biodiversidade da Caatinga é surpreendente?

Questão 2 (ENEM 2009)

A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são

incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais.

.RICARDO, B.; CAMPANILI, M. Almanaque Brasil Socioambiental. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que

causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se:

- a. A poluição da água por metais da usina.**
- b. A destruição do *habitat* de animais terrestres.**
- c. O aumento expressivo na liberação de CO₂ para a atmosfera.**
- d. O consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.**
- e. O aprofundamento no leito do rio, com a menor**

142

deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.

<pág. 93>

Gabarito: Letra B.

Comentário: A inundação provocada pela construção da barragem alaga áreas de floresta, reduzindo a disponibilidade de *habitats* para os animais terrestres. A consequência disso, muitas vezes, é a extinção de várias espécies.

Questão 3 (ENEM 2006)

As florestas tropicais úmidas contribuem muito

para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado sequestro de carbono atmosférico.

Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a Floresta Amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano. Conclui-se, portanto, que as florestas exercem importante papel no controle.

a. A. das chuvas ácidas, que decorrem da liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono resultante dos desmatamentos por queimadas.

b. B. das inversões térmicas, causadas pelo acúmulo de dióxido de carbono resultante da não dispersão dos poluentes para as regiões mais altas da atmosfera.

c. C. da destruição da camada de ozônio, causada pela liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono contido nos gases do grupo dos clorofluorcarbonos.

d. D. do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.

e. E. da eutrofização das águas, decorrente da dissolução, nos rios, do excesso de dióxido de carbono presente na atmosfera.

Gabarito: Letra D.

Comentário: Esse é um dos serviços ambientais prestados pela Floresta Amazônica em pé, o sequestro de carbono que contribui para a neutralização do efeito estufa que vem se intensificando pelas emissões de gases pro-

146

duzidos na queima de combustíveis fósseis.

Questão 4 (ENEM 2006)

“O aquífero Guarani, megareservatório hídrico subterrâneo da América do Sul, com 1,2 milhão de km², não é o ‘mar de água doce’ que se pensava existir. Enquanto em algumas áreas a água é excelente, em outras, é inacessível,

<pág. 94>

escassa ou não potável. O aquífero pode ser dividido em quatro grandes

compartimentos. No compartimento Oeste, ha boas condições estruturais que proporcionam recarga rápida a partir das chuvas e as águas são, em geral, de boa qualidade e potáveis. Já no compartimento Norte - Alto Uruguai, o sistema encontra-se coberto por rochas vulcânicas, a profundidades que variam de 350 m a 1.200 m. Suas águas são muito antigas, datando da Era Mesozoica, e não são potáveis em grande parte da área, com elevada salinidade, sendo que os altos teores de fluoretos e

de sódio podem causar alcalinização do solo.”

Scientific American Brasil, n.º 47, abr./2006 (com adaptações).

Em relação ao aquífero Guarani, é correto afirmar que:

a. seus depósitos não participam do ciclo da água.

b. águas provenientes de qualquer um de seus compartimentos solidificam-se a 0 °C.

c. é necessário, para utilização de seu potencial como reservatório de água potável, conhecer detalhadamente o aquífero.

d. a água é adequada ao consumo humano direto em grande parte da área do compartimento Norte - Alto Uruguai.

e. o uso das águas do compartimento Norte - Alto Uruguai para irrigação deixaria ácido o solo.

Gabarito: C

Comentário: Aí está o lema: Conhecer para conservar! Se não conhecermos a extensão, a profundidade, todas as características do aquífero, não seremos capazes de impedir a sua contaminação e usufruir do

150

**seu uso como reservatório
potencial de água potável.**

<pág. 95>

Megamente

**Conhecer o ambiente
familiar de uma outra
maneira...**

**Nesta unidade você
conheceu os biomas que se
localizam em nosso país.
Muitos deles são bem
familiares a você: suponho
que você more no Estado do
Rio de Janeiro e aposto que
na sua cidade existe uma
mata onde você possa fazer
um passeio (procure pelas
Unidades de Conservação da**

**sua Cidade em
www.inea.org.br/ucs).**

**Então? Que tal um
exercício de familiarização
nesse ambiente? Convide
um amigo e vá fazer um
passeio na Mata Atlântica.
Ao andar em uma trilha,
escolha um lugar
confortável e seguro para
sentar-se por alguns
minutos. Forre o local,
sente-se e feche os olhos.
Perceba a floresta a partir
dos outros sentidos: preste
atenção nos sons, sinta os
cheiros, perceba a diferença
de temperatura e umidade.
Abra os olhos e aprecie a
paisagem prestando atenção**

152

aos detalhes, veja as cores e as formas das árvores, observe atentamente e descubra animais entre a vegetação.

E aí, o que achou da floresta depois disso?

(Atenção: Para sua segurança, não entre em uma floresta sozinho e avise, sempre, para mais alguém, aonde vai e com quem. Planeje-se e faça exatamente o que foi combinado.)

Unidade 19

<pág. 5>

A árvore e os arbustos da vida

Para início de conversa

Estamos chegando ao final de nosso curso de Biologia sobre a história da vida na Terra. Essa história, já vimos, tem um início na origem da vida que você estudou na unidade 1 do módulo 2. A partir desta fase primordial, ciclos reprodutivos (fluxo gênico) promoveram a

homogeneização de membros de uma única espécie biológica. A homogeneização e a evolução, em conjunto, só são rompidas com a quebra da compatibilidade reprodutiva, também chamada de especiação. Tal quebra inicia a história evolutiva independente, permitindo a diferenciação de fato das linhagens em espécies diferentes.

Pela ancestralidade que apresentam em comum, quando comparamos dois organismos, não podemos qualificá-los como iguais nem como diferentes. Isso porque a similaridade entre

organismos não é qualitativa, mas quantitativa. 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

156

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.

Reparem 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.

<pág. 6>

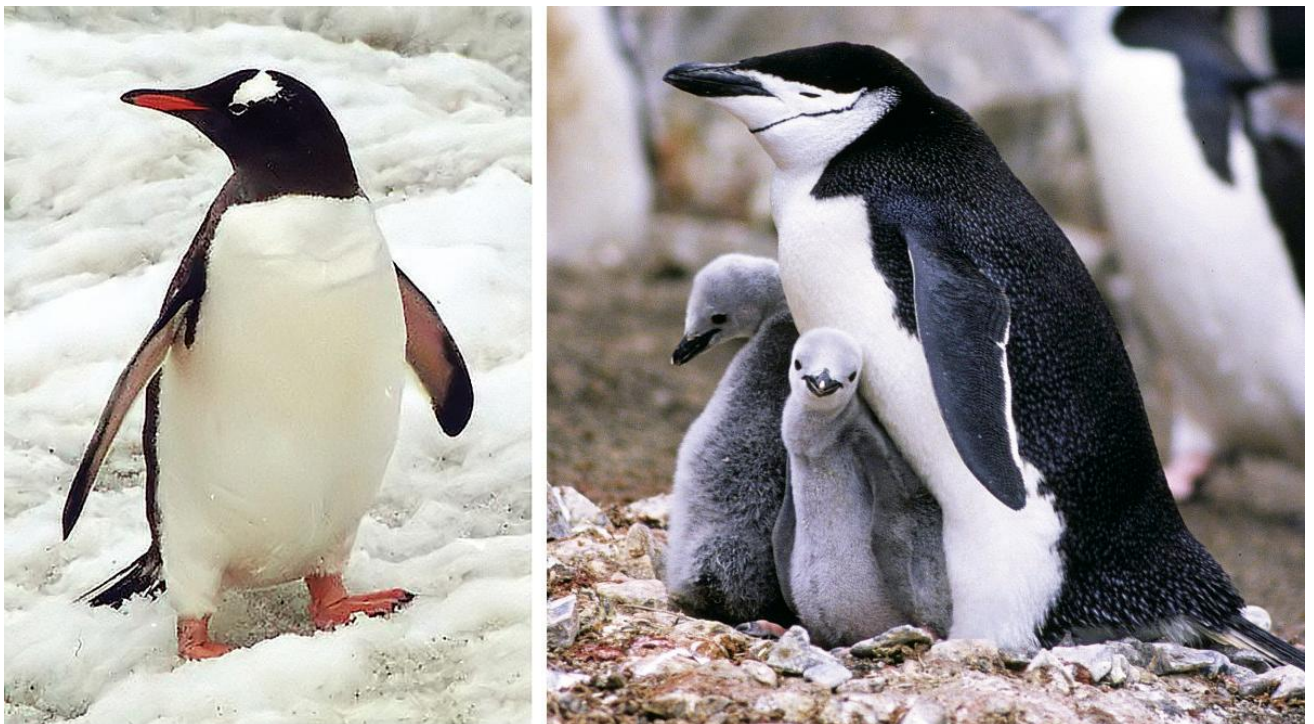


Figura 1. Duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis*, *P. papua* (esquerda) e *P. antarctica* (direita). Repare as

características em comum e as diferenças entre as duas espécies (P. papua possui bico e patas de cor laranja, enquanto P. antartica 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. glaucoogularis* (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.

<pág. 7>

Agora observe as quatro espécies diferentes das Figuras 1 e 2. Lembrando que nenhuma das quatro espécies trocam genes (porque são incompatíveis sexualmente), porque as duas espécies de araras se parecem mais entre si do que com os pinguins? Espécies são diferentes por consequência de um evento

de especiação. Portanto, para formar essas quatro espécies, três desses eventos 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.

<pág. 8>

166

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

168

tempo, se homogeneizou e adquiriu, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum. Por exemplo:

.o código genético universal;

.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.

Atividade 1

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 10 características presentes no ancestral dos pinguins.

<pág. 9>

**As duas espécies
ilustradas na Figura 2**

170

apresentam características comuns:

.às araras (bico em forma de gancho e rabo comprido);

.às aves (penas, ossos pneumáticos);

.aos vertebrados (celoma, coluna vertebral);

.aos eucariontes (núcleo isolado na célula);

.aos seres vivos (DNA como material genético).

Verbetes

Ossos pneumáticos

São tipos ósseos, característicos das aves, que apresentam cavidades internas e orifícios que

permitted 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.

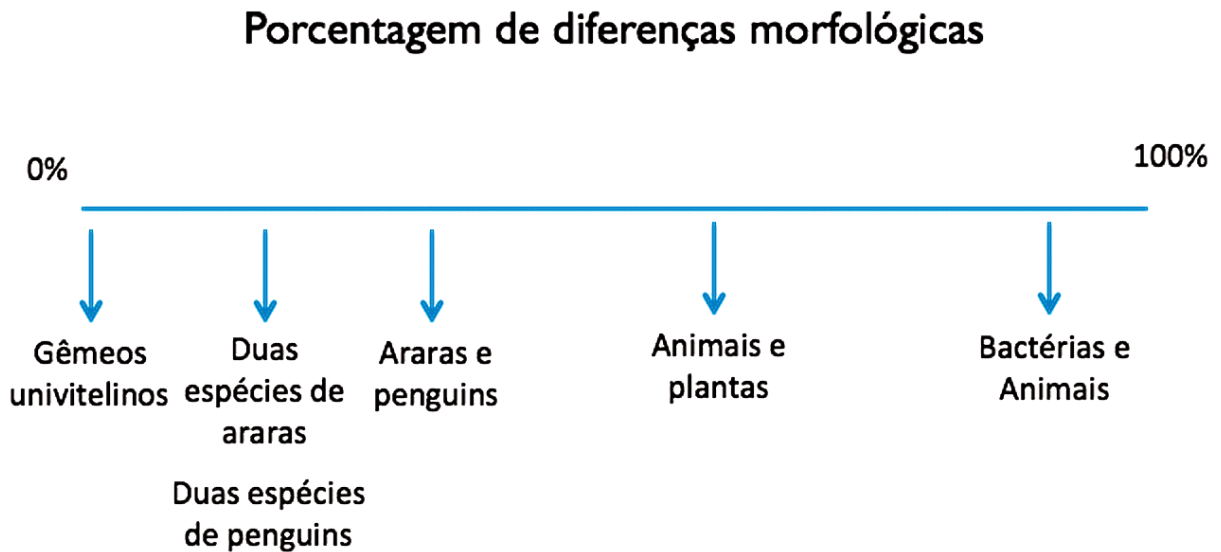


Figura 3. Escala com a porcentagem de diferenças morfológicas entre várias linhagens comparadas. A porcentagem de diferenças morfológicas está relacionada com a idade do ancestral comum. Um ancestral mais recente indica um maior número de características compartilhadas e a localização mais à esquerda na escala, como na

comparação entre gêmeos univitelinos (chamados também de gêmeos idênticos).

<pág. 10>

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

174

dessas quatro espécies viveu há mais tempo do que o ancestral comum 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.

A escala ilustrada tem uma correspondência com a idade do ancestral comum. Comparações à esquerda da escala apresentam ancestral comum mais recente do que comparações à direita. Dois gêmeos univitelinos têm a mãe e o pai como ancestral comum mais recente e por

isso poucas diferenças genéticas acumularam-se entre os dois. Assim, como nem todas as mutações genéticas são visíveis em características morfológicas, estes indivíduos nos parecem idênticos.

Seção 2

Árvores filogenéticas

Na realidade, existe uma forma melhor de visualizarmos a escala comparativa dos organismos: não em uma régua, 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 formataram a vida fóssil, como também 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:

História das aves

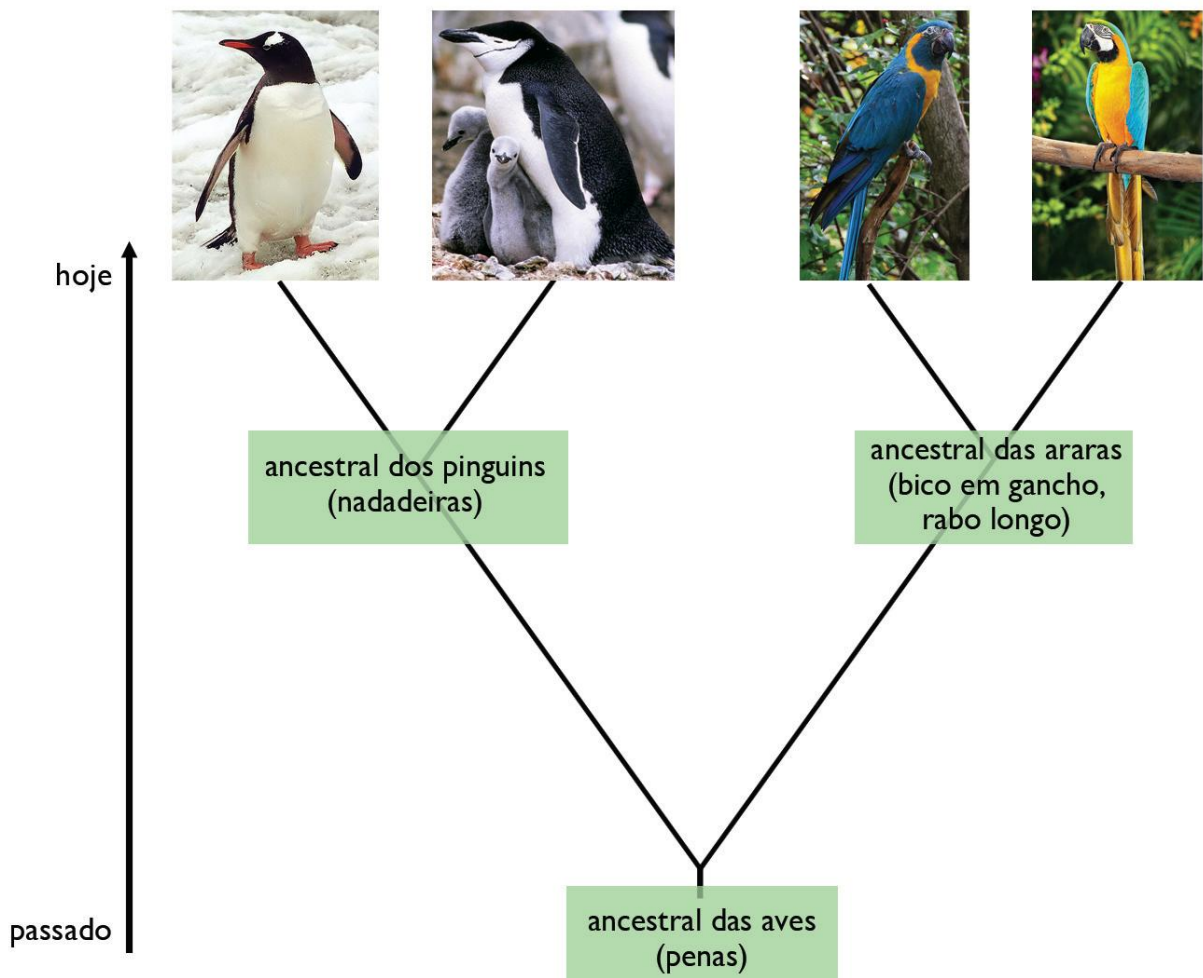


Figura 4. Pequena história evolutiva das aves contada em uma árvore filogenética. O eixo de tempo (à esquerda) também marca o processo de diferenciação, no qual as espécies que se especiaram recentemente

178

**apresentam maior
proporção de características
compartilhadas.**

<pág. 11>

**Iniciamos a leitura desta
árvore pelo lado oposto ao
que aparecem as espécies.
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. Mas repare que todas as árvores filogenéticas ilustram apenas os eventos de especiação que o autor quer retratar. Então, o fato de ser incompleta não é um defeito de uma árvore, e sim uma escolha. Neste sentido, o autor decide enfatizar,

analisar e discutir a diversificação de um grupo ou de outro dependendo de seu interesse.

Atividade 2

Mãos à obra, historiador da vida! Desenhe uma árvore filogenética com as seis espécies a seguir, indicando as características que apareceram em cada linhagem.



<pág. 12>

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!

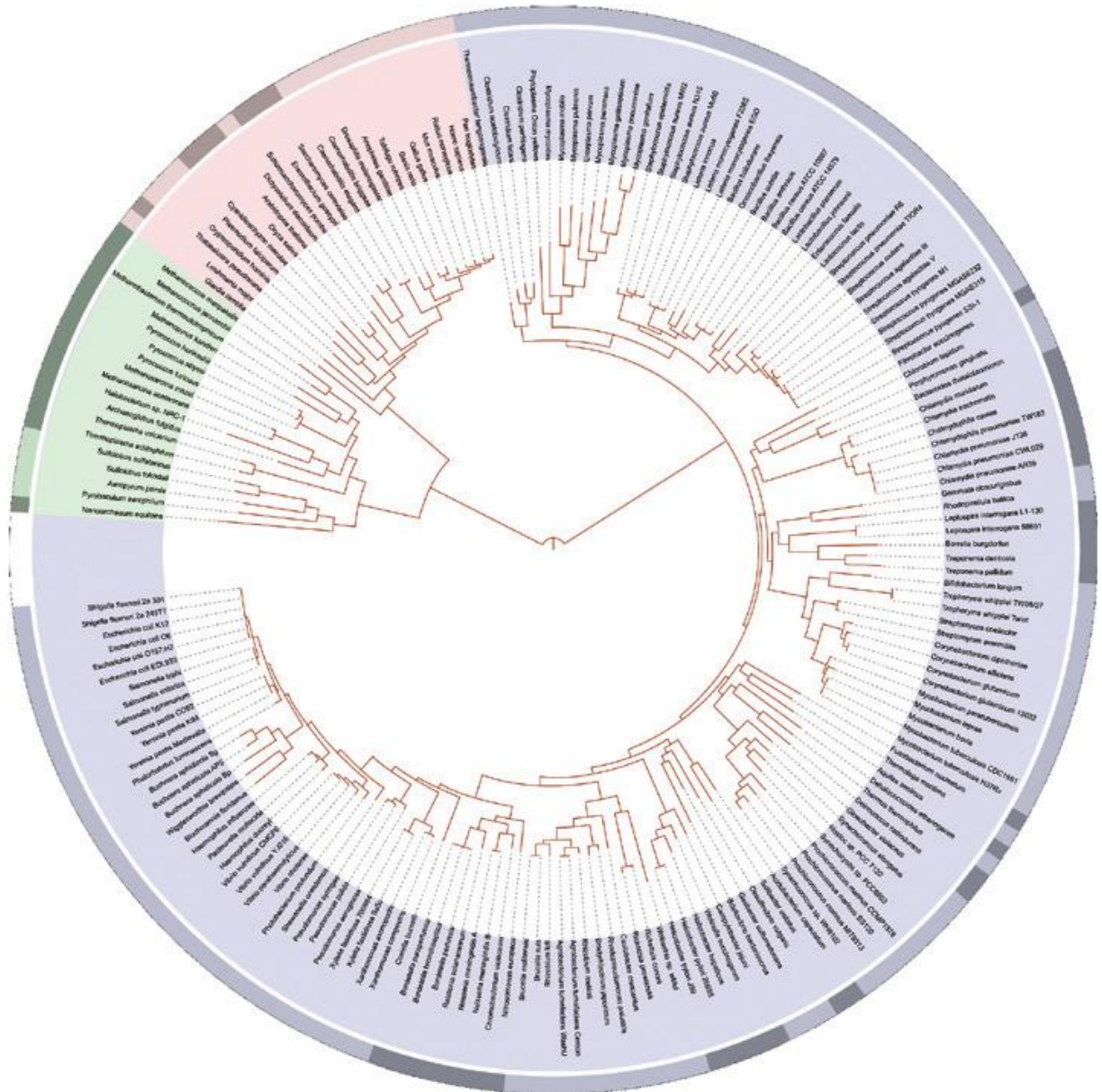


Figura 5. Árvore da vida. Nem todas as 2 milhões de espécies estão presentes nessa árvore, mas sim as principais linhagens de cada um dos grandes grupos. A maior parte da diversidade

de grandes linhagens é de bactérias (roxo): temos as arqueas (verde) e os eucariontes (rosa), que incluem 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

186

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, portanto, que, se uma espécie apresenta glândulas mamárias, ela será um vertebrado, um animal e um eucarionte. Sabendo uma característica,

<pág. 13>

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 caracte-

190

ísticas (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.”

<pág. 14>

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

192

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).

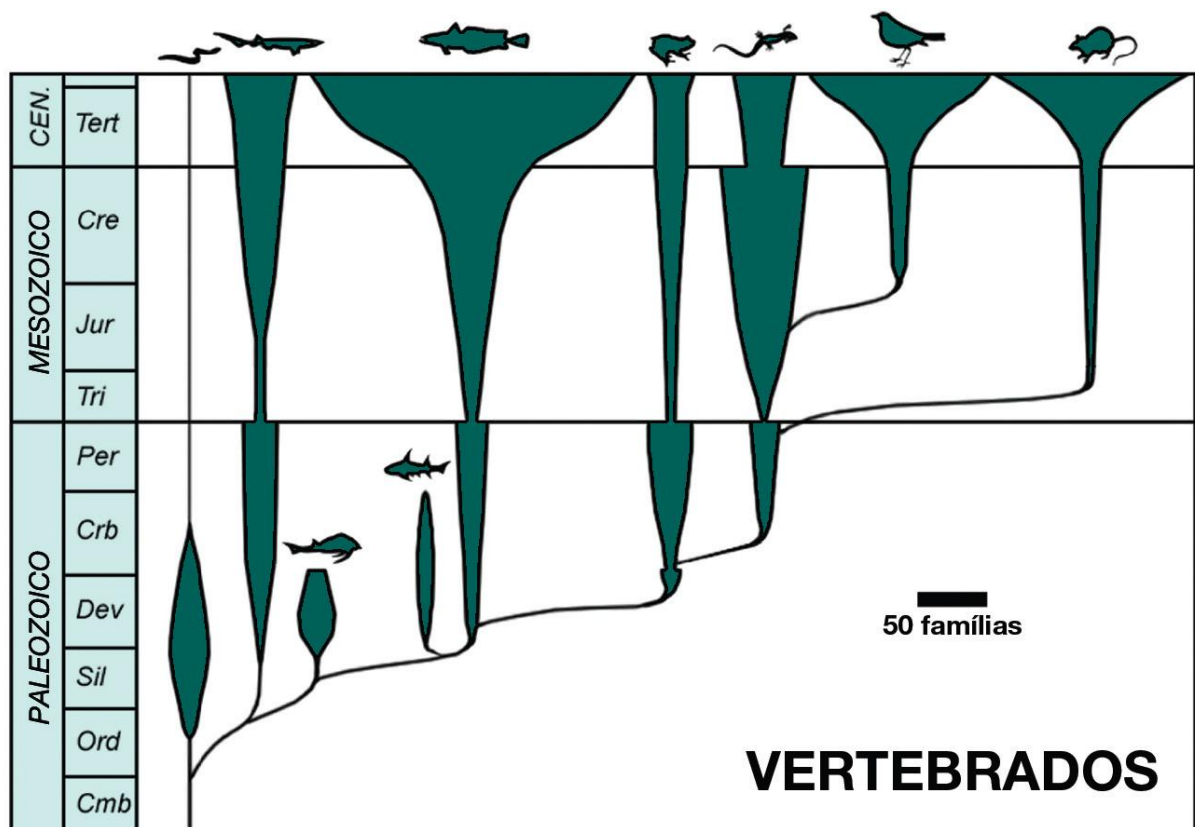


Figura 7. Grandes eventos de extinção e de diversificação dos vertebrados, ao longo dos anos. Nesse gráfico, as linhas largas ou finas

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).

196

<pág. 15>



Figura 8. Trilobitas eram animais muito comuns durante a era Paleozoica.

Existem milhares de fósseis desses organismos, mas desaparecem em estratos fossilíferos mais recentes, indicando que foram extintos. Os dinossauros, por outro lado, eram comuns na era Mesozoica e de todas as espécies que descenderam desses animais apenas as aves sobrevivem hoje em dia.

Atividade 3

Siga a sua veia de pesquisador! Faça uma pesquisa e construa uma cadeia alimentar do Mesozoico, incluindo um

198

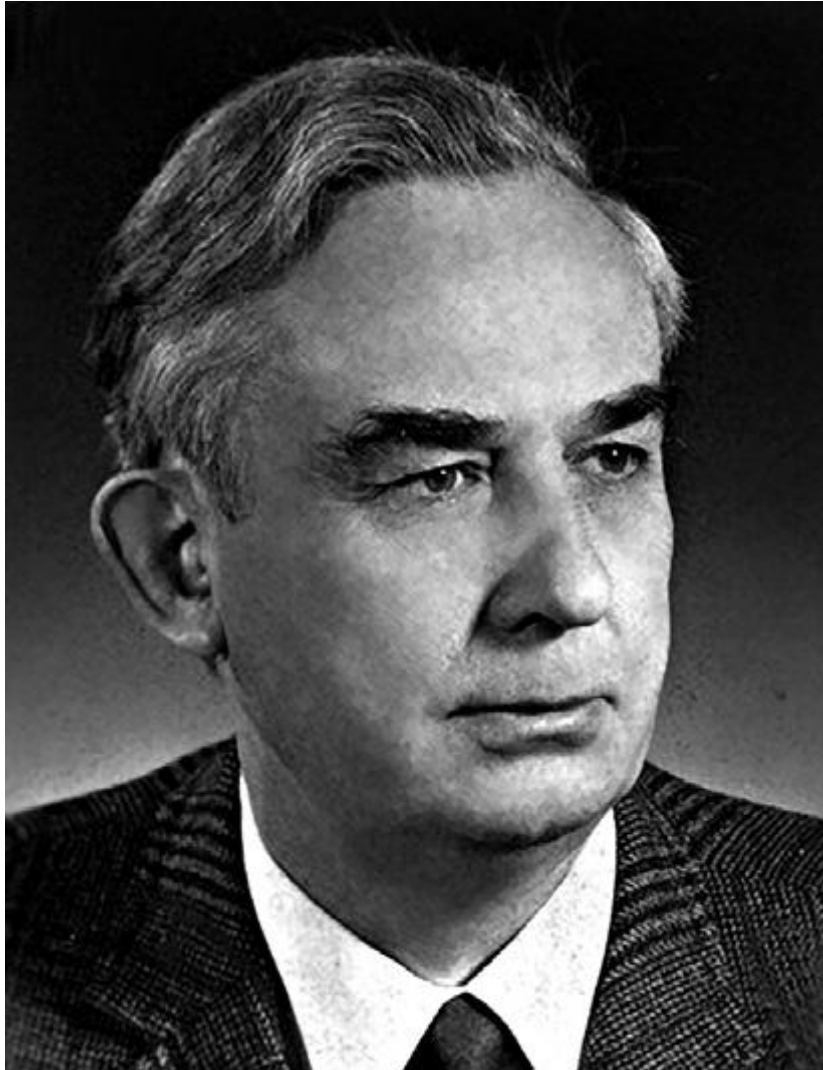
produtor, um herbívoro e um carnívoro que viveram naquela época. Apesar de fazerem parte de todas as cadeias e teias alimentares, os detritívoros não precisam ser colocados, pois sabemos pouco sobre fungos e bactérias fósseis.

<pág. 16>

Saiba Mais

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.



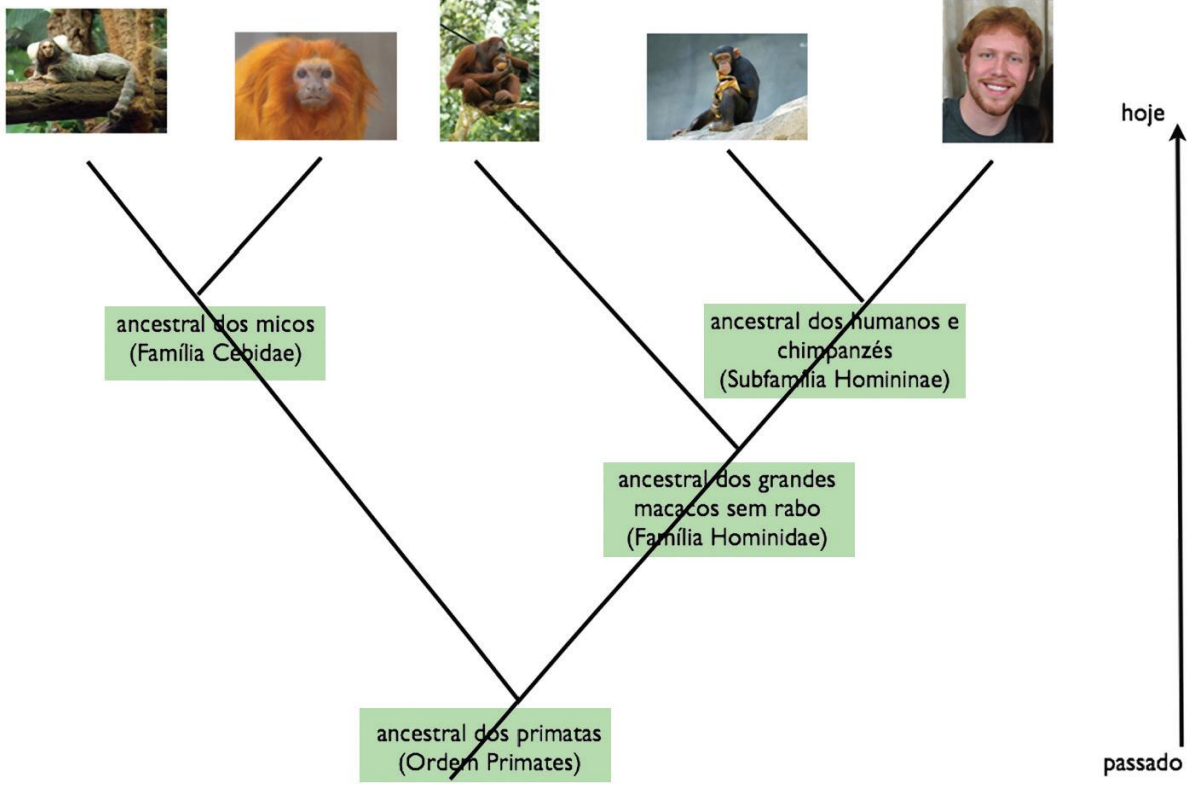
A proposta de Darwin tinha sido simplesmente ignorada, pois a sociedade da época de Darwin ficou tão chocada com a ideia de evolução que

200

tudo mais que Darwin propôs foi esquecido. Assim, ninguém entendeu a

sistemática filogenética de Darwin até 1950, quando Hennig publicou o livro “Sistemática Filogenética”. No livro, o alemão funda o cladismo e o propõe como metodologia para fundamentar a sistemática filogenética. Hoje, a sistemática filogenética é objetivo e rotina da maior parte dos taxonomistas.

Sistemática filogenética dos grandes primatas



Atividade 4

Complete a sua árvore filogenética

Inclua na sua árvore evolutiva da Atividade 2 os nomes dos grupos que

202

**definem as linhagens
representadas.**

<pág. 17>

Seção 4

Evidências evolutivas

Charles Darwin escreveu seu livro há mais de 150 anos. Desde então, 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, pois essa

quantidade imensa de evidências é perfeitamente compatível e explicável 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 fossilíferos 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.

<pág. 18>

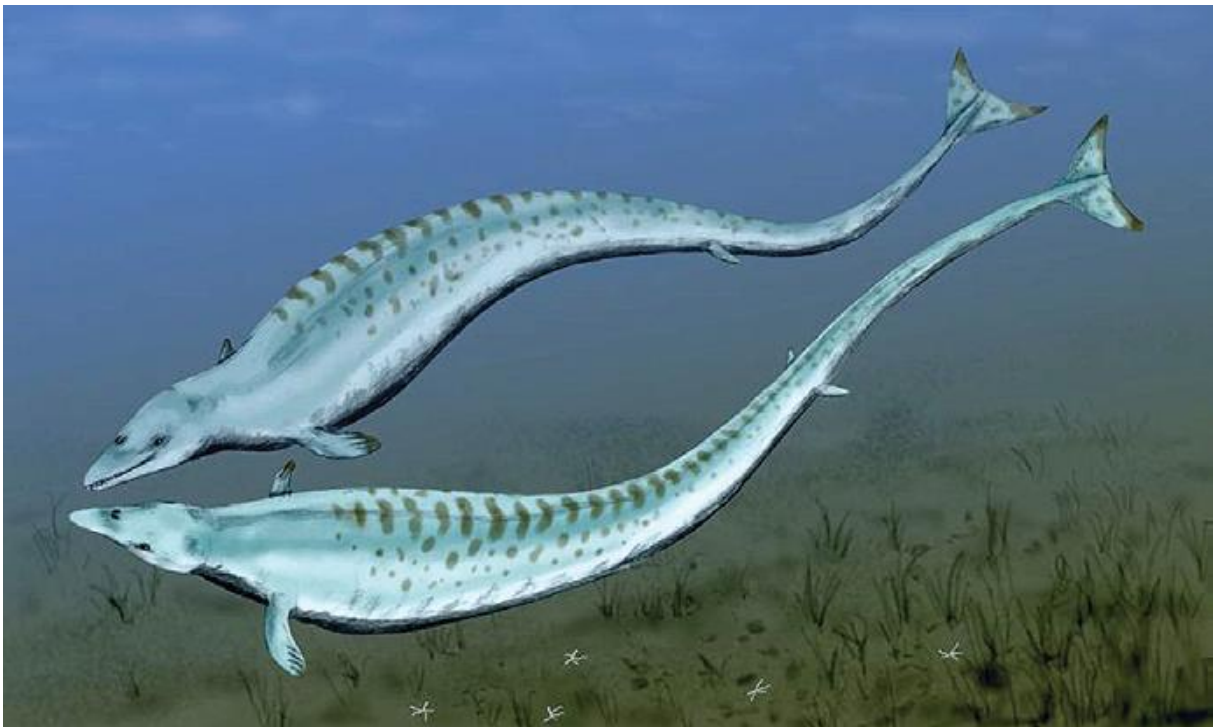


Figura 10. O *Basilosaurus* representa um animal ancestral das baleias mais recente que era exclusivamente aquático.

Repare na reconstrução, entretanto, que ele ainda apresentava membros inferiores evidenciados, mas que claramente não conseguiram sustentar seu corpo no ambiente terrestre. Fósseis deste gênero são encontrados em estratos mais recentes do que os de *Ambulocetus* (cerca de 40 milhões).

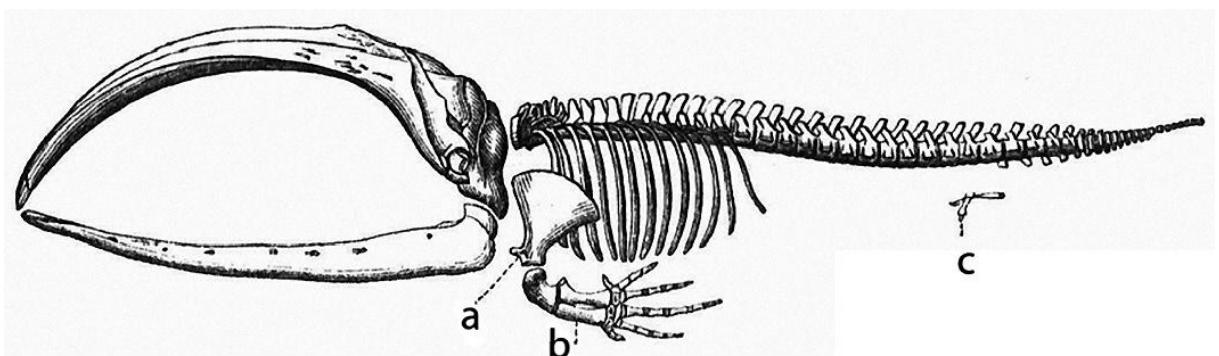




Figura 11. O esqueleto e a foto de uma baleia recente. Apesar de não possuir membros inferiores evidentes, as baleias até hoje apresentam um pequeno fêmur (C), resquício (e evidência) de sua ancestralidade terrestre. Note também que a baleia atual não está perfeitamente adaptada à

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

212

antiga os vertebrados não tinham evoluído ainda.

<pág. 19>

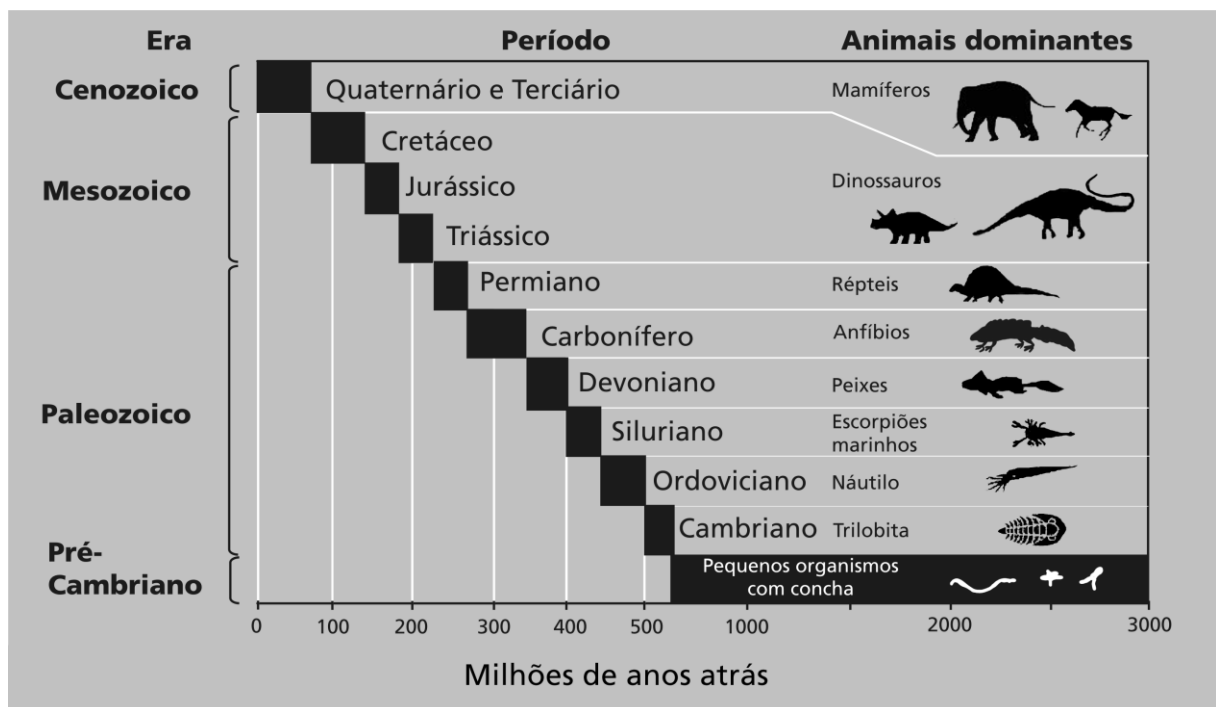


Figura 12. Sucessão no registro fóssil. A única explicação coerente com o fato de que encontramos a mesma sucessão de fósseis em todo o mundo é a evolução.

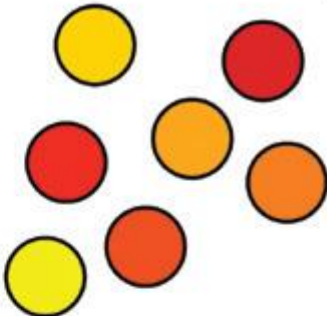
3. Seleção natural observável: Um exemplo bem conhecido de seleção natural que podemos observar é o caso das bactérias resistentes a antibióticos. Alexander Fleming (1881-1955) foi um biólogo britânico que descobriu a propriedade antibiótica de uma substância secretada por fungos do gênero *Penicillium*. A feliz descoberta que revolucionou a medicina aconteceu por acaso. Fleming tinha deixado colônias de bactérias no laboratório antes de sair

214

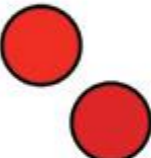
para uma viagem. Ao retornar, verificou que uma das colônias tinha sido contaminada por um fungo. Nessa colônia, as bactérias estavam mortas. A substância exterminava bactérias que entraram em contato com ela e foi chamada de penicilina, que é, até hoje, um potente antibiótico que já salvou milhões de vidas no planeta.

<pág. 20>

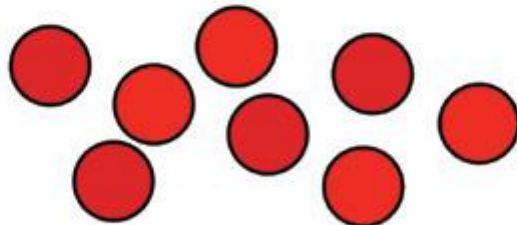
Antes da seleção



Depois da seleção



População final



Nível de resistência





Figura 13. Na figura acima, 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 que 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 abaixo, Sir Alexander Flemming recebendo o Prêmio Nobel de Medicina, em 1945, do rei da Suécia Gustaf V.

4. Seleção Artificial: Fazendeiros aumentam e diminuem os tamanhos dos cachorros, mudam as formas, as cores por meio de cruzamento seletivo mediado pelos criadores. 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 o mesmo que acontece na natureza, onde os organismos que apresentam adaptações têm mais chances de sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessas características.

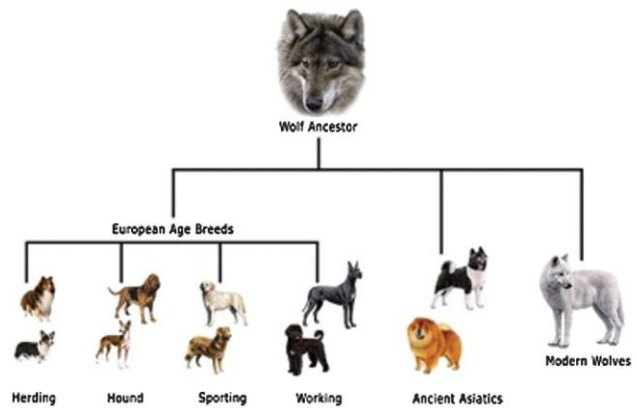


Figura 14. À esquerda, duas raças de cachorro selecionadas artificialmente para porte grande e porte pequeno, respectivamente. À direita, o lobo ancestral que foi domesticado. Ancestrais do lobo moderno foram selecionados para tamanho, cor, comprimento de pelo, docilidade que resultaram nas inúmeras 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.**

<pág. 21>

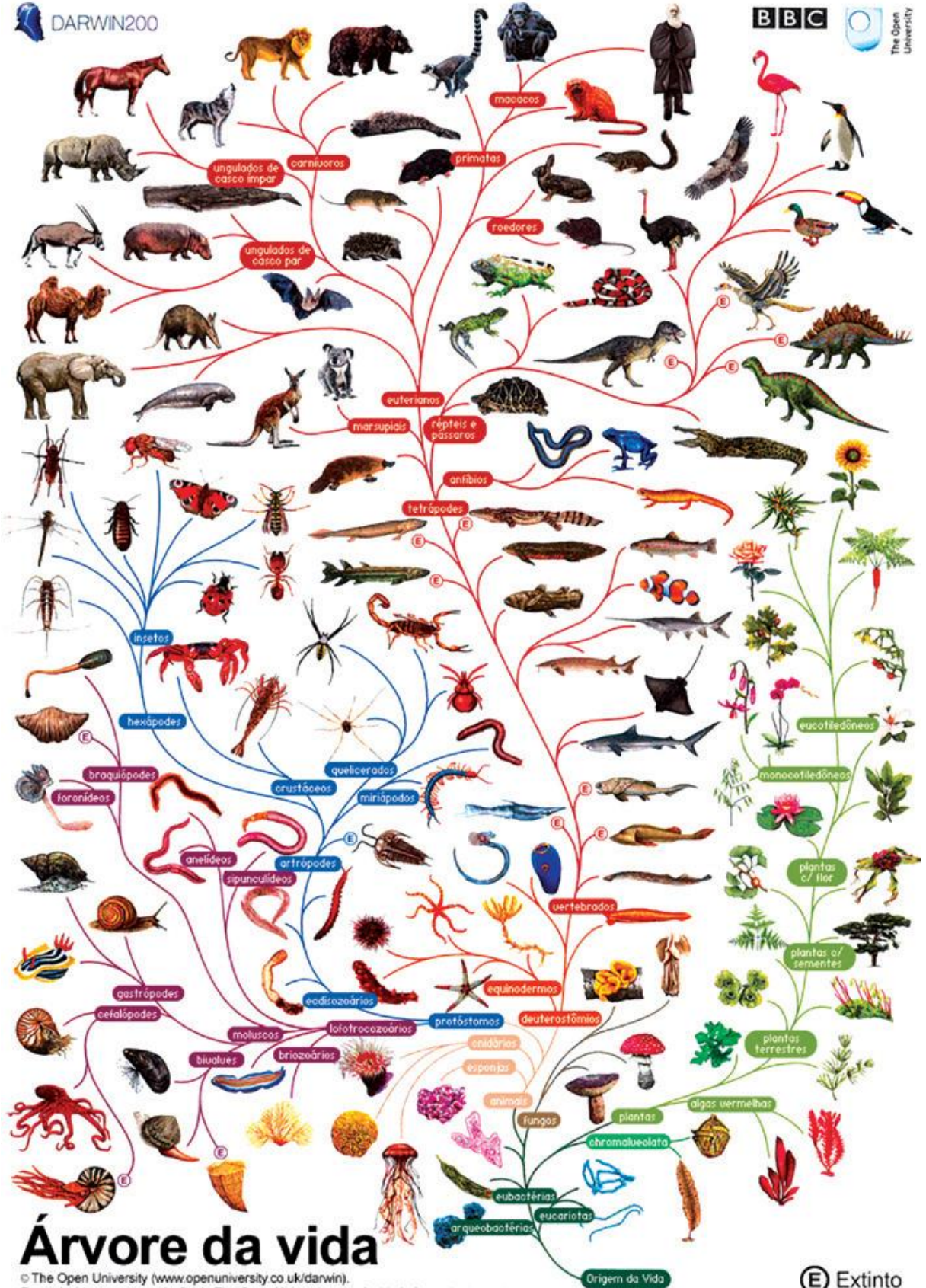
Seção 5

**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,**

222

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

224

Recursos Complementares

Vamos relembrar o que é e como acontece o processo de especiação? Acesse

.<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/VSpeciation.shtml>

A construção de árvores filogenéticas é algo fundamental para a compreensão da história das diversas linhagens de seres vivos. Por isso, um pesquisador filogenético deve ter muito cuidado nesse trabalho. Dê, então, mais uma olhada em como se dá essa importante etapa do trabalho:

.<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IICTreebuilding.shtml>

O Cladismo é uma teoria trabalhada pela ciência a fim de comparar linhagens diferentes de seres vivos com base na Teoria Evolucionista. Mas, além dela, há outras teorias envolvidas nessa questão. Para entender melhor, leia essa página.

.http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/ed_ciencias/peixes/quem/quem_falou/Biologia-ComparadaeEscolasSistematicas.html

<pág. 22>

A seguir, estão listadas algumas delas. Para uma lista mais completa, verifique:

.<http://evolucionismo.org/profiles/blogs/15-joias-da-evolucao>

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.

.O Cladismo foi proposto como metodologia base para fundamentar uma taxonomia baseada em filogenia. Nesta abordagem, os ramos da árvore filogenética recebem nomes da diversidade, a sistemática filogenética que é rotina da maior parte dos taxonomistas.

.Charles Darwin escreveu seu livro e 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

230

perfeitamente compatível e sustenta a Teoria Evolutiva de Darwin. Sendo assim, a Teoria Evolutiva é uma das mais sólidas e melhor comprovadas em ciência.

<pág. 24>

Respostas das atividades

Atividade 1

Características de todos os seres vivos:

1) DNA como material genético.

2) Código genético universal que traduz códons em aminoácidos.

3) Membrana celular isolando o ambiente externo do interno. Características de eucariontes:

4) Núcleo diferenciado.

5) Organelas celulares.

Características de vertebrados:

6) Crânio.

7) Coluna vertebral.

Características de aves:

<pág. 25>

232

8) Penas.

9) Ossos pneumáticos (são perfurados e leves, aumentando a eficiência do voo).

Características de todas as araras:

10) Rabo comprido.

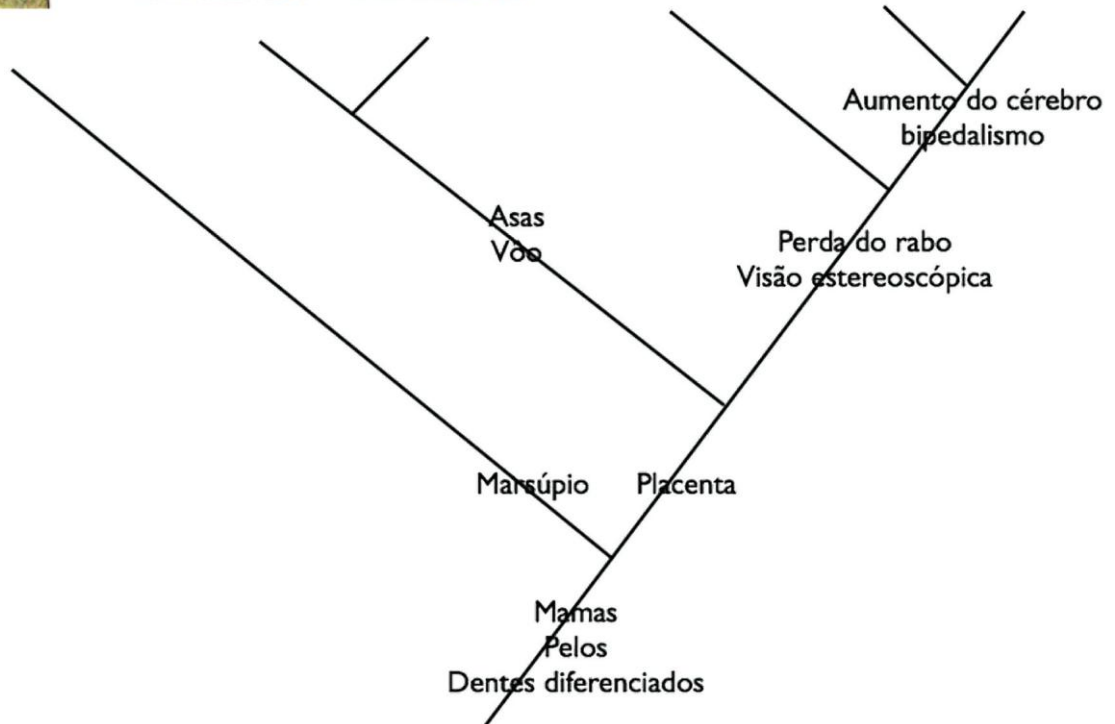
11) Bico em gancho.

Características dessas duas espécies de araras:

12) Penas de cor azul.

13) Penas de cor amarela.

Atividade 2



Atividade 3

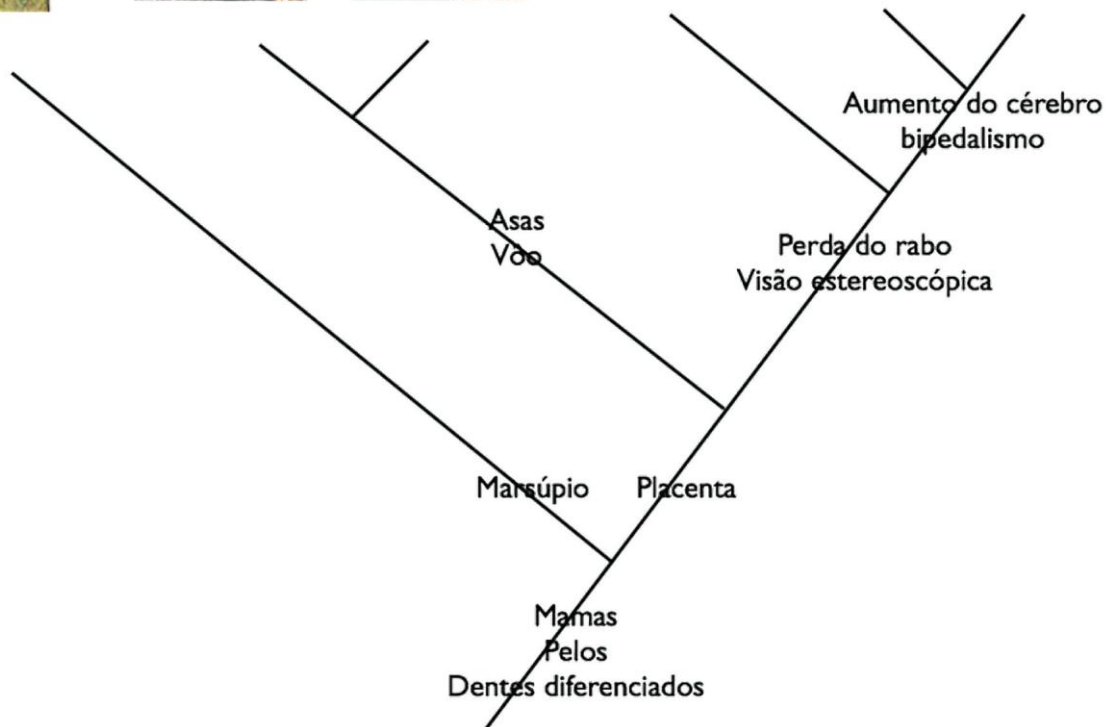
angiosperma (produtor) ->
 Brachiosaurus (herbívoro) -
 > Tyrannosaurus rex

234

(carnívoro)

<pág. 26>

Atividade 4



<pág. 27>

O que perguntam por aí?

Questão 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

236

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 hightiess 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

a. diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.

b. restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.

c. dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.

d. tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.

238

e. dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

Gabarito: Letra C.

<pág. 28 >

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.

<pág. 29>

Caia na rede!

Não entendeu algo sobre evolução e filogenia ou quer saber um pouco mais sobre esses temas? Então entre nesse site e direcione o seu estudo, clicando nas diferentes temáticas apresentadas!

[.http://www.ib.usp.br/sti/evosite/evohome.html](http://www.ib.usp.br/sti/evosite/evohome.html)