



Ciências Biológicas

Cadernos CB Virtual 5

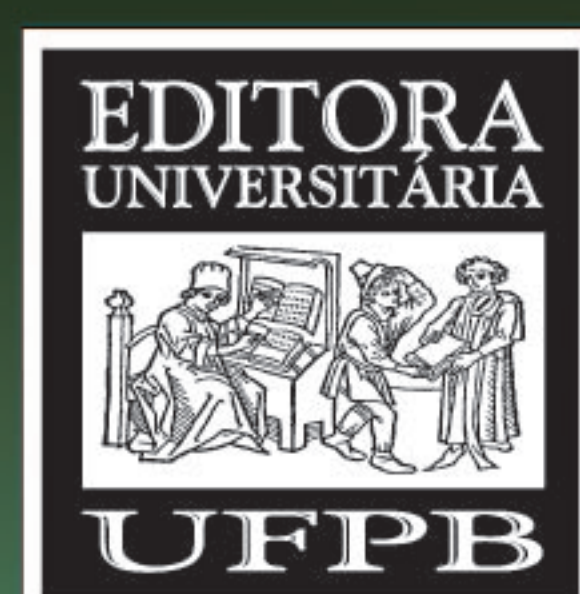
❖Rafael Angel Torquemada Guerra (Org.)

❖Ana Carolina Luchiari ❖Claudio Bezerra Santos

❖Lucilene Gomes da Silva Medeiros ❖Luiz Carlos Serramo Lopez

❖Paulo César Geglio ❖Sávio Torres de Farias

❖Zelma Glebya Maciel Quirino



**Universidade Federal da Paraíba
Universidade Aberta do Brasil
UFPB VIRTUAL**

COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS À DISTÂNCIA

Caixa Postal 5046– Campus Universitário - 58.051-900 – João Pessoa

Fone: 3216-7781 e 8832-6059

Home-page: portal.virtual.ufpb.br/biologia

UFPB

Reitor

Rômulo Soares Polari

Pró-Reitor de Graduação

Valdir Barbosa Bezerra

UFPB Virtual

Coordenador

Lucídio dos Anjos Formiga Cabral

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Diretor

Antônio José Creão Duarte

Departamento de Sistemática e Ecologia

Chefe

Juraci Alves de Melo

**Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas à Distância**

Coordenador

Rafael Angel Torquemada Guerra

Coordenação de Tutoria

Lucilene Gomes da Silva Medeiros

Coordenação Pedagógica

Isolda Ayres Viana Ramos

Coordenação de Estágio

Paulo César Geglio

Apoio de Designer Instrucional

Luizângela da Fonseca Silva

Artes, Design e Diagramação

Romulo Jorge Barbosa da Silva

Apoio Áudio Visual

Edgard Adelino Ruiz Sibrão

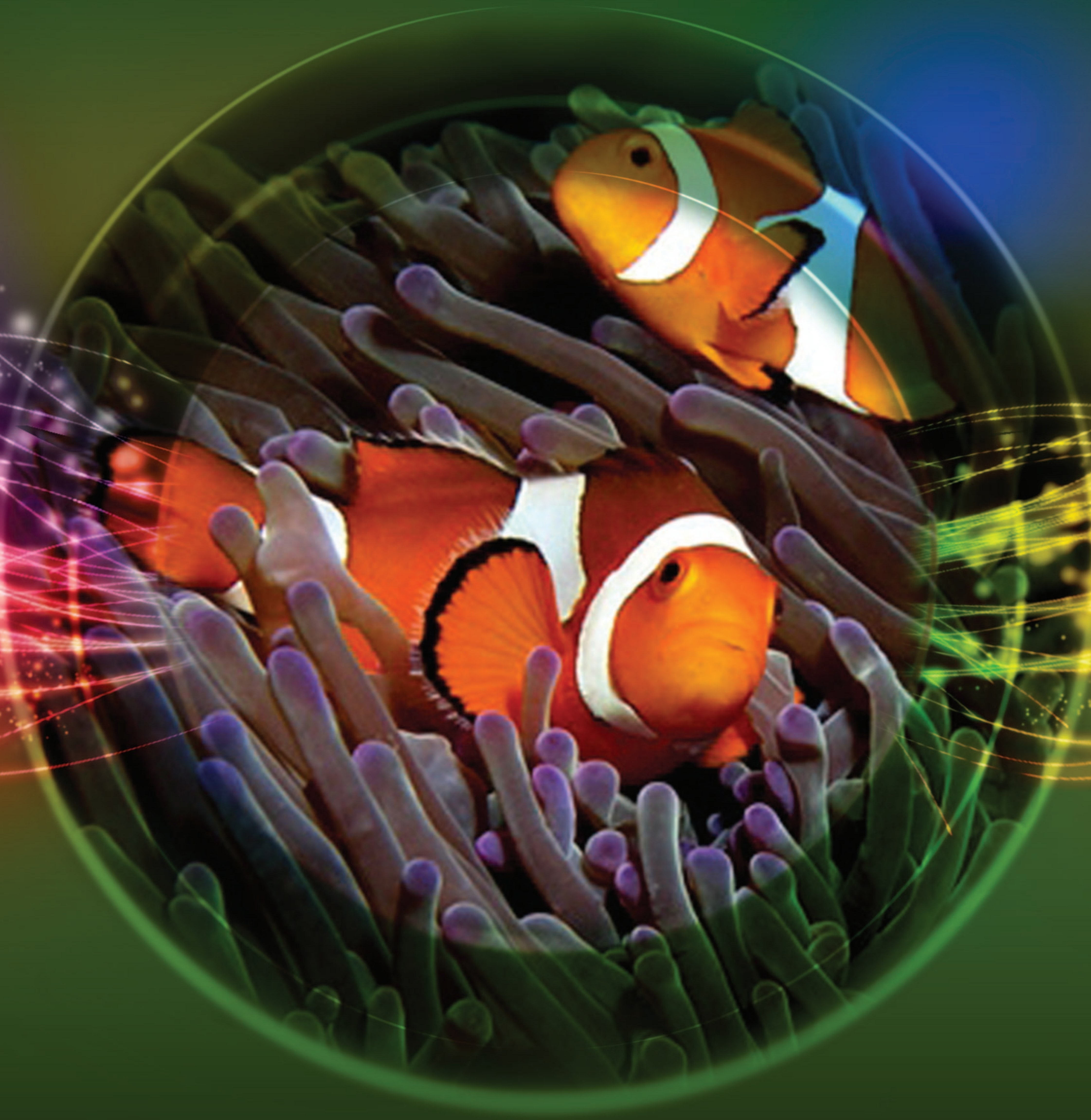
Ilustrações

Christiane Rose de Castro Gusmão

C 569 Cadernos Cb Virtual 5 / Rafael Angel
Torquemada Guerra ... [Org.]-
João Pessoa: Ed. Universitária, 2010.
422p. : Il.
ISBN: 978-85-7745-536-2
Educação a Distância. 2. Biologia
I. Guerra, Rafael Angel
Torquemada Guerra.
UFPB/BC CDU: 37.018.43

Este material foi produzido pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas à Distância da Universidade Federal da Paraíba. A reprodução do seu conteúdo esta condicionada a autorização expressa da UFPB.

Tópicos Atuais em Ecologia



Luiz Carlos Serramo Lopez

ABERTURA

Bem vindos à disciplina “Tópicos atuais em Ecologia”! Nessa disciplina utilizaremos uma forma diferente de apresentar as informações: os textos serão apresentados como se fosse uma conversa imaginária entre um professor e um aluno. Com isso esperamos tornar a leitura mais agradável e parecida com uma aula presencial na qual o aluno pode conversar com o professor.

Iremos tratar de vários assuntos interessantes e atuais: mudança climática, biodiversidade, como evoluiu a cooperação entre os seres vivos e a relação entre o meio ambiente e nosso bem-estar cotidiano. Espero que vocês gostem da experiência e possam aprender e ensinar esses temas fascinantes para os seus futuros alunos.



Figura 1: O meio ambiente pode ser percebido em várias escalas, desde a escala do nosso planeta como um todo (visto nessa foto de satélite do dia 23 de fevereiro de 2010 mostrando nuvens de tempestade sobre o Oceano Índico) até a micro-escala do nosso ambiente familiar cotidiano. Todas essas escalas são importantes para o bem-estar do ser humano e para a sobrevivência das milhões de formas de vida que habitam a Terra.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Earth_West_Goddard2010.jpg

TÓPICOS ATUAIS EM ECOLOGIA

Prof. Luiz Carlos Serramo Lopez

UNIDADE 1

O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS ECOSISTEMAS

INTRODUÇÃO

Professor: Olá prezado aluno(a), tudo bem? Animado para conversar sobre os efeitos das mudanças climáticas em nosso planeta?

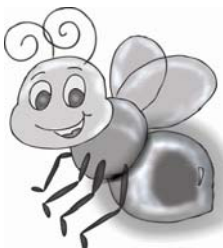
Aluno(a): Olá professor! Estou animado, sim! Esse é um assunto que eu vejo toda a hora no jornal e na TV e eu tinha curiosidade de saber mais a respeito.

Professor: Realmente trata-se de um tópico fascinante e com profundas implicações para a nossa sociedade e meio-ambiente, isso porque o clima influencia tanto a *ecologia* de todos os seres vivos como a *economia* do ser humano. Para começarmos a falar desse tema, precisamos entender o que os cientistas querem dizer quando falam em “mudança climática”. Pronto para começar?

Aluno(a): Sim, pode mandar ver, professor!!

Professor: A primeira coisa que a gente precisa entender é a idéia de que o clima **está sempre mudando**, de forma que o que os cientistas estão preocupados é com o tipo de “mudança climática” provocada pelo ser humano. Essa mudança é chamada de **mudança climática antropogênica**.

:: FIQUE LIGADO!! ::



Mudança Climática Antropogênica = uma alteração no clima originada pela atividade do ser humano. A palavra “antropogênica” é de origem grega e significa: **antropos**= ser humano **gênica**= origem

Aluno(a): Já percebi que os cientistas adoram usar nomes em grego, deve ser porque fica mais chique (risos)

Aluno(a): Engraçado, eu tinha a impressão de que o clima era todo o ano sempre a mesma coisa: inverno, verão, inverno, verão e que o ser humano é que estava bagunçando tudo. Que outras coisas além do ser humano fazem ele mudar?

Professor: O clima pode ser afetado por vários fatores além do ser humano. Por exemplo, imagine que em um determinado ano vários vulcões entrem em erupção. O efeito de toda essa atividade vulcânica será o esfriamento do clima durante alguns meses

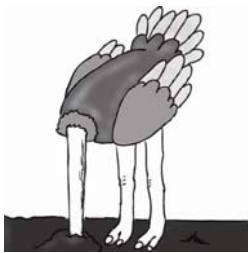
Aluno(a): Esfriamento? Mais eu achava que os vulcões eram cheios de material super-quente, como eles podem esfriar o clima?

Professor: Sim, os vulcões expõem material que vem do centro da Terra como cinzas e material derretido (lava) isso faz com que a caldeira do vulcão seja um lugar muito quente. No entanto, as cinzas dos vulcões quando são lançadas na atmosfera refletem a luz do sol de volta para o espaço e com isso tendem a resfriar o clima do nosso planeta a curto prazo (o efeito a longo prazo é mais complicado porque os vulcões também expõem gás carbônico que possui outro efeito sobre o clima, que iremos ver mais a diante).

Aluno(a): Que legal! Quer dizer que as cinzas expelidas pelos vulcões funcionam como um guarda-sol (sombriinha) que sombreia o planeta Terra? Isso quer dizer que em um ano tenha havido muitas cinzas produzidas pelos vulcões circulando no ar, os invernos vão ser mais frios e os verões menos quentes?

Professor: Muito bem pensado! A atividade dos vulcões pode sombrear e com isso resfriar nosso planeta e é um exemplo de um dos fatores que alteram o clima independente da atividade do ser humano.

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



Você pode explicar o que é um vulcão para os seus alunos e perguntar como um vulcão poderia alterar o clima. Estimule a curiosidade deles antes de fornecer a resposta

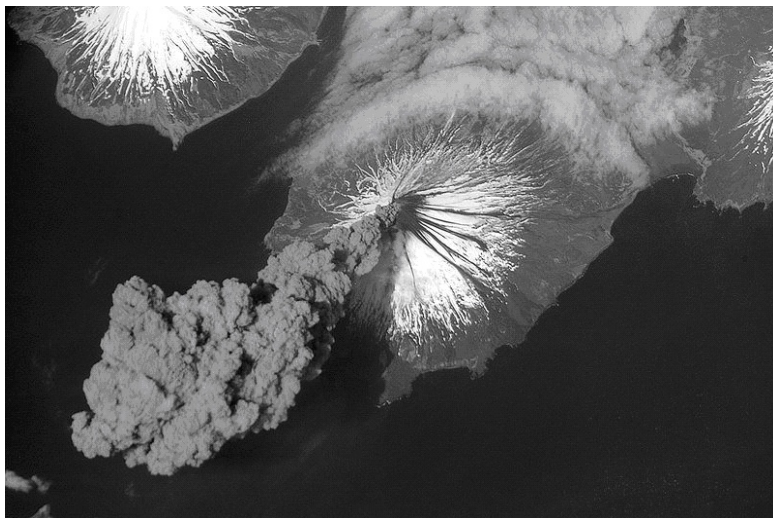


Figura 1.1: Foto de um vulcão do monte Cleveland em erupção no Alasca (parte norte dos Estados Unidos da América) tirada da Estação Internacional Espacial (Figura 2) em maio de 2006. Pode ser ver na foto a grande quantidade de gases e cinzas emitidas pelo vulcão

Fonte:

<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=6592>

Figura 1.2: Foto da Estação Espacial Internacional flutuando acima das nuvens do planeta Terra. A estação começou a ser construída em 1998 por um consórcio de vários países. Ela gira em órbita da Terra a cerca de 330 quilômetros de altura. Astronautas visitam essa estação regularmente para realizar experimentos e observações do nosso planeta. A foto da figura 1, por exemplo, foi tirada por astronautas nessa estação.



Fonte: <http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/shuttle/sts-129/hires/s129e009243.jpg>

Professor: Outro fator que pode afetar o clima da Terra é a distância em que o nosso planeta orbita ao redor do Sol. Essa distância é afetada por vários fatores, como por exemplo, a atração gravitacional que outros planetas do nosso sistema solar produzem sobre a Terra. Esses processos fazem com que, ao longo de milhares de anos, a Terra se aproxime ou se afaste um pouco mais ou um pouco menos do Sol. Quais seriam as consequências desses afastamentos e aproximações para o clima?

Aluno(a): Essa é fácil professor. Imagino que quando a Terra se aproxima um pouco mais do Sol, o clima deve esquentar e quando se afasta, esfria.

Professor: Exatamente! Pensando dessa forma, cientistas começaram a relacionar esses movimentos de aproximação e afastamento da Terra em relação ao Sol, ao longo de milhares de anos, com os inícios e finais das Idades do Gelo.

1. AS ERAS DO GELO E SEUS EFEITOS SOBRE O PLANETA

Aluno(a): Idade do gelo, aquela do desenho animado!?! (risos)

Professor: Não, eu estou falando de uma Idade do Gelo de verdade (risos). Existem evidências de que nosso Planeta passou por várias Idades do Gelo que duraram milhares de anos. Foram períodos em que o clima do planeta era mais frio e grandes áreas dos continentes estavam cobertas por grossas camadas de gelo (Figura 1.3). Essas idades do gelo tiveram um profundo impacto na ecologia do nosso planeta tanto no passado como no presente.

Aluno(a): É mesmo? Que tipo de impacto?

Professor: Por exemplo, as florestas tropicais, como a floresta amazônica, possuem muito mais espécies de plantas e animais do que florestas de clima frio no Norte da Europa e Estados Unidos. Alguns pesquisadores sugeriram que essa diferença em biodiversidade foi devido às grandes geleiras que dizimaram muitas espécies de plantas e animais à medida que avançavam sobre esses continentes durante as Idades do Gelo. Imagine o Canadá e grande parte do norte dos Estados Unidos inteiramente cobertos de gelo. Pense na catástrofe natural que isso representou para os seres vivos que viviam ali antes da chegada do gelo.

Figura 1.3: Geleira na Argentina. Essa gigantesca massa de gelo se forma no alto das montanhas e desce, muito lentamente como se fosse um rio de gelo, até alcançar o mar. Estudando as rochas os cientistas levantaram a hipótese de que grande parte do Norte da América e Europa estavam cobertas por camadas de gelo com mais de 1000 metros de espessura a 10 mil anos atrás, quando terminou a última Idade do Gelo



Fonte:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perito Moreno Glacier Patagonia Argentina Luca Galuzzi 2005.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perito_Moreno_Glacier_Patagonia_Argentina_Luca_Galuzzi_2005.JPG)

Aluno: É por isso que eu vivo escutando que a floresta amazônica é uma região com muita biodiversidade.

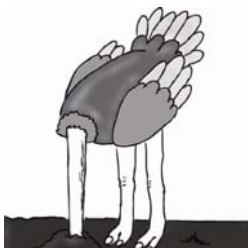
Professor: Corretíssimo, um dos motivos para essa “mega-diversidade” seria o fato da floresta amazônica, assim como outros ecossistemas tropicais, nunca ter sido coberto por gelo como aconteceu com as florestas temperadas mais próximas dos pólos. Mas, mesmo assim, a floresta amazônica não deixou de ser afetada ao seu modo pelas idades do gelo.

Aluno(a): Mas você não falou que a floresta amazônica não foi coberta pelo gelo, como então ela foi afetada pela Idade do Gelo?

Professor: Como o clima ficou mais frio durante as Idades do Gelo, menos água evaporava para a atmosfera e menos nuvens se formavam. O resultado disso, foi que o clima do nosso planeta ficou mais seco, o que acabou prejudicando as florestas tropicais que precisam de clima úmido para se desenvolver. É provável que várias áreas de floresta úmida tropical tenham sido substituídas por cerrados e outros tipos de vegetação de clima seco durante a Idade do Gelo.

Aluno(a): Olha que interessante! Quer dizer que as florestas vão mudando de lugar com o passar do tempo?

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



Quando o clima do planeta esfria ► menos água evapora ► menos nuvens se formam ► a quantidade de chuva diminui.

Professor: Isso mesmo! Quando uma Idade do Gelo começa, o clima fica mais seco e frio e vegetações como o cerrado e a caatinga se expandem ocupando áreas em que antes vegetavam plantas típicas de florestas tropicais úmidas. Dessa forma a expansão das geleiras afeta não só as regiões frias da Terra, ela afeta todo o planeta (veja na seção de curiosidades como a Idades do Gelo afetam os oceanos)

:: SAIBA MAIS... ::



O IMPACTO DAS IDADES DO GELO NOS OCEANOS:

Quando o clima de nosso planeta sofre um esfriamento, uma grande quantidade de água tende a virar gelo e se acumular nas geleiras que se formam nos continentes. Essa imensa quantidade de água congelada demora muito para retornar para o mar e fica, assim, armazenada nos continentes em vez de voltar para os oceanos. O resultado disso é que a quantidade de água nos oceanos é reduzida e o nível dos oceanos fica mais baixo. Examinando as rochas, os cientistas chegaram à conclusão que na última Idade do Gelo, que terminou a 10 mil anos atrás, o nível do mar era em média 100 metros mais raso do que hoje em dia! Ou seja, áreas rasas do litoral onde hoje em dia podemos mergulhar e ver peixes e recifes de coral provavelmente eram habitadas por árvores e animais terrestres há 10 mil anos atrás! Foram encontradas, inclusive em vários lugares do mundo, restos de habitações humanas primitivas debaixo do mar, em lugares que estavam secos na época que seus habitantes eram vivos a milhares de anos atrás (veja um exemplo de um desses locais inundados na figura 1.4 no banco de imagens no final da unidade 1)

Professor: Com esses exemplos, acho que ficou claro que o clima de nosso planeta está sempre mudando ao longo de milhares ou milhões de anos, e que isso ocorre devido a processos que não necessariamente tem a ver com a atividade humana. Contudo, o que mais preocupa os cientistas são mudanças climáticas rápidas, que podem ocorrer em dezenas ou centenas de anos, provocadas pela atividade humana (mudanças antropogênicas). Imagino que você já deve ter ouvido falar de aquecimento global, não ouviu?

Aluno: Claro que sim, professor! Está o tempo todo sendo falado na televisão, jornais e livros. Pelo o que eu entendi tem a ver com a poluição tornando o clima mais quente.

2. O EFEITO ESTUFA

Professor: Uma forma de entender mais facilmente o que é o efeito estufa (e de explicá-lo para nossos alunos) é perceber que o calor é um tipo de radiação: radiação é qualquer forma de energia que pode se propagar pelo espaço. Isso é fácil de perceber quando, por exemplo, ficamos perto de uma pedra ou parede que ficou exposta ao sol durante todo o dia, podemos sentir o calor irradiando da pedra mesmo sem tocarmos nela. Os cientistas descobriram que o calor produz um tipo de radiação parecida com a luz que podemos sentir com nossa pele mas, que ao contrário da luz, não conseguimos ver com os olhos.

:: FIQUE LIGADO!! ::**O QUE É O CALOR:**

O calor é a energia produzida pela agitação dos átomos que compõe os objetos. O calor pode se propagar através do espaço na forma de uma radiação invisível para os olhos mas que podemos sentir na nossa pele. Essa radiação é chamada de radiação infravermelha.

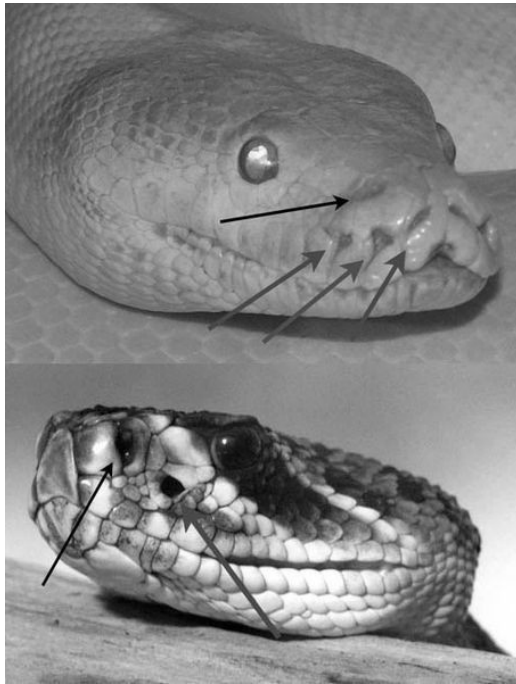


Figura 1.5: Fotos de duas espécies de cobras, uma píton (foto acima) e uma cascavel (foto abaixo), mostrando os órgão sensíveis ao calor (seta clara) localizados abaixo da narina (seta escura). Leia no texto (CURIOSIDADE: ANIMAIS QUE CONSEGUEM “ENXERGAR O CALOR”) sobre como esses órgãos funcionam.

**Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:
The Pit Organs of Two Different Snakes.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Pit_Organs_of_Two_Different_Snakes.jpg)**

:: SAIBA MAIS... ::**ANIMAIS QUE CONSEGUEM “ENXERGAR O CALOR”**

Algumas espécies de cobras (por exemplo, jararacas, cascaveis e jibóias) possuem cavidades embaixo das narinas que são extremamente sensíveis a radiação de calor (infravermelho). Esses órgãos permitem que essas cobras cacem em total escuridão usando o calor do corpo de suas presas para se orientar.

Aluno: Quer dizer então que a tal de “radiação infravermelha” é o mesmo que o calor que os objetos emitem quando estão quentes?

Professor: Exato! Essa radiação de calor é um dos principais conceitos para entendermos o efeito estufa. A outra idéia fundamental é o de que uma substância pode ou não absorver um tipo de radiação. Por exemplo, o vidro não absorve a luz visível é por isso que podemos ver através do vidro. Outro exemplo é o forno de micro-ondas. Você já reparou que quando esquentamos comida em um forno de micro-ondas a comida esquenta muito mais do que o prato?

Aluno(a): É verdade! Uma vez eu tirei o prato de dentro de um forno de micro-ondas e a comida estava “pelando” de tão quente, mas o prato estava frio. Porque isso acontece, professor?

Professor: Isso acontece porque o forno de micro-ondas emite uma radiação que é absorvida pelos átomos que compõe a comida, mas que não é absorvida pela porcelana do prato. Por isso, a radiação do micro-ondas atravessa o prato sem esquentá-lo, mas quando atinge a comida é absorvida e faz as moléculas da comida se agitarem e ,portanto, esquentarem.

Aluno(a): Legal essa explicação sobre o micro-ondas, mas o que ela tem a ver com o efeito-estufa?

Professor: A relação está no fato de que o ar não absorve grande parte da luz que o sol emite, assim como o prato não absorve as microondas. Por isso, a luz do sol atravessa a atmosfera sem esquentá-la até atingir o chão. O chão de nosso planeta, por não ser transparente como ar, absorve a luz sol e, por isso, esquenta.

Aluno(a): Então é como se o ar fosse o prato no micro-ondas e o chão a comida (risos).

Professor: (risos) Isso mesmo! Então, veja só, se o chão esquenta ele começa a emitir radiação de calor, que nós já vimos que é o mesmo que dizer que a Terra ao ser aquecida pelo sol emite radiação infravermelha. Essa radiação de calor emitida pela Terra deveria voltar toda para o espaço, mas não é bem assim que as coisas acontecem...

Aluno(a): Por que não?

Professor: Por que a Terra transformou a luz do sol em calor e a atmosfera não é tão transparente para o calor como ela é para a luz do Sol.

Aluno: Como assim, não é tão transparente para o calor?

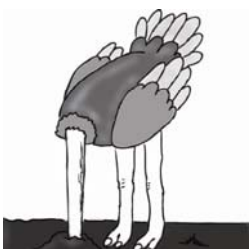
3. OS GASES ESTUFA

Professor: Pois é, há mais de 100 anos alguns cientistas começaram a desconfiar que alguns gases eram capazes de absorver calor. Um cientista inglês chamado James Tyndall descobriu, por exemplo, que se ele enchesse um vidro com os gases provenientes da queima de carvão esses gases absorviam muito mais calor do que se ele fosse enchido com o ar normal que respiramos. Com isso ele descobriu que alguns gases não eram transparentes para o calor e que esses gases absorviam as radiações infravermelhas em vez de as deixarem passar.

Aluno: Gases da queima do carvão? Então deve ser o gás carbônico.

Professor: Muito bom!! Depois se verificou que esse gás produzido pela queima do carvão e que absorvia o calor era o gás carbônico (CO₂). Por isso, gases como o gás carbônico funcionam como um cobertor que dificulta a saída do calor do Planeta Terra e com isso tendem a tornar o clima do planeta mais quente.

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



O sol esquenta a Terra ► a Terra emite radiação infravermelha de volta para o espaço ► o gás carbônico absorve o infravermelho ► o infravermelho fica preso na atmosfera ► o clima esquenta

Professor: Na Europa e nos Estados Unidos em função do clima frio as pessoas costumam cultivar plantas de jardins e verduras dentro de casas de vidro chamadas de “estufas”. Essas casas de vidro retém o calor do sol e protegem as plantas no seu interior do frio e da neve. Por isso, os cientistas chamaram gases como o gás carbônico de gases “estufa” porque eles prendem o calor da Terra de uma forma que lembra uma estufa de plantas.



Figura 1.6: John Tyndall (1820-1863), cientista inglês que descobriu que alguns gases (como o gás carbônico e o vapor d’água) absorviam as radiações de calor.

Fonte: <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/>

Figura 1.7: Estufa de vidro na Inglaterra utilizada para o cultivo de palmeiras tropicais em clima frio. O vidro retém o ar quente e permite que as palmeiras sobrevivam ao inverno frio da Inglaterra. A foto foi tirada no verão.



Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kew.gardens.palm.house.london.arp.jpg>

Aluno(a): Quer dizer então que o gás carbônico é o “vilão” aquecimento global.

Professor: Bem, sim e não. Embora a aumento do gás carbônico tenda a aquecer demais nosso planeta, e por isso ele é um vilão, o gás carbônico também funciona como um benfeitor para nós.

Aluno(a): Benfeitor o gás carbônico , como assim?

Professor: Sim, porque se não houvesse nenhum gás carbônico na atmosfera o calor do Sol iria se perder rapidamente para o espaço e nosso planeta iria ficar tão frio que todos os rios e mares da Terra iriam congelar!!! É a presença de gases como o gás carbônico, o vapor d’água e o metano que retém o calor do sol na nossa atmosfera que impedem que morramos de frio.

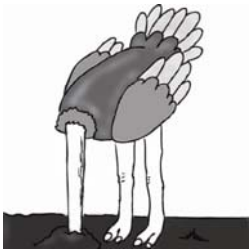
Aluno(a): Acho que entendi. Gases estufa como o gás carbônico são bons para o clima desde que não seja em excesso.

Professor: Correto! Sem os gases estufa morreríamos gelados, o problema é que o ser humano está despejando grandes quantidades de gás carbônico na atmosfera e com isso estamos correndo o risco de aquecer demais o nosso planeta.

Aluno(a): Um curiosidade professor, qual seria a quantidade normal de gás carbônico no ar para que não haja superaquecimento do planeta?

Professor: O ar que respiramos é composto principalmente de nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂). O gás carbônico (CO₂) compõe menos de 1 por cento do ar atmosférico. Antes de começarmos a queimar carvão e petróleo em grande quantidade havia 0,2 por cento de gás carbônico no ar, isso quer dizer que 2 partes em cada mil (dois milésimos) do ar era feito de gás carbônico, hoje em dia já são 3 partes em cada mil (0,3 por cento). Pode parecer pouco mas é 50% a mais do que havia antes. Isso faz com que o ar que respiramos absorva cada vez mais calor.

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



QUANTIDADE DE GÁS CARBÔNICO ANTES DA INDUSTRIALIZAÇÃO (300 ANOS ATRÁS)	QUANTIDADE DE GÁS CARBÔNICO DEPOIS DA INDUSTRIALIZAÇÃO (2009)
DUAS PARTES EM CADA MIL DO AR (0,2 POR CENTO)	TRÊS PARTES EM CADA MIL DO AR (0,3 POR CENTO)

Aluno(a): Eu não imaginava que a quantidade de gás carbônico fosse tão pouca, menos de um por cento do ar que a gente respira.

Professor: Pois é, só que basta ela chegar a cinco por cento (5%) do ar que você respira para que já ocorra intoxicação por gás carbônico, de forma que um por cento não é necessariamente uma quantidade pequena. Além disso, cada pequeno aumento de gás carbônico vai absorvendo mais calor e contribuindo para tornar nosso clima mais quente.

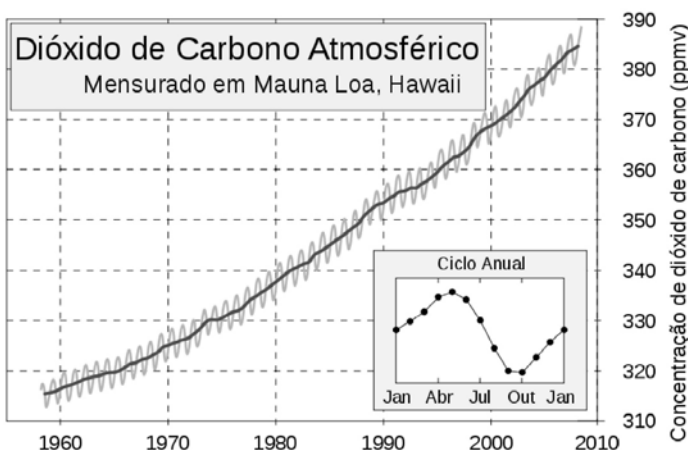


Figura 1.8: Concentração de gás carbônico medida no alto da montanha de Mauna Loa no Havaii. Ao longo dos anos a concentração subiu de 0,31% (310 ppmv) para 0,38% (380 ppmv) acredita-se que esse aumento é devido a queima de combustíveis fósseis devido a atividade industrial humana. Antes da revolução industrial (ano 1750) estima-se que a concentração de gás carbônico era de 0,28% (228 ppmv). Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mauna_Loa_Carbon_Dioxide-pt.svg

Aluno(a): Mas professor, eu vi uma vez na televisão que o aquecimento global era um fenômeno natural e não o resultado da emissão de gases estufa.

Professor: Uma das características mais importantes da ciência é que os cientistas têm o direito de discordar e pensar diferente. Isso vale para tudo inclusive para o aquecimento global. Contudo, a maioria dos cientistas que estudam o clima acredita que existem indícios muito fortes de que a emissão de gases estufa como o gás carbônico (CO₂) estão produzindo mudanças no ecossistema de nosso planeta. E que essas mudanças podem ter impactos tremendos sobre os seres humanos nas próximas décadas.

Aluno(a): É, eu já li bastante sobre isso. O aquecimento global vai derreter as geleiras e com isso o mar vai invadir as cidades do litoral. Pelo menos tem um lado positivo...

Professor: Lado positivo? Qual?

Aluno(a): Bom, professor, é que eu moro no interior. E com o aquecimento global minha casa vai ficar mais perto da praia.... (risos)

4. O AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS

Professor: (risos). Tudo bem, um pouco de brincadeira não faz mal, mas na realidade se o nível do mar começasse a subir rapidamente o impacto seria terrível, inclusive para quem mora longe do mar.

Aluno(a): Por que?

Professor: Porque o custo de reconstruir todas as casas e indústrias do litoral em novas áreas seria gigantesco. Com isso a economia dos países ia sofrer e muitas pessoas, mesmo as que vivem longe do mar, iriam ver sua qualidade de vida cair. Isso sem falar em todos os monumentos históricos que existem a beira mar que poderiam ser destruídos, pense no tamanho dos prejuízos econômicos e culturais.

Aluno(a): É verdade seria uma perda terrível.

:: SAIBA MAIS... ::



O QUE FAZ O NÍVEL DO MAR AUMENTAR:

O calor faz os objetos dilatarem e aumentarem de tamanho, o mesmo vale para a água dos oceanos. Por isso, se o clima da Terra esquenta o nível dos oceanos aumenta devido a dois motivos:

- 1- O calor dilata a água dos oceanos fazendo com que seu volume aumente
- 2- O calor aumenta a velocidade com que o gelo das geleiras derrete e se transforma em água líquida.

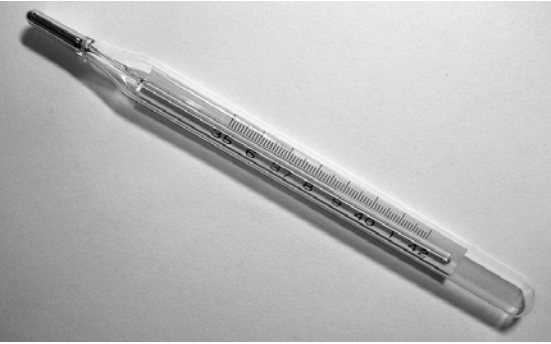


Figura 1.9: Termômetro de mercúrio, a dilatação provocada pelo calor faz o mercúrio se expandir no tubo e é usada para medir a temperatura do paciente. O mesmo efeito de dilatação faz com que o aquecimento global dilate a água dos oceanos e com isso aumente o nível do mar.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Clinical_thermometer_38.7.JPG

Figura 1.10: Bloco de gelo (iceberg) que se soltou de uma geleira no Pólo Norte. O aquecimento global irá aumentar a taxa de derretimento das geleiras e junto com a dilatação térmica dos oceanos aumentará o nível do mar.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Iceberg_with_hole_edit.jpg



Professor: É por isso que os pesquisadores no mundo todo estão tentando juntar a maior quantidade de dados possível para tentar prever o que está acontecendo com o clima do nosso planeta. Na realidade, o aumento do nível do mar seria somente um dos vários impactos que o aumento de gás carbônico pode induzir no planeta Terra. Mas existem outras conseqüências igualmente importantes.

Aluno(a): É mesmo? Eu só tinha ouvido falar do aumento do nível do mar.

5. A ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS

Professor: O aumento da concentração de gás carbônico pode interferir em vários aspectos além do nível do mar. Esse aumento pode afetar toda a química dos oceanos e muitos dos organismos que ali vivem. Isso acontece porque o **gás carbônico modifica a química da água** quando se dissolve nela. Você gosta de refrigerantes gasosos?

Aluno(a): Eu adoro um guaraná na hora do almoço, mas estou tentando moderar porque engorda (risos). Por que?

Professor: Porque as bolhas que saem dos refrigerantes gasosos são de gás carbônico. E é o gás carbônico que faz com que os refrigerantes tenham aquele gosto ácido. É por isso que quando o refrigerante perde o gás ele muda de gosto.

Aluno: É verdade, o gosto fica muito diferente quando o refrigerante fica sem gás.

Professor: O gás carbônico reage com água e forma **ácido carbônico**. Embora esse ácido carbônico dê o sabor agradável aos refrigerantes ele pode ser nocivo aos organismos

aquáticos se estiver presente em quantidades excessivas. Isso porque muitos organismos marinhos vivem dentro de carapaças de calcário.

Se a água do mar ficar com muito ácido carbônico essas carapaças podem começar a se dissolver e esses organismos terão problemas para sobreviver. Esse impacto, devido ao aumento de ácido carbônico nos oceanos, é chamado de **acidificação dos oceanos**

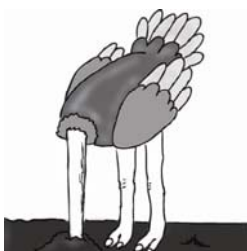


Figura 1.11: O esqueleto de muitos organismos marinhos, como o coral da foto a esquerda é feito de calcário e pode ser prejudicado pela acidificação dos oceanos produzida pelo aumento do ácido carbônico dissolvido na água. O ácido carbônico é produzido pela reação do gás carbônico com água sendo utilizado para conferir o sabor ácido aos refrigerantes (foto direita)

Fontes: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:PillarCoral.jpg>

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Soft_drink_shelf.JPG

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS > AUMENTO DO GÁS CARBÔNICO NO AR > AUMENTO DO ÁCIDO CARBÔNICO NA ÁGUA > DANOS AOS ORGANISMOS QUE POSSUEM CONCHAS CALCÁRIAS

Aluno(a): Quer dizer que a poluição está tornando os oceanos ácidos e matando os seres marinhos?

Professor: Não necessariamente. A água do oceano é rica em substância alcalinas (“anti-ácidas”) o que faz com que ela demore a se acidificar. Não se sabe ao certo o que pode acontecer porque o gás carbônico além de ter efeitos negativos também pode ter efeitos positivos sobre os organismos aquáticos.

Aluno(a): O gás carbônico tem efeitos positivos também? Como assim?

Professor: Sim, lembre-se que as **plantas e algas usam o gás carbônico** para fabricar açúcares na fotossíntese. Por isso o aumento da quantidade de gás carbônico pode auxiliar os organismos que fazem fotossíntese ao mesmo tempo em que prejudica aqueles que possuem conchas de calcário.

Aluno: Parece bem complicado

Professor: E realmente é complicado. Daí a necessidade de fazermos mais pesquisas para entendermos o que esta acontecendo com o nosso planeta.

Professor: Que tal? Gostou do nossa unidade sobre alterações climáticas?

Aluno(a): Bem legal. Algumas coisas eu já havia lido, mas outras foram novidades. E qual vai ser nosso próximo assunto?

Professor: Na próxima unidade vamos falar dos desafios que enfrentamos para tentar preservar a maior “biblioteca” de informações em nosso planeta: a biodiversidade.

6. EXERCÍCIOS SUGERIDOS

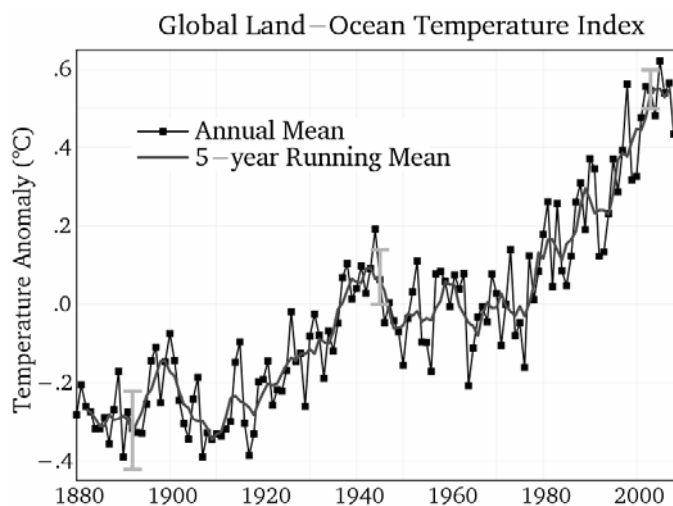


Figura 1.12: Gráfico mostrando a variação da temperatura média anual e a média de período de cinco anos para o planeta Terra como um todo. Valores negativos representam a diminuição da temperatura média e positivos representam um aumento.

Fonte: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/Fig.A2.pdf>

Pergunta: O gráfico acima esta de acordo com os estudos que mostram o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera? Justifique a sua resposta.

7. RESUMO DA UNIDADE 1

- O clima do nosso planeta está constantemente mudando mesmo antes do aparecimento do ser humano e da revolução tecnológica. Mudanças na órbita da Terra em torno do Sol e outros fatores fazem o clima esquentar ou esfriar ao longo de milhares de anos. Os vulcões, por exemplo, podem resfriar o clima, a curto prazo, ao emitir cinzas que refletem a luz do sol.

- Durante as eras do gelo os continentes foram cobertos com grossas camadas de gelo causando a extinção de muitas espécies. Nas eras do gelo o clima fica mais frio e seco e o nível do mar diminui porque grandes quantidades de água são retidas nas geleiras.

-Existem indícios de que a crescente atividade tecnológica humana está acelerando as mudanças climáticas com conseqüências negativas para os ecossistemas e sociedades.

-Uma das alterações antrópicas que causa maior preocupação no presente momento é o aumento da liberação de gases estufa (gás carbônico e metano) para a atmosfera. Esses gases retêm o calor que a Terra absorve do Sol e tornam o clima mais quente. Esse aumento de temperatura produz a dilatação térmica do oceano e o degelo das geleiras colocando, assim, em risco as áreas costeiras devido a elevação do nível do mar.

- O aumento da concentração de gás carbônico pode ter um impacto também sobre a vida marinha através do aumento da concentração de ácido carbônico na água do mar, o qual pode prejudicar os organismos marinhos que possuem carapaças de calcário (p. ex. corais e ostras)

BANCO DE IMAGENS

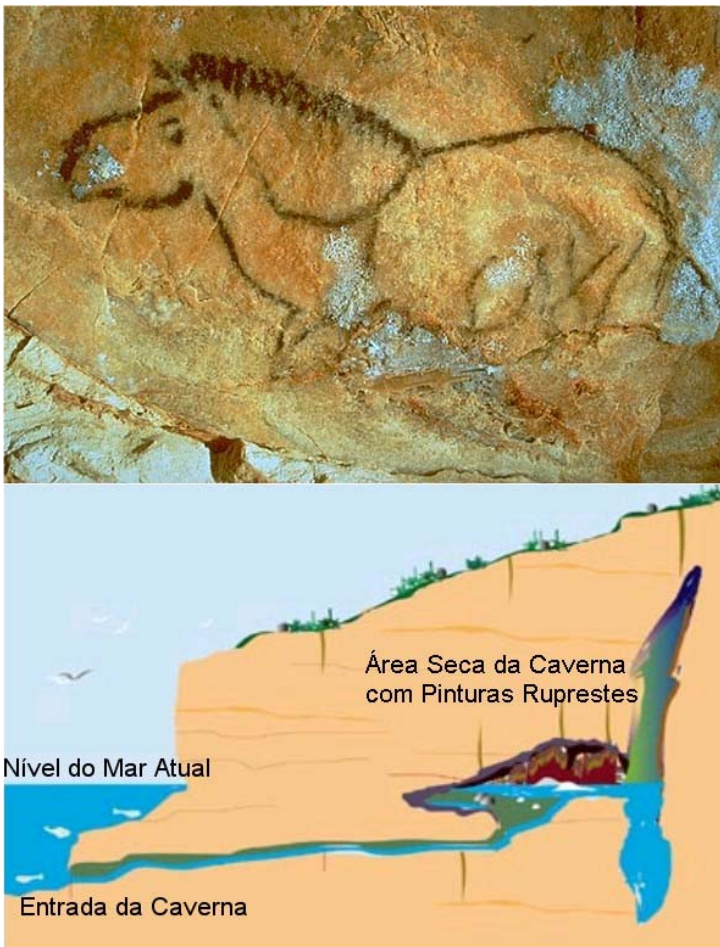


Figura 1.4: Pintura de um cavalo feita sobre pedra (pintura rupestre) na parede da caverna de Cosquer no sul da França. A entrada dessa caverna hoje se encontra a 37 metros abaixo do nível do mar, mas há 20 mil anos atrás quando era habitada pelos seres humanos que fizeram as pinturas uma grande quantidade de água estava retida nas geleiras que cobriam os continentes e o nível do mar era bem mais baixo. Você pode fazer uma visita virtual a essa caverna e ver suas pinturas acessando

Fonte:

<http://www.culture.gouv.fr/culture/archeosm/en/fr-cosqu1.htm>

UNIDADE 2

BIODIVERSIDADE: A INCRÍVEL BIBLIOTECA DA VIDA



Figura 2.1: Flor da orquídea *Pecteilis radiata* originária da Ásia e representante de uma das milhões de espécies de seres vivos que compõe a biodiversidade de nosso planeta.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/>

INTRODUÇÃO

Professor: Olá, tudo bem? Espero que você tenha gostado da nossa primeira unidade. Agora nós vamos começar a conversar sobre outro assunto muito fascinante, trata-se da biodiversidade de nosso planeta. Nós já havíamos falado um pouco sobre biodiversidade no primeiro módulo, mas agora vamos examinar esse tema em maior profundidade.

Aluno(a): Eu me lembro que você havia falado sobre as geleiras que haviam destruído parte da biodiversidade dos países frios durante as Idades do Gelo. Por isso é que os países tropicais possuíam mais diversidade de animais e plantas.

Professor: Muito bem lembrado. A biodiversidade consiste nos diferentes tipos de seres vivos (espécies) que habitam uma região, sendo que existem lugares com maior ou menor biodiversidade em nosso planeta. A preservação dessa diversidade de seres vivos é uma das questões mais importantes da atualidade.

Aluno(a): É mesmo, por que?

Professor: Porque a população humana cresce cada dia mais fazendo com que as áreas selvagens que antigamente abrigavam a biodiversidade estejam sendo substituídas por plantações e cidades. Além disso, a crescente necessidade de recursos para abastecer a população humana faz com que a pressão de atividades de caça, pesca e extração vegetal fique cada vez maior sobre os ecossistemas.

Aluno(a): É para isso que servem as reservas, não é? Para proteger a biodiversidade.

Professor: Exato, uma das estratégias para tentar evitar a destruição da biodiversidade em nosso planeta é a criação de reservas nas quais as espécies de seres vivos nativas do lugar podem continuar sobrevivendo. Um reserva tenta proteger os organismos dos dois principais processos que ameaçam a biodiversidade: a **alteração dos ambientes** e a **superexploração de recursos**. Reservas podem também dificultar a **invasão dos ecossistemas por espécies exóticas**.

:: FIQUE LIGADO!! ::



PRINCIPAIS FATORES QUE AMEAÇAM A BIODIVERSIDADE

- 1- **Alteração de habitats:** o ser humano modifica os ambientes (habitats) através de suas atividades econômicas, muitas espécies não conseguem se adaptar a esses ambientes modificados pelo ser humano (antropizados) e se extinguem
- 2- **Super-exploração (sobre-exploração):** a caça, pesca e coleta excessiva de seres vivos pode leva-los ao limiar da extinção
- 3- **Introdução de espécies exóticas:** espécies trazidas de outros lugares pelos seres humanos podem interagir negativamente com as espécies nativas levando-as a se extinguir.

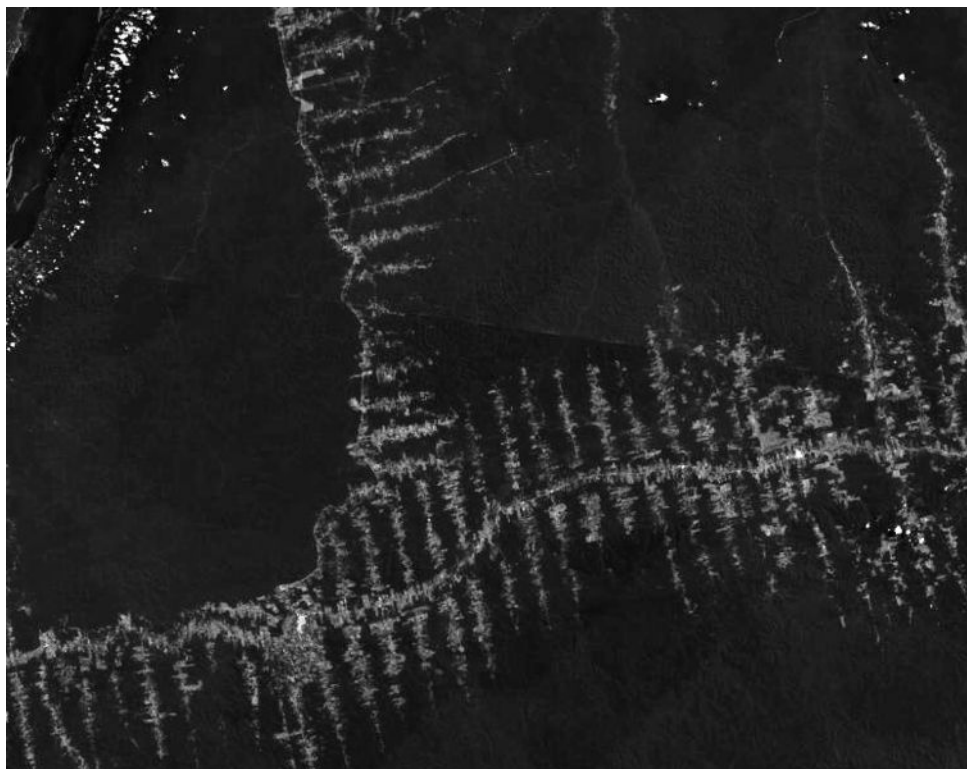


Figura 2.2: Exemplo de alteração de habitat: Foto de satélite mostrando a destruição da floresta amazônica a partir de estradas e loteamentos que penetram na floresta gerando a perda da biodiversidade original do ambiente.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Amazonie_deforestation.jpg



Figura 2.3: Exemplo de super-exploração: algumas espécies de peixes como os atuns da foto estão sendo pescados de forma tão intensiva que suas populações estão se reduzindo perigosamente.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tsukiji_Fish_market_and_Tuna.JPG

Aluno: E essas reservas professor, estão conseguindo preservar a biodiversidade?

Professor: Embora as reservas funcionem realmente como áreas que diminuem a perda de biodiversidade existem uma série de desafios que teremos de enfrentar a fim de evitar uma dramática diminuição da biodiversidade em nosso planeta.

Aluno(a): Que desafios são esses?

1. QUANTAS ESPÉCIES EXISTEM NO NOSSO PLANETA?

Professor: Um dos desafios está no fato que não temos ainda uma clara idéia de quantas espécies de seres vivos existem em nosso planeta. Quantos tipos diferentes de seres vivos você acha que existem em nosso planeta?

Aluno: Não sei, mas imagino que sejam muitas.

Professor: Ninguém sabe ao certo. Para você ter uma idéia, existe mais de um milhão de espécies só de insetos já conhecidas pelos cientistas, mas acredita-se que existam ainda muitas outras para serem descobertas. Isso só falando de insetos, imagine todos os outros animais, plantas, fungos e microorganismos.

Aluno(a): Uau! Então devem existir milhões de espécies de seres vivos em nosso planeta.

Professor: É realmente impressionante. Podemos imaginar a diversidade que existe a partir de alguns estudos. Por exemplo, um pesquisador aplicou um inseticida nas folhas de 19 árvores em uma floresta tropical e coletou os insetos que caíram. Ele verificou que existiam 1200 espécies de besouros (Coleóptera) diferentes só nessas árvores e que dessas 1200 quase mil eram espécies de besouros desconhecidas da ciência.

Aluno(a): Mas professor, se em 19 árvores haviam 1200 tipos diferentes de besouros, quantos devem existir na floresta inteira? Deve ser um número enorme de espécies!

Professor: Muito provavelmente, agora imagine o número de espécies de seres vivos que devem ser destruídas quando uma floresta tropical é substituída por uma plantação de uma só espécie de vegetal como milho ou soja. Ou quando um recife de coral é destruído por causa de lançamento de esgotos.

Aluno(a): É, realmente, deve ser uma perda gigantesca de biodiversidade.



Figura 2.4: As florestas tropicais ficaram protegidas durante milhões de anos da ação do frio durante a idade do gelo. Elas acumularam um número incrível de espécies (como a figueira da foto em uma floresta da Austrália) e representam um dos grandes reservatórios de biodiversidade em nosso planeta.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org>

2. O TAMANHO MÍNIMO DAS RESERVAS DE BIODIVERSIDADE

Professor: Um outro desafio que enfrentamos é o de saber como criar reservas que sejam sustentáveis já que não basta proteger os seres vivos em uma reserva para evitar que eles se extingam.

Aluno: Por que não?

Professor: Porque se a reserva não tiver um tamanho suficiente muitas espécies irão se extinguir por não conseguirem manter populações sustentáveis. Isso acontece devido a uma série de motivos inclusive por razões genéticas. Você já ouviu falar de que pessoas de parentesco muito próximo não devem se casar?

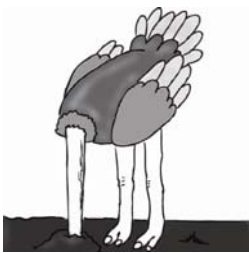
Aluno(a): Sim, já ouvi falar disso. Me disseram que se uma pessoa casa com um primo ou prima de primeiro grau existe uma maior chance de ela ter filhos com defeitos de origem genética. Isso é correto?

Professor: Existem estudos que demonstram que isso é correto. Todos nós podemos carregar uma cópia de um gene recessivo defeituoso. Quando parentes próximos se unem aumenta a chance que outra pessoa possua uma cópia desse mesmo gene e de que o filho(a) dessa união nasça com duas cópias desse gene defeituoso. Com isso esse filho irá manifestar essa doença que estava escondida (recessiva) nos pais. O mesmo pode acontecer com seres vivos confinados em uma reserva muito pequena.

Aluno(a): Acho que entendi. Se a reserva for muito pequena ela vai abrigar poucos seres vivos daquela espécie e eles vão ser forçados a se cruzarem com outros indivíduos muito aparentados.

Professor: Isso mesmo. Se a população de organismos que a reserva mantêm for muito pequena, a chance de **endocruzamento** (cruzamento entre parentes próximos) aumenta e com isso aumenta a probabilidade de doenças genéticas recessivas se manifestarem. Essas doenças podem aumentar as chances dessa espécie se extinguir, isso sem falar na chance de extinção por puro acaso.

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



PROBLEMAS DO ENDOCRUZAMENTO: Quando organismos de parentesco próximo cruzam entre si, isso é chamado de *endocruzamento*. O endocruzamento aumenta a chance de doenças genéticas recessivas se manifestarem e por isso diminui a chance de sobrevivência de uma espécie ameaçada de extinção. Populações pequenas confinadas em uma reserva de tamanho insuficiente correm risco de sofrer os efeitos deletérios do endocruzamento.

Aluno(a): Extinção por acaso? Como isso funciona?

Professor: Em populações confinadas em uma reserva pequena, espécies podem se extinguir por puro azar. Imagine um exemplo extremo, uma reserva tão pequena que só sustenta um único casal de uma espécie que produz uma ninhada toda do mesmo sexo (só de machos ou só de fêmeas), resultado: a espécie vai se extinguir por que, por puro acaso, não existe mais o sexo oposto para se acasalar.

Aluno(a): Entendi. Se a população de uma espécie for muito pequena, qualquer acidente ou golpe de azar pode fazer ela não conseguir se perpetuar e se extinguir. Mas, então, qual o tamanho mínimo de uma reserva para evitar que uma espécie se extinga?

Professor: Isso varia conforme as características de cada espécie. Por exemplo, espécies de pequeno tamanho em geral conseguem manter grandes populações em pequenas áreas. Tomemos um exemplo, a área mínima necessária para preservar uma espécie de rato deve ser

muito menor do que aquela necessária para preservar uma população de antas, que são animais maiores e que por isso precisam de uma área maior para manter uma população viável.

Aluno(a): Quer dizer, então, que quanto maior for o organismo, maior deve ser o tamanho mínimo da reserva para que ele não se extinga?

Professor: De modo geral, sim. Mas outros fatores como, por exemplo, o nível trófico do organismo podem influenciar no tamanho mínimo da reserva necessária para protegê-lo. Você lembra o que é nível trófico?

Aluno(a): Mais ou menos, professor. Tem a ver com ser presa ou predador?

3. NÍVEIS TRÓFICOS E PIRÂMIDES DE ENERGIA

Professor: É mais ou menos isso. Podemos classificar os organismos segundo a forma como eles obtêm energia e matéria para viver. Organismos que conseguem utilizar diretamente a energia da luz ou de compostos químicos inorgânicos são chamados de **produtores**. Organismos que usam a energia produzida por outros organismos são os **consumidores**. Consumidores que se alimentam dos produtores (p. ex. animais herbívoros) são os **consumidores primários** e animais que se alimentam dos consumidores primários (p. ex. um animal carnívoro que come um animal herbívoro) é chamado de **consumidor secundário**.

Aluno: Agora estou me lembrando. Tem a tal história da pirâmide de energia

Professor: Isso mesmo. Quando um consumidor se alimenta de sua presa uma grande parte da energia contida nos tecidos do alimento é perdida e só uma pequena parte consegue ser armazenada (como gordura, por exemplo) no corpo desse consumidor. Isso acontece porque o consumidor gasta energia para procurar e digerir o alimento.

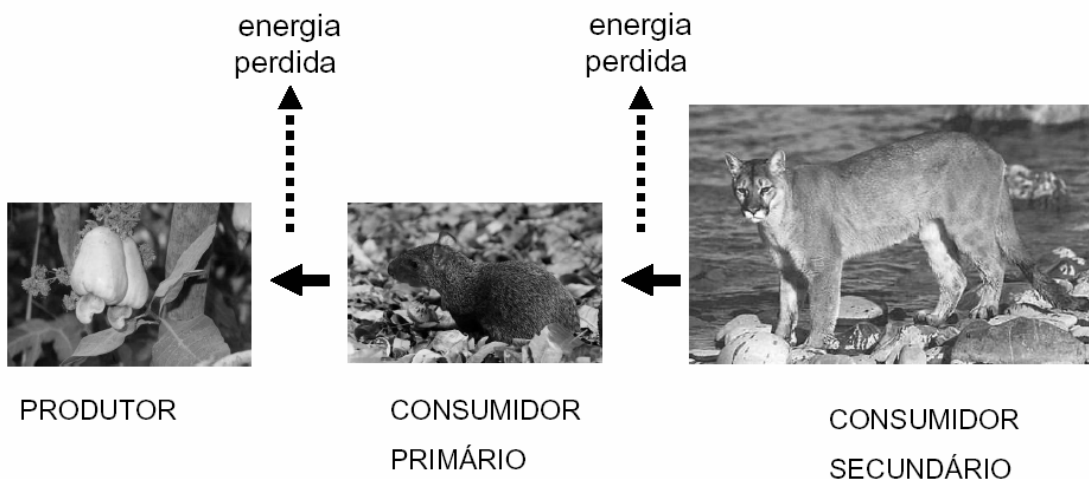


Figura 2.5: Sempre que o alimento passa de um nível trófico para outro uma grande parte das calorias é perdida no processo de digestão e busca do alimento

Fonte: [fotos de http://commons.wikimedia.org/](http://commons.wikimedia.org/)

Aluno(a): Certo estou me lembrando. Mas o que os níveis tróficos têm a ver com o tamanho das reservas para proteger a biodiversidade?

4. NÍVEIS TRÓFICOS E O RISCO DE EXTINÇÃO

Professor: Têm a ver porque uma mesma área de reserva vai poder manter maiores populações de animais herbívoros do que de animais carnívoros. Isso por que os carnívoros dependem das “sobras” da energia que os herbívoros conseguiram retirar e acumular das plantas que eles comem.

Aluno(a): Engraçado eu sempre achei que os animais carnívoros eram mais fortes e poderosos que os herbívoros que eles comem.

Professor: Eles até podem ser mais fortes muscularmente do que suas presas. Mas suas populações serão menores e por isso correrão maior risco de extinção, a não ser que a reserva em que eles estão seja maior para poder abrigar mais indivíduos.

Aluno(a): Isso quer dizer que quanto maior o tamanho de um reserva melhor?

Professor: Sim, reservas maiores possuirão populações maiores de organismos que com isso, terão menos chances de se extinguir por um golpe de azar. O problema é que reservas grandes podem ser muito caras, já que os proprietários dessas terras todas precisam ser indenizados. Por isso, existem alguns truques que podem ser utilizados quando uma reserva tem tamanho pequeno.

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



FATORES QUE AUMENTAM A ÁREA MÍNIMA DE UMA RESERVA DE PROTEÇÃO.

-ORGANISMOS DE MAIOR PORTE PRECISAM DE MAIS ÁREA: Organismos de maior tamanho possuem, em geral, menor densidade de indivíduos por quilômetro quadrado e por isso precisam de áreas maiores para serem preservados

-ORGANISMOS DE NÍVEL TRÓFICO MAIS ALTO PRECISAM DE MAIS ÁREA: Cada vez que um organismo se alimenta de outro, grande parte das calorías são perdidas na digestão e na procura do alimento. Por isso a densidade de carnívoros por quilômetro quadrado é em geral menor que a densidade de herbívoros. Carnívoros, portanto, tendem a precisar de reservas com um tamanho mínimo maior do que herbívoros

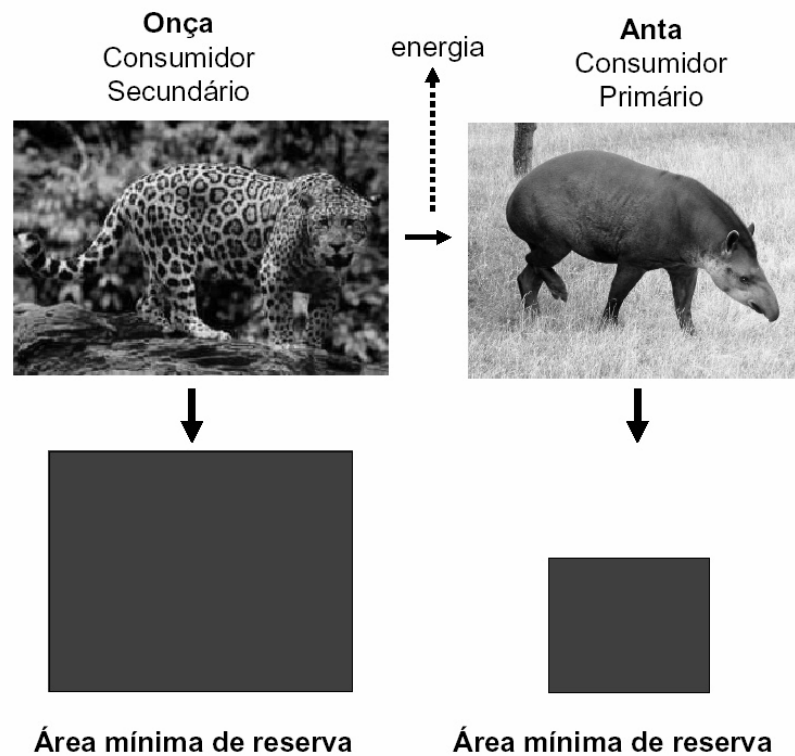


Figura 2.6: Onças-pintadas e antas são animais de grande porte que precisam de grandes áreas de reserva para manter populações sustentáveis na Natureza. Onças-pintadas, contudo, devem precisar de áreas ainda maiores do que antas por serem carnívoras e de viverem das sobras da energia que conseguiu se acumular no corpo de suas presas herbívoras após grande parte ter sido perdida na conversão de alimento em reservas.

Fonte: fotos de <http://commons.wikimedia.org>

Aluno(a): Truques? Que truques?

5. CORREDORES ECOLÓGICOS E EFEITO DE BORDA

Professor: Quando não é possível se criar uma reserva grande o suficiente para se garantir a preservação dos organismos que ali vivem, pode-se unir duas reservas pequenas, distantes uma da outra, através de um faixa de terreno preservado chamado de **corredor ecológico**. Imagine, por exemplo, duas áreas de mata preservadas separadas por uma plantação, se não for viável transformar a plantação inteira em uma reserva pode-se plantar um corredor de árvores unindo as duas matas. Para os organismos que “trafegam” por esse corredor de árvores, esse “truque” seria como se eu tivesse criado uma reserva maior.

Aluno(a): Legal, gostei dessa idéia de corredor ecológico.

Professor: Os corredores ecológicos podem ser uma solução para reduzir os custos necessários para manter populações de organismos sustentáveis. O problema é que esses corredores para funcionar não podem ser muito estreitos por causa do **efeito de borda**.

Aluno(a): Efeito de borda? O que é isso?

Professor: Imagine de novo o exemplo de uma reserva de mata cercado por uma plantação. No centro da área de mata as condições ambientais podem ser sombreadas e úmidas e as árvores da floresta estão protegidas do sol e vento excessivos. Contudo na **borda** que separa a floresta da plantação, o vento e o calor excessivo podem prejudicar o crescimento de espécies adaptadas a viver no interior da floresta. Esse é um exemplo de **efeito de borda**,

Aluno(a): Certo, mas como esse efeito de borda afeta os corredores ecológicos?

Professor: Se o corredor ecológico for muito estreito, todo o seu interior será afetado pelo efeito de borda e ele possuirá condições ambientais alteradas. Em função disso, alguns organismos poderão evitar usar esse corredor e ele perderá sua eficácia

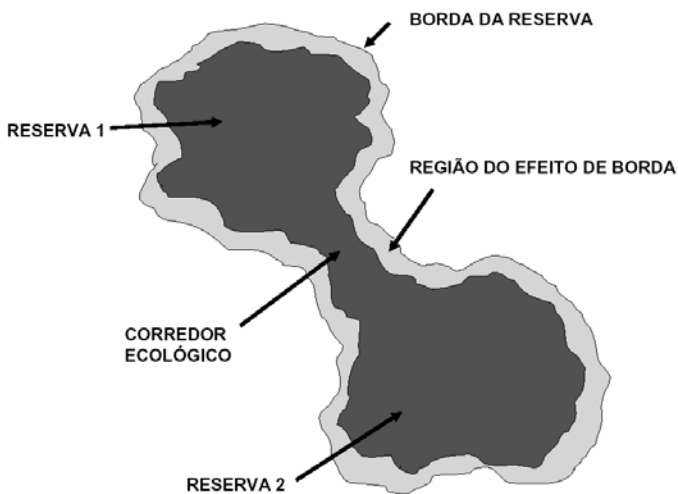
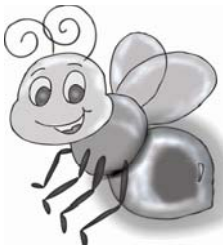


Figura 2.7: Diagrama mostrando duas reservas de proteção da biodiversidade unidas por um corredor ecológico. O corredor diminui a chance de extinção de espécies porque diminui o isolamento das populações. A região mais clara é a área afetada pelas condições (fogo, vento, etc.) dos ambientes que ficam fora das bordas das reservas.

:: FIQUE LIGADO!! ::



EFEITO DE BORDA

Borda: é área de fronteira que separa dois ambientes

Efeito de borda: É o efeito que um ecossistema tem sobre outro ecossistema na borda que separa esses dois ambientes. Por exemplo: o fogo queima com facilidade o capim de uma área desmatada, esse fogo pode queimar e matar as árvores de uma floresta que crescem próximas a borda da floresta com a área desmatada. Quando isso acontece, dizemos que o efeito de borda aumentou a mortalidade dessas arvores.

Aluno(a): Os caçadores e catadores de lenha também costumam entrar pelas bordas das reservas para caçar animais e cortar árvores. Isso seria uma forma de efeito de borda?

Professor: De certo modo sim. Isso nos remete a segunda ameaça à biodiversidade: a super exploração de recursos.

6. SUPEREXPLORAÇÃO DE RECURSOS

Aluno(a): Isso tem a ver com a caça de animais em perigo de extinção, não é?

Professor: Sim, na realidade qualquer ser vivo (animal, vegetal, fungo etc) pode ser explorado acima da sua capacidade de auto-renovação. Quando isso acontece a população desse ser vivo começa a diminuir perigosamente e dizemos que ocorreu super-exploração desse recurso biológico. Uma boa forma de imaginar como isso se processa é visualizar uma curva parecida com a que esta desenhada abaixo.

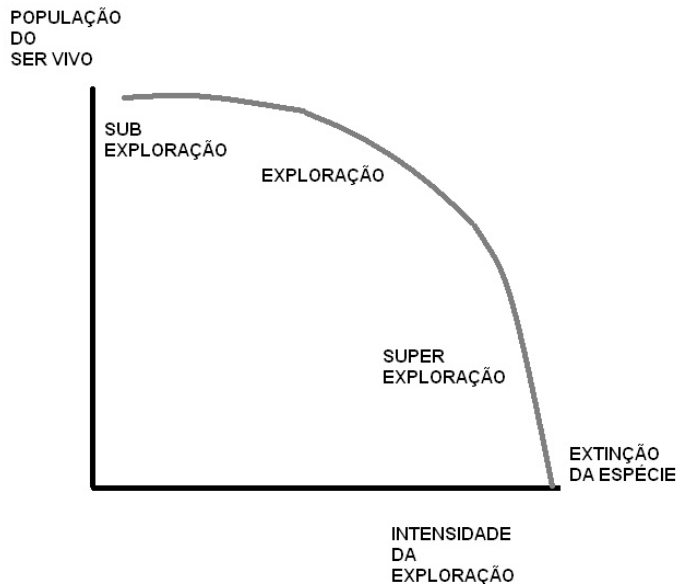


Figura 2.8: gráfico simplificado mostrando o efeito do aumento da intensidade de exploração sobre a população de um ser vivo. Mais explicações no texto ao lado.

Professor: Essa curva do desenho mostra o que pode acontecer quando aumentamos a intensidade de exploração (caça, pesca ou coleta) sobre a população do ser vivo. Quando a exploração é pouca a população desse ser vivo pode não sentir o efeito da exploração por causa da diminuição de competição.

Aluno(a): Diminuição da competição? Não entendi.

Professor: Se retiramos alguns poucos organismos sobram mais nutrientes e espaço para os que ficaram fazendo com que eles cresçam e se reproduzam mais rápido e com isso não sentimos o efeito da exploração. Dizemos que o recurso esta **sub-explorado** enquanto podemos aumentar a exploração sem que percebamos os efeitos dela.

Aluno(a): Só isso não pode durar para sempre. Vai chegar uma hora em que isso vai impactar a população

Professor: Exato: À medida que a intensidade de exploração aumenta, a população do ser vivo começa a sentir os seus efeitos. Se a exploração é muito intensa, a população começa a diminuir perigosamente. Nesse ponto dizemos que ocorreu super-exploração. Um exemplo dramático de super-exploração, foi o que aconteceu com a vaca-marinha

Aluno(a): Vaca marinha, que “bicho” é esse?

Professor: Vaca marinha era o nome dado para um parente do nosso peixe-boi. Era uma espécie de mamífero marinho que vivia nas águas frias do mar em ilhas perto do Alaska, ao contrário do nosso peixe-boi que vive em águas quentes do mar ou de rios.

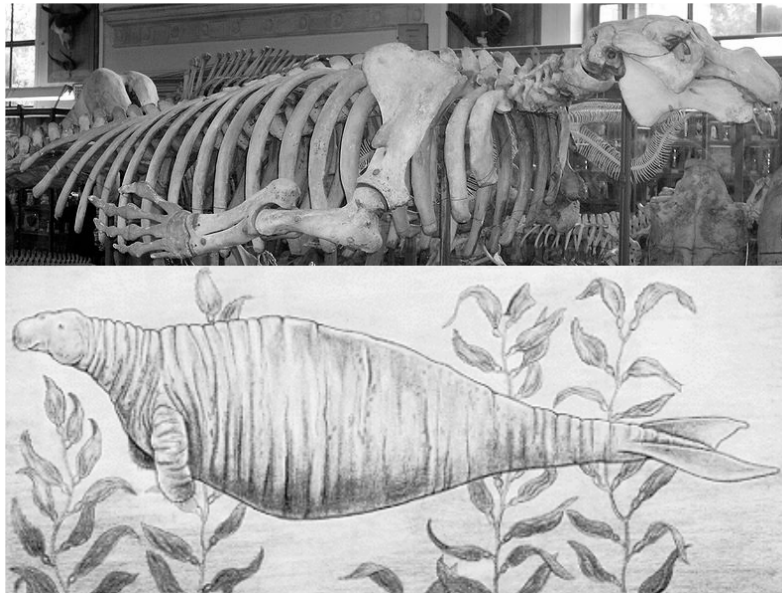


Figura 2.9: Esqueleto e desenho do mamífero marinho da ordem dos Sirênios (a mesma do nosso peixe boi) conhecido como “vaca marinha de Steller”. Esse animal que alcançava até 8 metros de comprimento foi extinto devido a caça predatória por volta de 1770 (mais informações no texto abaixo).

Fontes: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hydrodamalis.jpg>
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hydrodamalis_gigas_drawing.png

Professor: A vaca marinha era um mamífero aquático de grande porte que se alimentava de algas nas águas frias próximas ao pólo norte. Por ser muito dócil ele começou a ser caçado desde a idade da pedra por caçadores com lanças até que só restaram algumas populações vivendo junto a ilhas afastadas e desertas do Alasca. Nessas ilhas eles foram descobertos por navegadores europeus por volta de 1740. Bastaram 40 anos de caça predatória para extinguir essa espécie por completo e hoje ela só pode ser vista em museus.

Aluno(a): Que exemplo triste de superexploração de recursos, professor.

Professor: É verdade. Mas felizmente, na atualidade, muitas pessoas estão conscientes do risco da sobre-exploração e hoje em dia já existem várias iniciativas para tentar proteger espécies vulneráveis da extinção por caça predatória. Um exemplo são as reservas para tentar proteger o peixe-boi para que ele não tenha o mesmo destino da vaca-marinha a sua “prima” extinta de águas frias.

Professor: Agora que já falamos um pouco sobre destruição de habitat e superexploração, podemos abordar o terceiro grande desafio para a conservação da biodiversidade: o problema da invasão de espécies exóticas.

7. ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

Aluno: Certo, e como é que é esse problema das espécies exóticas?

Professor: Ele acontece porque o ser humano desenvolve sistemas de transporte cada vez mais eficientes que permitem a ele transportar, querendo ou não, organismos para outras

partes do planeta. Quando uma espécie de ser vivo é levado pelo ser humano para um lugar em que ela não existia antes, esse ser vivo passa a ser uma **espécie exótica** nesse lugar.

Aluno(a): E isso é uma coisa ruim?

Professor: Depende. Algumas vezes a espécie exótica não causa danos perceptíveis ao seu novo ecossistema, mas em outras ocasiões ela pode provocar vários impactos ambientais e levar espécies nativas à extinção.

Aluno(a): E como essa espécie exótica faz as nativas se extinguirem? Ela ataca as nativas?

Professor: Uma espécie exótica pode extinguir espécies nativas de várias maneiras seja predando, parasitando ou competindo por alimento e recursos com as nativas ou então por alterações no ambiente que afetam indiretamente as espécies locais.

Professor: Por exemplo, o aguapé ou jacinto d'água (*Eichhornia*) é uma planta aquática nativa da América do Sul (incluindo o Brasil) que foi levada para vários outros lugares do mundo onde se tornou uma espécie exótica invasora. Essa planta flutuante cobriu inteiramente vários lagos impedindo que a luz e o oxigênio penetrassem e causando, assim, um profundo impacto nas espécies nativas de animais e plantas.

Aluno: Engraçado essa planta, o aguapé, tem dela em um açude perto aqui de casa eu não imaginava que ela podia ser uma praga em outros países

Professor: Esse é um aspecto característico das espécies invasoras. Na sua área de origem ela pode não ser a praga. Porém, quando é levada para um outro lugar onde não existam inimigos naturais para controlá-la, ela pode ser tornar um sério problema ambiental.



Figura 2.10: O aguapé ou jacinto d'água (*Eichhornia* spp.) é uma espécie nativa da América do Sul que, levada pelo ser humano, invadiu outros continentes onde causou sérios problemas ambientais por crescer rapidamente e cobrir lagos e lagoas, impedindo a entrada de luz e oxigênio.

Fonte:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Water_hyacinth.jpg

8. A POLÊMICA SOBRE A INTRODUÇÃO DA ALGAROBA NO NORDESTE DO BRASIL

Aluno(a): E no Brasil existe uma alguma espécie que esteja invadindo nosso ambiente?

Professor: No Brasil, assim como em todos os países do mundo muitas espécies exóticas foram trazidas desde a chegada dos europeus (e talvez antes disso através das migrações das tribos ameríndias). Um exemplo de problemas associadas a espécies invasoras no Brasil, é a

polêmica sobre a algaroba (*Prosopis juliflora*), uma espécie de árvore exótica introduzida no Nordeste do Brasil.



Figura 2.11: Detalhe da flor e da folha da algaroba (*Prosopis juliflora*) árvore originária das Américas (provavelmente América Central) e introduzida em varias regiões áridas do planeta, incluindo o Nordeste Brasileiro, onde se tornou uma exótica invasora.

Fonte: <http://en.wikipedia.org/>

Aluno(a): Olha que interessante, professor, eu conheço essa árvore, está cheio delas aqui perto de casa.

Professor: Hoje em dia, a algaroba é uma das árvores mais abundante em várias partes do semi-árido brasileiro, mas nem sempre foi assim. Antigamente, essa espécie só existia como planta nativa em regiões de clima seco da América Central. De lá, o ser humano a introduziu em quase todas as regiões semi-áridas quentes do nosso planeta. Atualmente, você pode encontrar algarobas cobrindo grandes áreas nos desertos da África e Austrália. No Brasil, ela foi introduzida em 1942 no Nordeste.

Aluno(a): E qual é a polêmica em torno da algaroba?

Professor: A algaroba foi introduzida propositalmente em vários lugares porque é uma planta que consegue crescer com pouca água e fornece madeira para construções e lenha além de frutos comestíveis, esse é o aspecto positivo dessa planta.

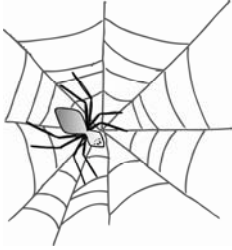
Aluno(a): E o aspecto negativo?

Professor: O aspecto negativo, é que ela pode se espalhar rapidamente. Se ela tomar o lugar da vegetação nativa do semi-árido, isso resultaria em uma perda de espécies e conseqüentemente de biodiversidade nativa. Por esses aspectos tanto positivos quanto negativos, existem as pessoas que defendem o plantio de algaroba e as que condenam essa prática.

Aluno(a): E o senhor, professor? É contra ou a favor do plantio de algaroba.

Professor: Eu não sou um especialista nesse assunto, mas tenho a impressão que é preciso fazer ainda mais estudos para avaliar o real impacto da algaroba no semi-árido brasileiro. Se for realmente demonstrado que ela esta invadindo áreas de vegetação de caatinga nativa, então medidas precisariam ser tomadas para conter essa invasão biológica.

:: TA NA WEB!!! ::



FORME SUA OPINIÃO SOBRE A INVASÃO DA ALGAROBA

Existem textos na internet falando sobre os aspectos positivos e negativos da introdução da algaroba no Nordeste Brasileiro, você pode acessar por exemplo:

Aspectos positivos da algaroba:

<http://www.ct.ufpb.br/laboratorios/lpfd/algaroba.htm>

Aspectos negativos da algaroba

<http://www.botanica.org.br/acta/ojs/index.php/acta/article/viewFile/1194/230>

9. OS VALORES ASSOCIADOS A BIODIVERSIDADE

Aluno: Mas professor, qual é o valor real da biodiversidade. Eu sei que é importante preservá-la, mas exatamente por que é necessário fazer isso?

Professor: Existe toda uma discussão sobre o verdadeiro valor da biodiversidade. Isso porque esse valor pode ser medido de diferentes maneiras.

Aluno(a): Que maneiras são essas?

Professor: Você pode pensar, por exemplo, em todo o valor econômico potencial escondido na biodiversidade. Muitos remédios e substâncias químicas importantes para a humanidade foram descobertas em seres vivos e muitas outras devem estar esperando para serem descobertas. Se destruímos a biodiversidade, esses produtos serão destruídos antes de serem conhecidos. Por exemplo, o princípio ativo da aspirina e de vários outros analgésicos foi inicialmente produzido a partir da seiva de uma planta selvagem do gênero *Gaultheria*. Se essas plantas tivessem sido extintas pela ação humana, talvez esses remédios não existissem hoje nas nossas prateleiras.



Figura 2.12: Planta do gênero *Gaultheria*, nessa planta foi descoberta inicialmente a substância utilizada para fabricar o ácido acetilsalicílico que é o princípio ativo de vários remédios usados para reduzir a dor e a febre (p. ex a aspirina). Esse é um exemplo do valor econômico da biodiversidade.

Fontes:

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:FountainSpringsWintergreen.png>

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aspirine.jpg>

Aluno: Legal, e que outros valores a biodiversidade pode ter?

Professor: A biodiversidade nos cerca sem que quase percebamos. Ela está nas madeiras dos nossos móveis, nas frutas que comemos e nas plantas dos nossos jardins. Todos eles são derivados de seres vivos que viviam na natureza e foram utilizados por nós. O ecoturismo também é uma atividade econômica ligada à biodiversidade para existir. Os turistas em geral querem ver paisagens preservadas habitadas por seres vivos típicos daquele ambiente.

A indústria turística que se formou em torno da observação de baleias e dos grandes animais das reservas da África são um bom exemplo disso.

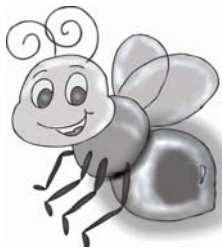


Figura 2.13: O ecoturismo de observação de baleias (como essa jubarte na foto) é um exemplo do valor associado a preservação da biodiversidade.

Fonte:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Humpback_stellwagen_edit.jpg

:: FIQUE LIGADO!! ::



Valores da biodiversidade

- **valores biotecnológicos:** os ecossistemas naturais são fontes de novos remédios, alimentos e fibras.
- **valores ecoturísticos:** o turismo envolvendo animais selvagens e ecossistemas preservados é uma atividade econômica cada vez mais importante
- **valores de patrimônio natural:** cada espécie de ser vivo é um patrimônio evolutivo único cuja extinção representa uma perda irre recuperável

Professor: Com isso, nós fizemos um pequeno apanhado de algumas questões importantes relacionadas à conservação desse gigantesco e ainda pouco conhecido patrimônio natural de nosso planeta: a biodiversidade.

10. EXERCÍCIOS SUGERIDOS

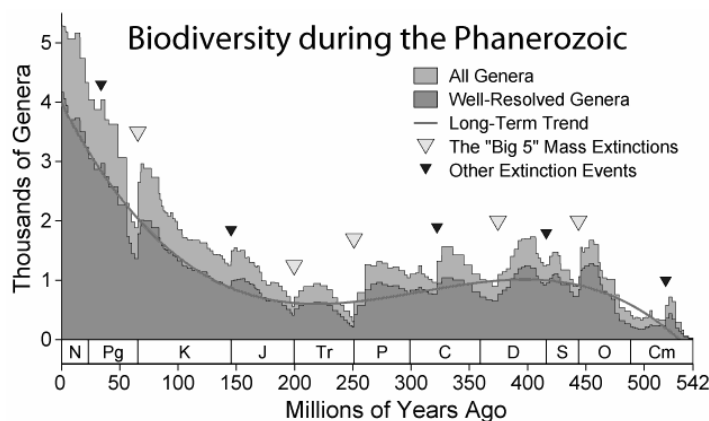


Figura 2.14: Número de gêneros de organismos marinhos calculados a partir dos fósseis encontrados nas rochas desde presente (ano zero) até 542 milhões de anos atrás. Os triângulos representam grandes eventos de extinção de espécies causadas por mudanças climáticas anteriores ao aparecimento da espécie humana (que data de menos de 1 milhão de anos atrás, a extinção dos dinossauros, por exemplo, aconteceu no triângulo situado entre o número 50 e 100 no gráfico).

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Phanerozoic_Biodiversity.png

Pergunta: Analisando o gráfico acima, qual parece ser o padrão geral de variação da biodiversidade marinha antes da revolução industrial humana: diminuição, estabilidade ou aumento? Justifique sua resposta.

11. RESUMO DA UNIDADE 2

- A biodiversidade é conjunto de espécies de seres vivos (animais, plantas, fungos e microorganismos) que habita nosso planeta. A atividade humana parece estar aumentando a velocidade com que essas espécies se extinguem e representa, portanto, um impacto negativo sobre a biodiversidade.

- Entre os fatores antrópicos que reduzem a biodiversidade podemos citar: a alteração de habitats, a superexploração (sobre-exploração) de recursos e a introdução de espécies exóticas invasoras.

- A alteração de habitats resulta da transformação de áreas selvagens em áreas urbanas e agrícolas onde muitas espécies nativas não conseguem sobreviver. Para controlar o processo de alteração de habitat são estabelecidas reservas de proteção da biodiversidade.

- Uma reserva deve ter um tamanho mínimo para manter populações mínimas viáveis das espécies a serem protegidas. Se as populações forem pequenas demais, elas correm risco maior de extinção devido a doenças genéticas decorrente do cruzamento entre parentes próximos (endocruzamento) ou por simples acidentes ao acaso que podem facilmente extinguir uma população muito pequena.

- Reservas pequenas podem ligadas por corredores proteção, chamados de corredores ecológicos, e com isso reduzir o risco de extinção de suas populações. Os corredores ecológicos, contudo, não podem ser muito estreitos devido ao impacto negativo que o ambiente externo a reserva tem sobre a área da borda da reserva, o chamado efeito de borda.

- A superexploração de recursos (também chamada de sobre-exploração) é a caça ou coleta de organismos além da capacidade da renovação das populações, levando a sua diminuição e eventual extinção. Várias espécies já foram extintas por sobre-exploração e são necessárias medidas de controle para que isso não venha a acontecer cada vez mais no futuro devido ao aumento da população e do consumo de recursos pela humanidade.

- Espécies exóticas invasoras são seres vivos (animais, plantas, etc.) introduzidos pelo ser humano em áreas onde não ocorriam anteriormente. Espécies invasoras podem produzir impactos negativos sobre os ecossistemas e extinguir espécies nativas diminuindo, com isso, a biodiversidade original de uma área.

UNIDADE 3 DE CÉLULAS A SOCIEDADES: A ARTE DE VIVER JUNTO



Figura 3.1: Peixes-palhaço (*Amphiprion ocellaris*) vivendo junto aos tentáculos venenosos de uma anêmona do mar (*Heteractis magnifica*), um animal cnidário que lembra uma planta. O peixe é imune ao veneno da anêmona e fica protegido de predadores no meio dos tentáculos urticantes, em contrapartida o peixe se alimenta de parasitos da anêmona e suas fezes fornecem nutrientes para ela. Um exemplo de cooperação entre organismo (mutualismo)

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Anemone_purple_anemonefish.jpg

INTRODUÇÃO

Professor: Olá, como vai você, caro aluno(a)? Nessa unidade iremos conversar sobre a cooperação entre organismos, chamada de **simbiose** ou **mutualismo**. Esse tipo de interação cooperativa pode ocorrer desde as células microscópicas que fazem parte dos nossos tecidos, até animais gigantes como baleias que vivem em bandos.

Aluno(a): Olha, que legal! Esse parece um assunto fascinante professor.

Professor: A cooperação entre organismos realmente tem vários aspectos muito interessantes. E, além disso, ela tem uma importância vital para nós humanos, já que só poderemos conseguir lidar com as consequências mudanças globais aceleradas que vivemos, se aprendermos a cooperar cada vez mais uns com os outros. Estudando a cooperação entre outros seres vivos, talvez possamos aprimorar a cooperação entre os seres humanos.

Aluno(a): É professor, mas eu não sei, não. Eu não tenho visto muita cooperação no mundo, os seres humanos parecem que adoram é se aproveitar uns dos outros.

Professor: Sim, às vezes parece difícil perceber a cooperação entre nós humanos. Mas, até o final dessa unidade espero ter demonstrado para você que o ser humano é a espécie de ser vivo que mais coopera em nosso planeta. Mas, antes de chegarmos aos seres humanos, vamos

começar com seres bem mais simples: as células que compõem o nosso corpo. Posso te propor uma pergunta?

Aluno(a): Claro, professor, manda ver.

Professor: Você sabe que as células que formam nosso corpo ajudam umas às outras (cooperam) para manter nosso corpo vivo. A pergunta é: Como elas sabem que devem se ajudar se elas não pensam? Afinal, nosso cérebro para pensar precisa de milhões de células funcionando. Como, então, uma célula sozinha, da nossa pele, por exemplo, “sabe” que precisa ajudar as outras células no nosso corpo?

1. COOPERAÇÃO E SELEÇÃO NATURAL

Aluno(a): Essa foi boa, professor, não sei. Me responda o senhor como é que a célula “sabe” que precisa cooperar com as outras células?

Professor: Na realidade, a célula provavelmente não sabe que deve cooperar com as outras. A cooperação entre as células, ao contrário da cooperação entre seres humanos (que pensam e planejam), deve ter surgido por seleção natural.

Aluno(a): A tal seleção natural do Darwin?

Professor: Isso mesmo. A atividade das células é programada pelos seus genes que são pedaços de uma fita de DNA que armazena essas informações. Quando uma célula se reproduz essa fita de DNA se duplica em fitas idênticas que vão programar as atividades das células filhas. Se houver um erro no processo de duplicação, uma das células filhas pode receber uma fita de DNA com algumas informações diferentes.

Aluno(a): Essa é uma célula mutante, não é?

Professor: Exatamente, se uma célula sofre uma mutação que faz com que ela coopere com outras células, trocando nutrientes, por exemplo, as filhas dessa célula mutante herdarão essa característica de sua mãe e começarão a cooperar entre si.

Aluno(a): Quer dizer que trocar nutrientes é uma forma de cooperação?

Professor: Pode funcionar como cooperação se cada célula se especializar em produzir um tipo de nutriente, assim como entre nós humanos os agricultores se especializam em produzir as verduras e os pecuaristas em produzir carne. A especialização muitas vezes permite um aumento de eficiência e uma redução de custos de metabolismo.

Aluno: Acho que entendi, então cada célula se especializa em produzir com eficiência um tipo de substância que a outra célula precisa e as duas trocam essas substâncias e ficam melhor do que estivessem sozinhas.

Professor: Corretíssimo, em um ambiente hostil, onde a sobrevivência é difícil, a capacidade de cooperar pode ter dado a essas células mutantes uma vantagem importante. Essa seria a origem de seres multicelulares como nós. Somos os descendentes das células que

ajudaram umas às outras e por isso conseguiram sobreviver. Nossas células cooperam não porque tenham inteligência, mas porque foram selecionadas por centenas de milhões de anos para fazer isso.

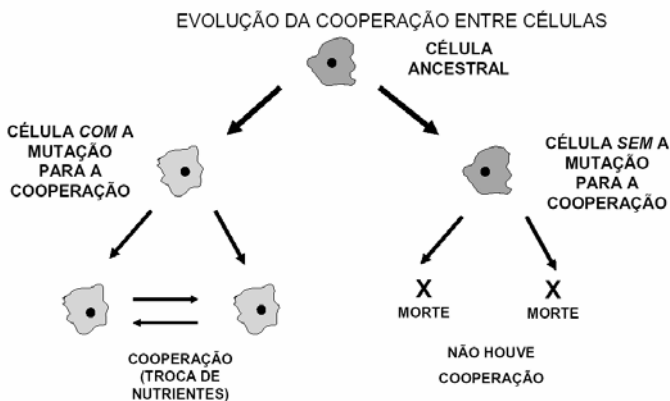


Figura 3.2: Diagrama simplificado mostrando como poderia ter acontecido a evolução da cooperação. Uma célula ancestral sofre uma mutação que induz as células mutantes a começar a se especializar em produzir e trocar nutrientes entre si aumentando com isso a sua eficiência metabólica. Em condições ambientais hostis, essas células que cooperam sobrevivem e se proliferam enquanto que as células sem essa mutação para cooperação morrem e são, com isso, eliminadas pela seleção natural.

Aluno(a): Olha só professor veja então que coisa triste. Nossas células se ajudam umas às outras, mesmo sem ter inteligência enquanto nós, seres humanos, que nos achamos tão inteligentes, muitas vezes não nos ajudamos tanto quanto deveríamos.

Professor: Bem colocado! O problema é que cooperar é algo sempre arriscado mesmo para as células.

Aluno(a): Como assim, professor?

2. COOPERAÇÃO E O RISCO DA EXPLORAÇÃO

Professor: Porque o inverso também pode acontecer. Imagine que você tenha um grupo de células que se ajudam trocando substâncias, e aí aparece outra célula mutante que explora os nutrientes liberados pelas células cooperadoras, mas não dá nenhum nutriente em troca. Essas células “aproveitadoras” começariam a crescer à custa das células cooperadoras e no final poderiam acabar com a eficiência da cooperação.

Aluno(a): Quer dizer que existe corrupção entre as células, também professor? (risos)

Professor: (risos). É preciso ter certo cuidado quando atribuímos características humanas às células, porque elas não pensam e planejam como nós fazemos. Mas, de qualquer forma, não deixa de existir algumas semelhanças entre seres humanos corruptos e as células aproveitadoras do nosso exemplo. O importante é que através desse exemplo você perceba que as relações de cooperação entre seres vivos ajudam eles a sobreviver, mas que a cooperação mutualística corre sempre o risco de se tornar um parasitismo se alguns dos participantes para de cooperar e começa só a se aproveitar.

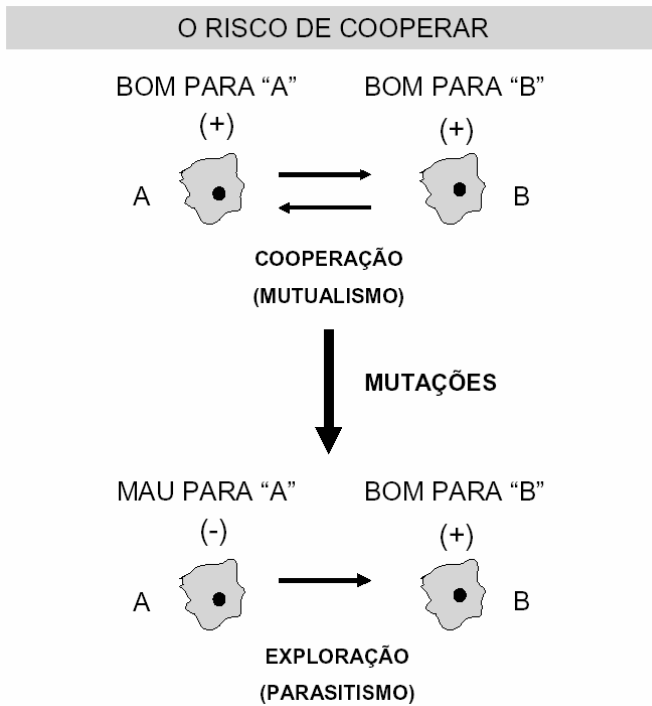


Figura 3.3: Durante a evolução da cooperação sempre existe o risco de mutações fazerem com que interações cooperativas (mutualísticas) se transformem em interações de exploração (parasitismo)

Aluno(a): Quer dizer, então, que as células do nosso corpo correm o risco de parar de ajudar uma às outras?

Professor: Correm sim. Um exemplo disso são os tumores e o câncer, que são justamente células mutantes que começam a se alimentar e crescer dentro de nosso corpo sem

contribuírem para o bem-estar geral, pelo contrário elas podem se tornar muito nocivas se formarem um tumor maligno que não para de crescer. Esse perigo selecionou em nosso corpo estratégias para detectar e controlar células mutantes cancerígenas.

Aluno: Interessante, quer dizer que nosso corpo tem um tipo de polícia de combate a corrupção? (risos)

Professor: Você gosta de comparar células com seres humanos, não é (risos)? O sistema imunológico de nosso corpo produz células especiais que identificam quimicamente as células cancerígenas e as destrói para evitar que um tumor se forme. É por isso que se o sistema imunológico de uma pessoa fica enfraquecido ela tem maior chance de desenvolver tumores.

Aluno(a): Isso acontece com quem tem AIDS, não é?

Professor: Isso mesmo. Um dos sintomas da AIDS (sigla em inglês para **S**índrome de **I**munodeficiência **A**dquirida) é justamente o aparecimento de tumores decorrentes da falência do sistema imunológico do pessoa, causada pelo vírus HIV. Esse é outro exemplo de como a cooperação entre nossas células é importante para o funcionamento do nosso organismo. Na realidade, mesmo que você isole uma única célula de nosso corpo continuam existindo interações de cooperação.

3. ENDOSIMBIOSE: A ORIGEM DAS MITOCÔNDRIAS E CLOROPLASTOS

Aluno(a): Agora eu não entendi professor. Como é que existe cooperação em uma única célula isolada? Com quem ela coopera se ela está sozinha?

Professor: Ela coopera internamente. Isso acontece por que tudo indica que cada uma de nossas células é composta de vários seres vivos que se uniram cooperativamente a centenas de milhões de anos atrás.

Aluno(a): Deixa ver se eu entendi. Você está dizendo que o meu corpo é feito de células e que cada célula do meu corpo é também feita de vários seres vivos, que estranho? Você tem certeza disso, professor?

Professor: Certeza absoluta eu não tenho, porque ninguém pode voltar no tempo para ver o que aconteceu a bilhões de anos atrás, mas existem varias “pistas” que indicam que foi isso que aconteceu. Você já deve ter ouvido falar das mitocôndrias e cloroplastos.

Aluno(a): Já ouvi sim, não são elas que produzem energia para a célula viver?

Professor: Exato. Os cloroplastos e mitocôndrias são comparados as “usinas de força” das células. Os cloroplastos produzem energia química usando a luz do sol, através da fotossíntese, enquanto que as mitocôndrias geram energia a partir da respiração de açúcares e gorduras. Sem cloroplastos ou mitocôndrias a maioria das células sofreriam de uma falta crônica de energia química para viver.

Aluno(a): Mas, qual a relação disso com a cooperação?

Professor: A relação surgiu quando os cientistas descobriram que as mitocôndrias e cloroplastos possuíam suas próprias fitas de DNA e eram capazes de se reproduzir como se fossem pequenas células vivendo dentro de uma célula maior. Essa foi uma das pistas que levou a idéia de que as nossas células se formaram pela união de várias pequenas células de bactérias que começaram a cooperar e viver juntas em simbiose.

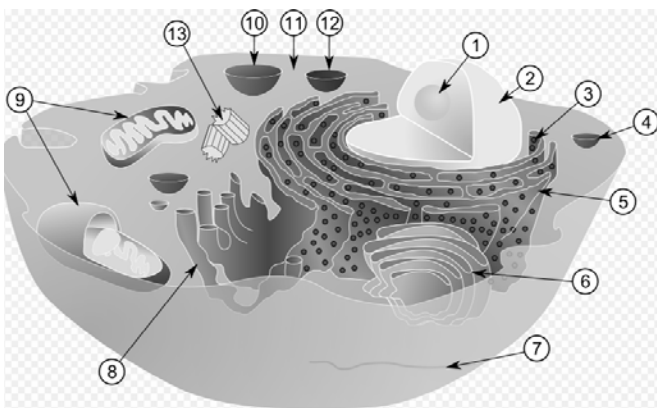


Figura 3.4: Diagrama de uma célula complexa (eucarionte) com os seus componentes, o número 9 representam as mitocôndrias e o 13 os centríolos. Essas duas organelas (assim como os cloroplastos das algas e vegetais) provavelmente já foram bactérias de vida livre que foram englobadas por uma célula maior e passaram a viver em simbiose. (os outros números representam: 1-Nucléolo, 2-Núcleo celular, 3- Ribossoma, 4-Vesículas de secreção, 5-Retículo endoplasmático rugoso, 6-Aparelho de Golgi, 7- Citoesqueleto, 8-Retículo endoplasmático liso, 9-Mitocôndria, 10-Vacúolo, 11-Citosol, 12-Lisosoma, 13-Centríolo

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biological_cell.svg

Professor: Acredita-se que as primeiras células que surgiram eram pequenas e simples, parecidas em alguns aspectos com as bactérias modernas e que algumas delas se tornaram predadoras englobando as outras e as digerindo. As células mais complexas teriam surgido quando uma dessas células em vez de digerir sua presa começou a viver em cooperação com ela, essas células não digeridas passaram a ser os ancestrais das mitocôndrias e dos cloroplastos.

Aluno(a): Mas professor, se as mitocôndrias cooperam com as células, elas podem começar a explorar a célula também? Como se fosse um tipo de câncer?

Professor: Sim, como vimos, a cooperação corre o risco de se tornar parasitismo se um do parceiros parar de cooperar e começar a explorar. Mitocôndrias e cloroplastos podiam começar

a se proliferar como mini-células cancerosas dentro de nossas células. Contudo, nossas células evoluíram algumas defesas contra esse risco.

Aluno(a): É mesmo? Que defesas?

Professor: Ao longo de milhões anos de evolução grande parte dos genes das fitas do DNA das mitocôndrias e cloroplastos foi transferido dessas “mini-células” para o núcleo central da célula. Isso impede que elas cresçam e se reproduzam sem a ajuda do núcleo. Isso provavelmente foi selecionado porque mantém o crescimento das mitocôndrias e cloroplasto sobre controle e evita o aparecimento de um “câncer mitocondrial”.

Aluno(a): Isso é muito legal! Eu queria poder usar uma máquina do tempo para poder ver esse processo de simbiose entre a células e mitocôndrias acontecendo na minha frente. Pena que não existe maquina do tempo (risos).

Professor: É realmente uma pena que não exista uma máquina do tempo para voltarmos a um bilhão de anos atrás e acompanharmos a formação da simbiose entre células, mitocôndrias e cloroplastos. Porém, mesmo hoje em dia podemos observar fenômenos parecidos com esses acontecendo na nossa frente

Aluno(a): É mesmo? Isso é possível?

4. ENDOSIMBIOSE ENTRE MOLUSCOS E CLOROPLASTOS

Professor: Sim, é possível porque outros organismos estão, no presente momento, começando a estabelecer simbioses parecidas com as que ocorreram a milhões de anos atrás. Um exemplo muito interessante foi descoberto quando os pesquisadores começaram a estudar o que podemos chamar de “o mistério da lesma marinha”.

Aluno: O mistério da lesma marinha (risos)? Que mistério é esse, professor?

Professor: Esse “mistério” começou quando cientistas descobriram uma espécie de lesma marinha (um molusco parente do caracol) que podia ficar meses sem comer. Outros animais conseguem ficar sem comer meses parados em estado de dormência, mas essa lesma conseguia ficar sem comer durante meses estando acordada e ativa. Isso chamou atenção dos cientistas que resolveram estudar mais a fundo esse animal.



Figura 3.5: Foto da lesma-marinha da espécie *Elysia chlorotica* (Molusca) pesquisas revelaram que essa espécie é capaz de assimilar os cloroplastos das algas que se alimentam. Dentro das células da lesma os cloroplastos passam a viver simbioticamente realizando fotossíntese e fornecendo açúcares para a lesma em troca de sais minerais. (veja uma foto colorida desse animal no final dessa unidade)

Fonte:

<http://www.pnas.org/content/105/46.cover-expansion>

Aluno(a): E o que eles descobriram?

Professor: Eles viram algo fascinante. Essa lesma era capaz de se alimentar de uma espécie de alga e digerir as células da alga sem, contudo, digerir os cloroplastos. Os cloroplastos da alga eram absorvidos pelas células do intestino da lesma e ficavam vivos dentro das células da lesma fazendo fotossíntese e produzindo açúcares. Era assim que a lesma conseguia ficar viva meses sem comer, ela roubava os cloroplastos das algas que comia e vivia a base de fotossíntese. Não é incrível?

Aluno(a): Incrível mesmo, professor. Bem que eu poderia fazer o mesmo, comer muito alface e depois viver de fazer fotossíntese com os cloroplastos do alface (risos).

Professor:: Seria muito bom mesmo (risos). Bastaria você pegar Sol que não passaria fome nunca mais (risos). Infelizmente, mesmo que você conseguisse englobar os cloroplastos vivos do alface que você come, eles não viveriam muito tempo dentro das suas células.

Aluno(a): É mesmo? Porque não?

Professor: Porque lembra o conversamos sobre como a célula evita que as mitocôndrias e cloroplastos deixem de cooperar e passem a explorar a célula?

Aluno(a): Há sim, aquela história das mitocôndrias e cloroplastos não terem a fita de DNA completo.

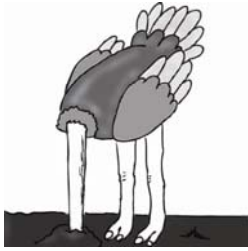
Professor: Isso mesmo. Durante a evolução da simbiose entre células e cloroplastos o núcleo da célula das plantas “roubou” alguns genes essenciais do DNA do cloroplasto. As células animais fizeram o mesmo roubando algum dos genes das mitocôndrias. Com isso, mitocôndrias e cloroplastos são mantidos sobre controle pelo núcleo da célula, o que evita que eles se transformem em parasitos das células. A questão é que o alface possui esses genes que ele roubou dos cloroplastos, mas você não possui. Por isso mesmo que você assimilasse os cloroplastos da alface eles morreriam em poucos dias por falta dos nutrientes fabricados pelo DNA do núcleo.

Aluno(a): Mas, espere aí, professor. Você falou que aquela lesma marinha conseguia fazer fotossíntese durante meses, como ela pode fazer isso se ela é um animal e não possui os genes para manter os cloroplastos vivos?

Professor: Esse é o aspecto mais fascinante do nosso “mistério da lesma-marinha”. Estudando o DNA do núcleo dessa lesma, pesquisadores descobriram genes que até então só eram encontrados no núcleo de algas e vegetais. Aparentemente em algum momento a milhões de anos a lesma conseguiu transferir genes do genoma da alga para si. Com isso ela consegue manter os cloroplastos, que ela absorve da alga, vivos dentro dela por muitos meses.

Aluno(a): Então a alga roubou os genes do cloroplasto para mantê-los sobre controle e depois a lesma roubou os mesmos genes da alga. Dizem que ladrão que rouba ladrão tem cem anos de perdão (risos).

:: FIQUE POR DENTRO!! ::



Alguns genes essenciais do cloroplasto > transferência > núcleo das células da alga > transferência > núcleo das células da lesma marinha

Professor: (risos). Mais ou menos assim. Mas lembre-se que a alga não roubou os genes “para” manter os cloroplastos sobre controle, porque algas não pensam e planejam como nós. Isso deve ter acontecido por acaso a longo da história evolutiva e foi selecionado por que trazia vantagens para sobrevivência e reprodução da alga. E quanto ao ditado popular sobre ladrão que rouba ladrão, quer dizer então que em uma sociedade em que todo mundo rouba todo mundo, todo mundo estaria perdoado? Acho que isso não ia funcionar bem (risos).

Aluno(a): (risos). Gostei bastante dessa estória sobre a lesma “ladrona de genes”, professor. Que outros fatos interessantes você teria para contar sobre a evolução da cooperação?

5. COOPERAÇÃO EM SOCIEDADES DE INSETOS

Professor: Outro aspecto fascinante relacionado a cooperação tem a ver com a evolução das sociedades dos insetos. Formigas, abelhas, cupins e outros insetos formam grandes sociedades cooperativas de indivíduos. Isso nos leva a um mistério parecido com as células do nosso corpo. Esses insetos têm um cérebro do tamanho de alfinete ou menor ainda, como será que eles conseguem trabalhar tão bem em conjunto sem uma inteligência muito sofisticada?

Aluno(a): A resposta então deve ser parecida com a das células, seria por seleção natural?

Professor: Muito bom! Uma hipótese para explicar a evolução da cooperação nesses insetos seria justamente a seleção de mutações ao acaso ao longo de milhões de anos que favoreceu a vida cooperativa nesses animais. Mas assim como nas nossas células a cooperação implica em riscos...

Aluno(a): Já sei professor! Existe o risco de aparecer uma abelha “corrupta” mutante que só se aproveite do trabalho das outras e não faça nada em troca (risos).

Professor: Abelha “corrupta”, essa foi boa (risos)! Assim como nas nossas células, de vez em quando devem aparecer mutantes nas colméias ou ninhos que começam a explorar seus companheiros em vez de cooperar com eles. Talvez isso tenha selecionado como essas sociedades de insetos funcionam.

Aluno(a): É mesmo? Como assim?

Professor: Nas sociedades mais complexas de insetos (chamadas de **eusociais**) a maior parte dos indivíduos é estéril, incapaz de reproduzir, somente uma ou algumas poucas fêmeas são férteis (as “rainhas” da colônia). Isso pode ser fruto da especialização, que aumenta a

eficiência da cooperação, mas também pode ser uma estratégia que evoluiu para diminuir o risco de exploração entre os indivíduos dessa colônia.

Aluno(a): Não entendi. Como é que o fato de só a rainha ser fértil ajuda a manter a cooperação dentro da colônia?



Figura 3.6: Colônia de cupins. No centro o gigantesco abdômen da rainha fértil do cupinzeiro cercado por operárias estéreis que trabalham cooperativamente para cuidar dos ovos e larvas produzidas pela rainha.

Fonte:

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/ants/queen-06.html>

Professor: Porque em uma colônia de insetos eusociais todos os indivíduos tendem a ser parentes muito próximos, filhos da mesma rainha, e a única forma dos operários e soldados estéreis da colônia se perpetuarem é ajudando a criar seus primos e sobrinhos, os filhos da rainha fértil. Isso favorece a evolução da cooperação. Isso é chamado de **seleção de parentesco**.

Aluno(a): Interessante! Isso me fez lembrar uma tia minha que não teve filhos, mas que ajudou a irmã dela a cuidar dos sobrinhos.

Professor: A idéia por trás da seleção de parentesco é a de que características que quando ajudamos parentes próximos a sobreviver indiretamente estamos ajudando nossos próprios genes, porque parentes próximos compartilham mais genes em comum. Quando um inseto operário estéril trabalha cooperativamente para conseguir que os ovos da rainha fértil se desenvolvam e eclodam, ele está com isso também favorecendo os seus próprios genes que tem em comum com a rainha.

Aluno(a): Então é como se ele estivesse se reproduzindo indiretamente através dos genes da rainha.

Professor: Isso mesmo. Isso favorece a colônia de insetos sociais a funcionar como um grande time, quase como um **super-organismo** em que cada inseto é como a célula de um só corpo. O mais incrível é que há alguns anos atrás foi descoberto que o mesmo pode acontecer com algumas espécies de mamíferos que formam sociedades parecidas com as dos insetos eusociais.

6. MAMÍFEROS EUSOCIAIS

Aluno(a): Um mamífero parecido com um inseto social? Como pode ser isso?

Professor: Parecido no tipo de estrutura social. Esses mamíferos são pequenos animais na África com aspecto de ratos e que passam suas vidas inteiras em tocas subterrâneas, por isso eles foram chamados de “ratos-toupeira”. Descobriu-se que em um bando de ratos-toupeira, onde pode haver mais de 100 indivíduos, somente uma fêmea dá a luz aos filhotes. Fora essa fêmea, e alguns machos com quem ela se acasala, todos os outros ratos-toupeira da colônia não se reproduzem e cooperam para cavar e defender os túneis em que vivem e para procurar alimentos para a colônia.



Figura 3.7: O rato-toupeira (*Heterocephalus glaber*) da foto é uma das 2 espécies de ratos-toupeira que apresenta eusocialidade. Somente um casal em uma colônia é fértil enquanto os outros membros da colônia não se reproduzem, numa estrutura que lembra uma colônia de insetos. Os olhos atrofiados e a pele nua provavelmente evoluíram como uma adaptação a vida em tocas subterrâneas quentes e sem luz.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Naked_Mole_Rat_Eating.jpg

Aluno(a): É, realmente, esse mamífero parece mais uma abelha, tem rainha e tudo mais (risos).

Professor: Sim, os ratos toupeiras são mesmo fascinantes com seu padrão social que lembra os dos insetos. Mamíferos e aves, contudo, apresentam uma diferença fundamental em relação aos insetos: um sistema nervoso muito mais sofisticado.

Aluno(a): E como isso afeta a questão da cooperação ?

Professor: Afeta porque permite a animais com sistemas nervosos mais complexos planejar suas ações futuras e se lembrar com mais detalhes de episódios passados. Isso vai transformar a cooperação em um jogo muito mais complicado. Para entendermos melhor isso vou te propor um jogo imaginário, você quer jogar?

Aluno(a): Claro que quero, eu adoro jogos, manda ver.

7. O “DILEMA DO PRISIONEIRO”

Professor: Esse jogo chama-se o “**Dilema do Prisioneiro**” trata-se de um jogo simples, mas que nos permite entender vários aspectos relacionados a cooperação e simbiose. Imagine que você e um colega seu foram presos e acusados de um crime. Durante o interrogatório vocês dois são confrontados com duas escolhas: ou você inocenta ou seu colega o denuncia ele. Isso leva a quatro possibilidades.

- 1- Você inocenta seu colega e ele te inocenta: os dois pegam uma pena leve e são soltos logo.
- 2- Você inocenta seu colega e ele te denuncia: você pega uma pena pesada e seu colega é solto por ter ajudado a polícia
- 3- Você denuncia seu colega e ele te inocenta: você é solto por ter ajudado a polícia e seu colega pega uma pena pesada.
- 4- Você denuncia seu colega e ele te denuncia: os dois pegam penas pesadas

Professor: E aí, meu caro aluno(a) o que você faria nessa situação imaginária, você inocentava ou denunciava o seu amigo?

Aluno(a): Bom professor, eu gostaria de inocentar ele, mas se ele me denunciasse eu iria para a cadeia por um tempão e o ingrato do meu falso amigo ia ficar livre. É uma escolha difícil...

Professor: Essa é idéia por trás do jogo. Se os dois cooperam é bom para os dois, porém existe sempre o risco de um querer explorar o outro e se dar bem a custa dele. O dilema do prisioneiro é um jogo matemático que pode ser usado para simular as interações de cooperação entre organismos. Estudando esse jogo os cientistas chegaram a conclusão de que se organismos interagem frequentemente com os mesmos parceiros, e se eles possuem uma certa capacidade de memória e planejamento, é possível usar algumas estratégias simples para garantir o sucesso da cooperação e se proteger contra a exploração.

Aluno(a): Que estratégias são essas, professor?

Professor: Os organismos podem escolher **cooperar com aqueles que já cooperaram com eles no passado** e evitar cooperar com quem teve atitudes exploradoras. Com isso, vai surgindo um grupo de organismos cooperadores que ao mesmo tempo se protegem da exploração. O interessante é que foi possível observar na natureza animais que fazem justamente isso.

Aluno(a): Essa estratégia faz bastante sentido, mas existe realmente um animal que use ela? Deve ser um animal bem inteligente.

Professor: Como já dissemos, mamíferos e aves possuem cérebros grandes e são capazes de estratégias de comportamento flexíveis. Um exemplo muito interessante de estratégias de cooperação desse tipo foi aquela descoberta em morcegos que sugam sangue (hematófagos)

8. RECIPROCIDADE ENTRE MORCEGOS VAMPIROS

Aluno(a): Professor, uma dúvida, todo o morcego chupa sangue?

Professor: Não, de forma alguma. No Brasil existem mais de 150 espécies diferentes de morcegos, dessas somente 3 se alimentam de sangue. As outras comem insetos, frutos e até peixes dependendo da espécie.

Aluno(a): E qual foi a descoberta que fizeram sobre esses que chupam sangue?



Figura 3.8: Morcego vampiro comum (*Desmodus rotundus*) descobriu-se que essa espécie reparte parte de suas refeições de sangue com outros morcegos que por acaso não conseguiram alimento em uma determinada noite

Fonte:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Desmodus.jpg>

Professor: Descobriu-se que uma das espécies de morcego vampiro era capaz de dar uma parte (regurgitar) do sangue para um outro morcego que não havia conseguido sugar sangue naquela noite. Esse comportamento ajuda, em muito, a sobrevivência desses animais já que eles podem ficar seriamente subnutridos se não conseguissem achar uma presa por duas noites consecutivas.

Aluno(a): Morcegos vampiros se ajudando essa, eu não imaginava (risos).

Professor: O mais curioso dessa pesquisa foi verificar que os morcegos davam preferência a ajudar ou morcegos conhecidos (que freqüentavam os mesmos abrigos com eles há muito tempo) ou então parentes. Através de experimentos em cativeiro foi possível demonstrar, inclusive, que os morcegos formavam duplas(em geral duas fêmeas, não necessariamente parentes próximas) de “amigas” que forneciam sangue uma a outra se uma delas passava fome. Isso é uma demonstração daquilo que vínhamos conversando até agora: a influência do parentesco e da reciprocidade sobre a cooperação.

Aluno(a): Reciprocidade?

Professor: Como vimos, ao falar sobre o dilema do prisioneiro, cooperar implica em uma troca recíproca de benefícios que é mais garantida quando os parceiros, por se conhecerem previamente, têm uma maior certeza que seu ato cooperativo será retribuído. O fato dos morcegos darem preferência a indivíduos conhecidos seria uma forma de tentar garantir essa reciprocidade na cooperação.

Aluno(a): Uma mão lava a outra....

Professor: Exatamente. Reciprocidade entre indivíduos que não são unidos por laços fortes de parentesco é um fenômeno relativamente raro na natureza, já que implica na capacidade de lembrar e reconhecer quem são os parceiros que realmente retribuem cooperação com cooperação em vez de retribuir com exploração. Essa capacidade de discernir e planejar atinge o ápice, entre os seres vivos, no ser humano, que com isso consegue estabelecer que redes de cooperação mais complexa que qualquer outro animal.

Aluno(a): Já sei, é aquilo que você tinha falado no começo da unidade, que o ser humano é o ser que mais coopera em nosso planeta.

9. COOPERAÇÃO E EXPLORAÇÃO EM SOCIEDADES HUMANAS

Professor: Sim, às vezes não nos damos conta do grau de cooperação envolvido no funcionamento de uma sociedade como a nossa. Veja, por exemplo esse livro que você está lendo agora.

Aluno(a): O que tem esse livro?

Professor: Pense no número de pessoas que tiveram que trabalhar cooperativamente para fabricar esse livro que você está lendo nesse exato momento. Desde as pessoas que plantaram e cortaram as árvores para fabricar a polpa do papel, os operários da fábrica de papel e nós professores que escrevemos os textos. Isso sem contar os agricultores que produziram a comida que alimentou lenhadores, operários e professores. É provável que existam milhares de pessoas trabalhando em conjunto para produzir um livro e isso vale também para todos os objetos que usamos no dia a dia.

Aluno(a): Eu ainda não havia pensado dessa forma, professor, realmente é muito complexo.

Professor: Hoje em dia, com a internet e o sistema de transportes rápidos, a rede de cooperação humana se estende por vários continentes. Uma pessoa na Europa pode estar calçando uma sandália fabricada no Brasil que foi levada para lá em um navio feito de aço australiano com uma tripulação chinesa (risos). Essa imensa rede de cooperação entre seres humanos, contudo, traz também um imenso risco que ameaça todo processo de cooperação.

Aluno(a): Já sei, professor, o risco da exploração.

Professor: Isso mesmo. Na realidade, existe todo um gradiente de possibilidades desde a cooperação mais perfeita, onde todas as partes são igualmente beneficiadas, passando por trocas desiguais, onde uma parte é mais beneficiada do que outra, até as formas de exploração mais brutais, onde somente uma das partes se beneficia às custas da outra. Todas essas variações podem ser encontradas nos seres vivos, mas os seres humanos conseguiram, com sua inteligência, desenvolver novas formas de cooperação e também, infelizmente, novas formas de exploração.

Aluno(a): Mas será que não existe alguma maneira de aumentar a cooperação e reduzir a corrupção entre os seres humanos? Seria tão bom.

Professor: Possível é, mas é necessário romper um círculo vicioso. Quando se vive em uma cultura marcada pela exploração e corrupção, as pessoas têm receio de cooperar e são tentadas a obter as vantagens de curto prazo que a exploração proporciona. Por outro lado, quanto mais as pessoas cooperam entre si, mais confiável a sociedade se torna, o que cria um círculo **virtuoso** em que cooperação estimula mais cooperação. É necessária também a existência de uma imprensa livre que denuncie os atos de corrupção e uma justiça eficiente que puna esses atos.

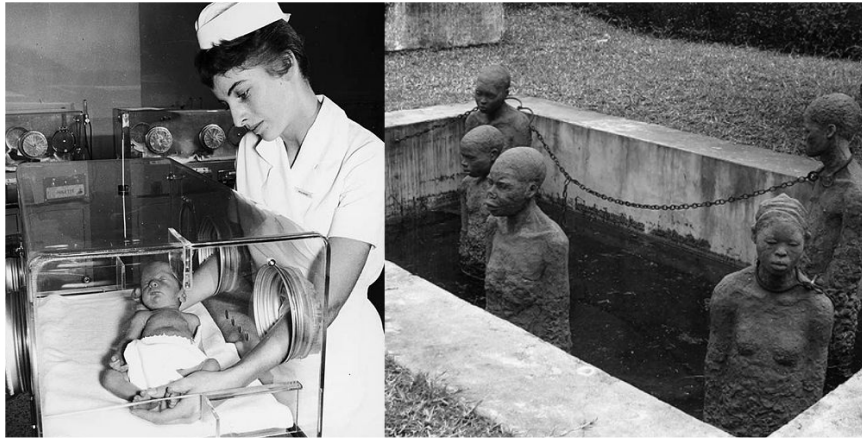


Figura 3.9: Enfermeira cuidando de um bebê prematuro e um monumento em homenagem as vítimas do tráfico de escravos, essas fotos retratam as várias facetas que a interações entre os seres humanos podem adquirir, desde a mútua cooperação até a exploração total.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Newborn-incubator-toronto.jpg>
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Monument_to_slaves_in_Zanzibar .jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Monument_to_slaves_in_Zanzibar.jpg)

10. RESUMO DA UNIDADE 3

-Interações cooperativas em que dois ou mais organismos se beneficiam mutualisticamente são encontrados em todos os grandes grupos de seres vivos. Interações cooperativas podem evoluir a partir de mutações que aumentem a chance de sobrevivência desses organismos.

-Embora a cooperação favoreça os organismos nela envolvidos, existe sempre o risco de que surjam mutantes que explorem seus parceiros sem nada dar em troca, transformando o mutualismo em parasitismo.

-As células mais complexas (eucariontes) aparentemente surgiram de interação simbióticas entre uma célula que englobou outras células que passaram a existir dentro dela como parceiros cooperativos (endossimbioses) essa seria a origem de organelas celulares como mitocôndrias e cloroplastos

-Insetos sociais, como abelhas e cupins, representam outro exemplo de cooperação entre organismos, o fato de existir em geral uma única fêmea fértil em cada colônia aumenta o grau de parentesco genético o que diminui as chances de que a cooperação seja substituída por exploração.

-A cooperação entre animais sem parentesco próximo é favorecida pela capacidade de memorizar e reconhecer parceiros que retribuíram o ato cooperativo no passado, esse tipo de cooperação implica na existência de um sistema nervoso complexo.

-O ser humano com sua inteligência complexa desenvolveu extensas redes de cooperação que são a base das sociedades modernas. Essa capacidade humana para a cooperação coexiste com uma capacidade igualmente poderosa para explorar o meio-ambiente e sua própria espécie.

BANCO DE IMAGENS



Figura 3.10: Na foto acima podemos ver um indivíduo da lesma marinha (*Elysia chlorotica*) e a foto ampliada da alga (*Vaucheria litorea*) da qual ela se alimenta. Essa lesma é capaz de assimilar os cloroplastos da alga dentro das células do céu tubo digestivo (visto na foto como um conjunto de vasos ramificados) onde eles ficam vivos durante meses. Ela é capaz também de distender seu corpo e adquirir a forma achatada mostrada na foto. Qual seria a vantagem dessa forma achatada para a lesma?

Fonte: <http://www.plantphysiol.org/content/vol123/issue1/cover.dtl>

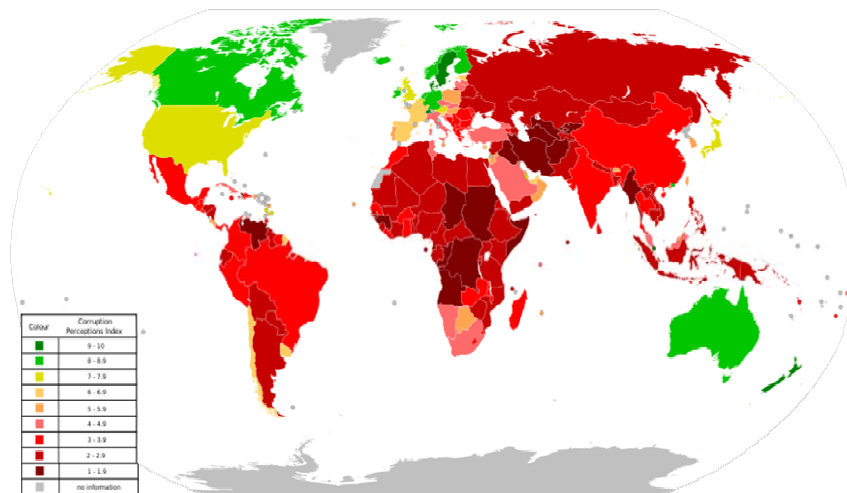


Figura 3.11: O mapa acima mostra a variação do grau de corrupção de diferentes países em 2009 segundo a ONG, Transparency International. Quanto mais vermelho-escuro a cor maior a corrupção na sociedade e quanto mais verde menor a corrupção. Os países com menor grau de corrupção (ex. Suíça, Suécia, Austrália e Canadá) em geral possuem democracias que funcionam há mais tempo (mais de 50 anos seguidos sem ditaduras) e onde vários partidos têm liberdade para alcançar o poder. Existiria uma relação entre esses dois fatos (democracia duradoura e baixo nível de corrupção) ou é pura coincidência?

Fontes: <http://commons.wikimedia.org>

http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2009/cpi_2009

MEIO AMBIENTE E BEM ESTAR HUMANO: UMA ABORDAGEM ECOLÓGICA

INTRODUÇÃO

Professor: Oi, tudo bem? Pronto para mais uma unidade?

Aluno(a): Olá professor, tudo bem. O que nós vamos estudar nessa unidade?

Professor: Nessa unidade nós vamos ver como o meio ambiente que nos cerca está relacionado a nosso bem estar, seja como indivíduo, seja como sociedade. Aqui iremos integrar vários conhecimentos que vimos nas unidades anteriores e conversar sobre qualidade de vida e bem-estar a partir do ponto de vista da ecologia.

Aluno(a): Olhe só, parece bem interessante.

Professor: Interessante e importante já que estamos em um momento da história em que muitas pessoas buscam como construir sociedades e economias que proporcionem maior qualidade de vida de forma mais sustentável para seus cidadãos.

Aluno(a): E por falar nisso, o que significa exatamente essa palavra “sustentabilidade” que eu vejo e ouço toda a hora nos jornais e TV?

Professor: Sustentabilidade é a capacidade de obter ganhos e vantagens no presente sem com isso prejudicar os ganhos futuros. É uma idéia que pode se aplicar desde países inteiros até com nossas próprias vidas.

Aluno(a): Nossas vidas, como assim?

Professor: Por exemplo, um agricultor que planta sem cuidar do solo ou uma pessoa que contrai empréstimos acima da sua capacidade de pagamento estão adotando estratégias não sustentáveis de vida, da mesma forma que um país que explora seus recursos naturais de forma predatória sem pensar nas conseqüências futuras.

Aluno(a): Quer dizer que a sustentabilidade pode se aplicar a nossa vida também?

Professor: Pode sim. Outro exemplo seria o de uma pessoa que faz uso pesado de álcool ou drogas para obter uma sensação de bem-estar. Essa pessoa esta criando um bem-estar no presente à custa da perda do seu bem-estar futuro, já que sua saúde irá ser prejudicada mais tarde. Podemos dizer que sua forma de obter bem-estar é pouco sustentável.

Aluno(a): Bem estar sustentável, gostei dessa idéia.

Professor: Na realidade podemos pensar como o bem-estar (e o mal estar) que sentimos no nosso dia a dia pode ser visto de um ponto de vista da ecologia e da fisiologia (“a ecofisiologia”). Por exemplo, que coisas lhe fazem sentir bem estar?

Aluno(a): Várias coisas, professor, estar junto com os amigos e família fazendo coisas interessantes.

1. BEM-ESTAR, ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

Professor: Cada pessoa tem os seus gostos pessoais em termos de bem-estar, mas provavelmente devem existir alguns fatores em comum, relacionados a biologia, que proporcionam bem-estar a quase todo mundo.

Aluno(a): Como assim?

Professor: Em termos de eco-fisiologia o bem-estar deve ser uma sensação que ajudou nossos ancestrais a sobreviver no ambiente em que a espécie humana evoluiu. Por exemplo, qual a temperatura ambiente que lhe proporciona maior bem estar?

Aluno(a): Deixe eu pensar....acho que em torno de 25 a 27 graus.

Professor: Examinando os fósseis verificamos que nossos antepassados viveram durante milhões de anos na África tropical, onde a temperatura varia entre 20 e 30 graus Celsius e nosso corpo evoluiu adaptado a esse tipo de temperatura. Por isso nosso cérebro foi selecionado para produzir uma sensação de bem estar quando estamos em um ambiente com essa temperatura. Quando a temperatura se afasta dessa média nosso cérebro produz uma sensação de mal-estar. Essas sensações de bem-estar e mal-estar térmico ajudam, portanto a procuramos ambientes em que a temperatura é ideal para nossa fisiologia. É provável que cada espécie de mamífero tenha sido selecionada para sentir bem-estar na temperatura em que sua fisiologia funciona melhor.

Aluno(a): Cada espécie de mamífero? Como assim?

Professor: Pense, por exemplo, em um urso-polar que evoluiu durante milhões de anos em lugares muito frios. Seu corpo é coberto por pelos transparentes que aprisionam o calor solar (semelhante ao efeito estufa) e ele possui uma grossa camada de gordura embaixo da pele que funciona com um isolante térmico. Como a fisiologia dele funciona melhor em temperaturas próximas ou mesmo abaixo de zero graus Celsius, eles devem ter sido selecionados durante milhões de anos para se sentirem bem em um ambiente a zero graus. Isso faz com que eles evitem ambientes mais quentes onde eles poderiam até morrer de calor. Na realidade se ele permanecer em um ambiente com temperatura acima de 10 graus ele começa a sofrer de super-aquecimento!

Aluno(a): Quer dizer então o bem-estar é uma adaptação evolutiva?

Professor: Em parte, sim. É claro que existem também gostos e prazeres pessoais que adquirimos ao longo de nossa vida e que representam fatores pessoais e culturais. Mas uma parte do nosso bem-estar é influenciada pela nossa biologia e nosso passado evolutivo. Um exemplo disso é nossa alegria nos dias de sol. Você se sente mais alegre em um dia de sol ou em um dia de chuva?



Figura 4.1: Para se sentirem bem no mesmo ambiente gélido em que o urso polar fica a vontade, com sua grossa camada de gordura e pelos que absorvem calor, os seres humanos (com esses dois nativos do norte do Canadá) são obrigados a usar pesados casacos de proteção.

**Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polar_Bear_2004-11-15.jpg
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inuit_Grandma_1_1995_06_11.jpg**

Aluno: Bom professor, dias de chuva são bons para dormir (risos). Mas certamente um dia de sol, especialmente se não estiver muito quente me deixa mais alegre.

Professor: Esse parece ser um padrão comum entre nós seres humanos. Dias claros e ensolarados nos parecem mais “alegres” enquanto dias nublados parecem ser mais “tristes”. Nos países do norte da Europa e Estados Unidos, por exemplo, durante o inverno o dia dura muito pouco e a luz do Sol é fraca. Nesses lugares o número de pessoas sofrendo de tristeza profunda (depressão) aumenta significativamente no inverno.

Aluno(a): E como é que a biologia explica porque ficamos em geral mais alegres nos dias de sol?

Professor: Como já vimos, nossa espécie evoluiu em ambientes tropicais e ensolarados em que não haviam invernos rigorosos e sombrios. Além disso, somos animais de hábitos diurnos cuja a visão só funciona bem em condição de boa iluminação, essas características biológicas do ser humano devem ter selecionado a nossa resposta positiva de bem-estar em relação a luz. É por isso também que a luz em geral é vista como um símbolo positivo na nossa cultura enquanto a escuridão é vista como algo negativo.

Aluno(a): Mas se isso é verdade professor então um animal noturno como um morcego ou uma coruja deve sentir o oposto da gente, a escuridão é que deve deixar eles alegres (risos).

Professor: Muito bem pensado! Animais noturnos possuem sentidos adaptados para funcionar com luz escassa é de se esperar que eles tenham sido selecionados para se sentir bem em ambientes sombrios.



Figura 4.2: Muitas espécies de coruja são noturnas e possuem olhos extremamente sensíveis em condições de pouca luz. Seres humanos, por outro lado, evoluíram adaptados a vida diurna. Essas diferenças biológicas provavelmente explicam porque em geral pessoas sentem mais alegria em dias de sol.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/>

Professor: Essas características biológicas acabam afetando a forma de planejar os ambientes em que vivemos. Se construirmos os lugares em que moramos e trabalhamos de forma que eles favoreçam as temperaturas e luminosidade a que estamos mais bem adaptados isso aumentará o nosso bem estar. É claro que podemos corrigir o nosso ambiente usando ar-condicionado e iluminação artificial, mas essas soluções mais caras podem ser evitadas, ou seus custos reduzidos, se planejarmos as nossas construções para criar as condições que nos fazem sentir bem.

Aluno(a): Concordo com você, professor. Aqui em casa, por exemplo, as janelas não pegam o sol da tarde e isso alivia muito o calor no verão.

2. ECOLOGIA HUMANA: O SEDENTARISMO NAS SOCIEDADES MODERNAS

Professor: Muito bem. Outro aspecto que relaciona nossa biologia com saúde e bem estar é a crescente tendência ao sedentarismo e o aumento da obesidade nas sociedades humanas modernas.

Aluno(a): Nem me fale disso, professor. Eu andei ganhando uns quilinhos a mais que não consegui perder. Eu morro de inveja de um colega meu que come o que quiser e não engorda (risos).

Professor: Realmente, cada pessoa tem seu próprio metabolismo e alguns têm maior ou menor facilidade de engordar. Todavia, nas sociedades modernas um número crescente de pessoas esta apresentando sobrepeso e aumenta o número de casos de doenças associadas a obesidade como o diabetes e problemas circulatórios. Essa “epidemia de obesidade” que assola as sociedades industriais também pode ser estudada do ponto de vista da ecologia e evolução.

Aluno(a): E qual seria essa relação entre obesidade e ecologia? Esse é um assunto que me interessa muito (risos).

Professor: Ao contrário de alguns animais (como o guepardo africano) que evoluíram corpos que permitem corridas em grande velocidade, o corpo humano é adaptado para andar ou correr a baixa velocidade durante muito tempo.

Aluno(a): É professor uma vez eu vi uma prova de maratona na olimpíada os atletas correram mais de 40 quilômetros!

Professor: Provavelmente nossos ancestrais caminhavam muitos quilômetros por dia em busca de comida (animais para caçar ou frutos e castanhas para coletar) que era escassa. A ecologia desse meio ambiente ancestral onde nossa espécie evoluiu provavelmente esta relacionada aos problemas de saúde do ser humano moderno.

Aluno(a): De que forma, professor?

Professor: Pesquisadores formularam a hipótese de que como a comida era muito escassa e difícil de encontrar no passado, alimentos ricos em energia (como chocolate e carnes gordurosas) ainda exercem uma atração difícil de resistir sobre nós seres humanos.

Aluno(a): Sei muito bem do que o senhor esta falando, professor, toda a festa de fim de ano eu tento me controlar...mais é tão difícil (risos).

Professor: (risos) A hipótese seria a de que fomos selecionados para sentir um grande bem-estar quando ingerimos alimentos doces ou gordurosos porque isso nos protegia da fome no passado quando a comida era escassa e incerta. Nos dias de hoje com o acesso fácil que grande parte das pessoas tem a açúcares e gorduras essa adaptação ao ambiente do passado aumenta o risco de contrairmos doenças relacionadas a obesidade.

Aluno(a): Quer dizer então que a vida era melhor antigamente quando caçávamos e coletávamos para viver?

Professor: Não necessariamente, as pessoas sofriam menos de obesidade e outros problemas da vida moderna, mas em compensação viviam sob o risco da fome. Se em algum ano não chovesse o suficiente, por exemplo, a vida podia ficar bem difícil já que não havia como estocar muito alimento de um ano para outro. O nosso modo de vida moderno, portanto, resolveu alguns problemas, contudo criou outros.

Aluno(a): Mas será que não existe um jeito de resolver todos esses problemas ao mesmo tempo?

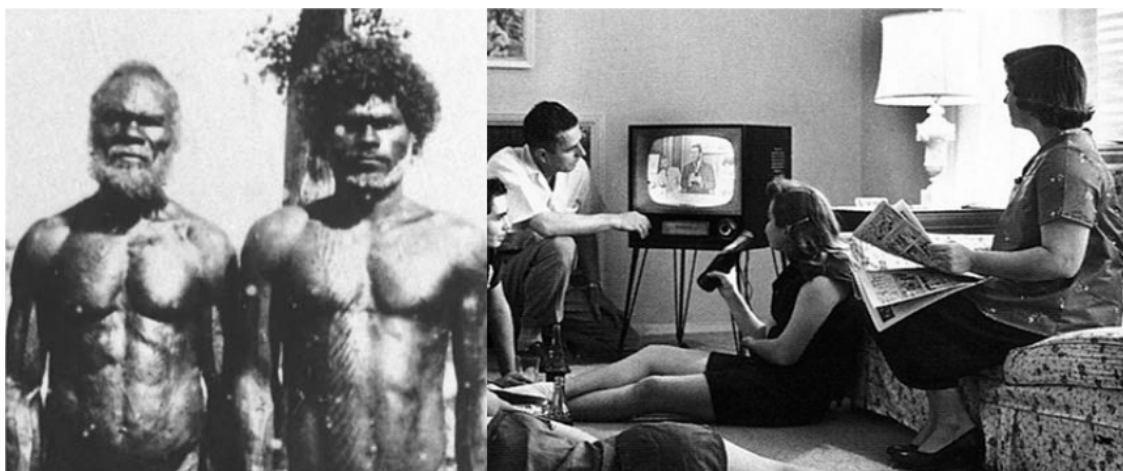


Figura 4.3: O surgimento das sociedades industriais provocou grandes mudanças na rotina de vida quando comparada com a vida baseada na caça e coleta, com ganhos e perdas em termos de qualidade de vida. Embora grupos que vivessem da caça e da coleta, como os nativos australianos da foto à esquerda, enfrentassem um maior risco de escassez de comida devido a variações ambientais, por outro lado as sociedades modernas, como a família da foto a direita, enfrentam um risco maior de doenças relacionadas ao sedentarismo.

**Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Family_watching_television_1958.jpg
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bathurst_Island_men.jpg**

Professor: Existem várias iniciativas para tentar solucionar o problema do sedentarismo e obesidade. As pessoas estão tentando mudar seus hábitos alimentares para consumir menos calorias e fazer mais exercícios ao ar livre ou em academias para reduzir o sedentarismo moderno.

Aluno: Eu já tentei fazer regime e ir “malhar” na academia, mas acho tão difícil manter essas rotinas.

Professor: Com certeza é difícil as vezes, a questão toda é como desenvolver rotinas saudáveis que sejam sustentáveis. Um regime radical ou uma quantidade grande de exercícios a curto prazo que não consiga se manter a longo prazo não resolve o problema e pode até ter efeitos negativos sobre a saúde.

Aluno(a): Então, qual a solução?

Professor: O melhor é você pesquisar soluções que você possa manter durante muito tempo sem grandes sacrifícios, ou seja, soluções sustentáveis. Um colega meu, por exemplo, colocou uma bicicleta ergométrica na frente da televisão e pedala enquanto assiste seus programas preferidos (risos). Com isso ele aliou o prazer de ver o programa com a satisfação de estar cuidando da saúde. Já uma conhecida minha descobriu que se ela pergunta a ela mesma se estava realmente com fome cada vez que sentisse um impulso de comer algo, e só comesse quando a resposta fosse sim, diminuía em muito a ingestão de calorias desnecessárias e, com isso, perdia peso.



Figura 4.4: O ser humano tem desenvolvido várias soluções para manter sua saúde física nas condições ambientais modernas que poderiam levar a um sedentarismo excessivo. Na foto marinheiros se exercitam no espaço confinado de um navio de guerra usando esteiras de corrida (detalhe: repare que as esteiras estão presas por cordas ao piso do navio para os dias de mar agitado).

<http://commons.wikimedia.org/>

Aluno(a): Legal (risos). Vou experimentar essas técnicas para ver se elas funcionam comigo.

Professor: Você pode também pesquisar nos livros ou na internet e descobrir outras técnicas, o importante como falei é que elas lhe proporcionem bem-estar para que você as pratique durante muito tempo, grandes sacrifícios, em geral, duram pouco.

Aluno(a): Boa dica, professor, vou pesquisar.

3. INTERAÇÕES EM GRUPOS SOCIAIS E O “AMBIENTE EMOCIONAL”

Professor: Um outro componente importante para o bem-estar do ser humano e outros mamíferos que vivem em grupo é o que podemos chamar de “ambiente emocional”.

Aluno(a): Ambiente emocional? O que é isso?

Professor: Organismos que possuem uma vida social complexa, como o ser humano e outros mamíferos e aves sociais, estão constantemente transmitindo informações sobre si e suas intenções através de sinais emocionais. Esses sinais que trocamos com aqueles que nos rodeiam, muitas vezes sem perceber, criam uma forma de ambiente emocional. Esse ambiente emocional pode afetar profundamente o bem-estar e a saúde dos seres humanos.



Figura 4.5: Animais sociais, como o cachorro labrador da foto, utilizam uma série de sinais corporais para transmitir seus estados emocionais a outros membros do grupo. Esses sinais influenciam o comportamento e as repostas fisiológicas dos organismos do grupo e formam um tipo de ambiente emocional no qual eles se encontram imersos.

Fonte:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:YellowLabrador_Looking_new.jpg

Aluno(a): Eu sei muito bem como é isso, professor. Às vezes o ambiente fica meio “carregado” lá em casa (risos).

Professor: Todos nós lidamos com essas flutuações no ambiente emocional, seja em nossa casa ou trabalho. O interessante é que elas afetam não só a nós, seres humanos, mas os animais que vivem em ambientes selvagens também .

Aluno(a): Quer dizer que o “clima” as vezes “fica ruim” para os animais (risos)?

Professor: (risos) Aparentemente fica sim. Trabalhos com macacos que vivem em grupos, como os babuínos africanos, mostraram que os machos que eram subordinados aos machos dominantes apresentavam altos níveis de hormônios de estresse (adrenalina e cortisol) no sangue. Nos seres humanos a exposição prolongada a esses mesmos hormônios esta ligado ao surgimento de pressão alta (hipertensão) e outras doenças cardiovasculares.

Aluno(a): É, professor, ninguém gosta de ser mandado o tempo todos nem os macacos.



Figura 4.6: Esses babuínos, originários da África, formam grandes grupos sociais onde existe uma acirrada disputa entre os machos. Esse ambiente de constante estresse aumenta a concentração de hormônios como cortisol e adrenalina, em especial nos machos que se encontram na base da hierarquia de poder. Os mesmos tipos de hormônios são produzidos pelo ser humano quando sujeito a um ambiente emocional estressante e trazem conseqüências deletérias para a saúde.

Fonte:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paviane_in_langer_Reihe2.jpg

Professor: Por isso é importante prestarmos atenção ao ambiente emocional em que vivemos, pois ele afeta a nossa qualidade de vida tanto quanto a qualidade da comida que ingerimos ou o ar que respiramos.

Aluno(a): Mas como é que a gente pode melhorar esse ambiente emocional?

Professor: A melhora do ambiente emocional é um trabalho que envolve a cooperação das pessoas. Um passo importante seria o de fazer as pessoas tomarem consciência de como esse ambiente criado e ai partir para melhorá-lo.

Aluno(a): E como a gente cria esse ambiente?

Professor: Como já falamos, esse ambiente emocional é criado através de uma série de sinais que trocamos quase sem perceber. O tom de voz e a expressão facial que usamos com os

outros, e que os outros usam conosco, por exemplo, são aspectos fundamentais para a qualidade do nosso ambiente emocional. A partir da hora em que as pessoas tomam consciência disso elas podem começar a construir um ambiente emocional mais saudável para elas mesmas viverem.



Figura 4.7: Através de nossas expressões faciais e tom de voz estamos constantemente passando sinais emocionais para as pessoas ao nosso redor. Esses sinais podem tanto ter efeitos positivos quanto negativos sobre a saúde e bem-estar de um grupo de pessoas que convivem em um mesmo ambiente. Estudos mostraram que pessoas em diferentes países reconhecem de forma muito parecida o significado das expressões faciais (por exemplo, um habitante de uma tribo do interior da Nova Guiné reconhece a primeira foto da série acima como sendo de raiva e a última

como sendo de tristeza) o que indica que existe um componente biológico-evolutivo nas expressões faciais humanas. (seqüência de expressões: raiva, medo, nojo/desprezo, surpresa, alegria, tristeza)

Fonte: <http://inconvenientbody.wordpress.com/2009/08/03/communication-character-development-and-a-four-month-old-baby/expressions/>

Aluno(a): Mas professor se eu controlar o minha expressão facial e o meu tom de voz eu vou esta sendo uma pessoa falsa.

Professor: Não se trata de falsidade, mas sim de perceber como as coisas são interligadas. Em geral as pessoas tendem a reagir ao tom de voz e expressões do outro com sinais do mesmo tipo, por isso a forma como sinalizamos para outras pessoas acaba sendo refletido de volta para nós. Isso lembra o ditado conhecido como a “regra de ouro”.

Aluno(a): Regra de ouro? Que regra é essa?

Professor: É um ditado que propõe: “Trate os outros da forma que você gostaria que eles tratassem você”. Transportado para o contexto do ambiente emocional a regra de ouro significa: “Use o tom de voz e expressões faciais com outros que você gostaria que os outros usassem com você”.

Aluno(a): É uma regra bonita mas as vezes é difícil levar ela adiante quando os outros não ajudam

Professor: Nem sempre isso é possível, mas quando um grupo de pessoas que convive ou trabalha junto começa a cooperar para criar um bom ambiente emocional todos saem ganhando com a redução do nível de estresse do ambiente.



Figura 4.8: A interação entre professor e aluno, como qualquer interação humana, não é somente uma troca de informações gramaticais. Através de sinais emocionais (expressão facial, tom de voz, gestos etc.) o professor cria um ambiente emocional que pode ou não estimular o aluno no aprendizado.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/>

4. TENTANDO PREVER O AMBIENTE FUTURO: O AMBIENTE IMAGINÁRIO

Professor: Como estamos vendo, organismos com sistema nervoso complexo, como os seres humanos, interagem com o ambiente de forma sofisticada utilizando vários tipos de sinais para percebê-lo. Outro aspecto fundamental para a sobrevivência desse tipo de organismos é o que poderíamos chamar de **ambiente imaginário**.

Aluno(a): Ambiente imaginário? Como assim?

Professor: Animais com comportamento complexo precisam ser capazes de prever situações futuras utilizando informações de como era o ambiente no passado. Como o futuro ainda não chegou e o passado deixou de existir, para fazer isso o organismo precisa simular ambientes do passado ou do futuro em seu sistema nervoso, ou seja, *imaginar ambientes*.

Aluno(a): Mas professor, animais conseguem imaginar?

Professor: Embora não existam provas diretas, já que animais não humanos não podem dizer para nós o que se passa em suas mentes, temos várias evidências indiretas de que eles podem imaginar. Um trabalho muito interessante, por exemplo, foi feito com gralhas, pássaros parentes do can-can do nordeste brasileiro.

Aluno(a): Pássaros imaginando, essa é boa! Com foi feito esse trabalho?

Professor: Várias espécies de pássaros enterram sementes e outros alimentos para usar mais tarde quando estão com fome. Trabalhos com uma espécie de gralha mostraram que ela desterrava primeiro as larvas de insetos enquanto que deixava nozes enterradas por mais tempo. Como larvas de inseto apodrecem rápido, ao contrário de nozes que se conservam bastante tempo, isso indica uma capacidade de prever a durabilidade de cada tipo de comida, tal experimento é compatível com a hipótese de que esses pássaros conseguem imaginar cenários futuros.

Aluno(a): Que nem a gente quando olha o prazo de validade da comida no supermercado (risos).



Figura 4.9: Essa gralha, parente do cancan brasileiro, que ocorre no sul da América do Norte (*Aphelocoma californica*) enterra sementes e outros itens como forma de estocar alimentos. Em experimentos controlados ela demonstrou uma excelente capacidade de avaliar a localização e o grau de conservação dos alimentos que enterra. Além disso, essa ave parece ser capaz de simular em sua mente as intenções de outras gralhas.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org>

Professor: (risos). E o mais interessante é que os pesquisadores descobriram que algumas dessas gralhas eram “ladras”, se elas vissem outra gralha enterrando comida depois ela desenterrava e comia. Nem todas as gralhas agiam assim por isso os pesquisadores as chamaram de “ladras”.

Aluno(a): É, quem diria professor, não é só a gente que tem que conviver com esses tipos que roubam, os pássaros também...

Professor: E o mais interessante foi que os pesquisadores verificaram que se um desses pássaros ladrões percebia que tinha outro pássaro observando ele na hora que ele enterrava a comida dele, ele desenterrava a comida e enterrava em outro lugar!!

Aluno(a): Que coisa incrível professor, é como se ela tivesse medo que as outras gralhas fizessem o mesmo que ela fazia.

Professor: É o que esse experimento indica, ela parece ser capaz de simular a intenção de outros pássaros. Como já vimos, não é possível entrar na mente de outros animais para ver o que se passa lá, mas esse tipo de comportamento, dessas gralhas ladronas, parece indicar a existência de uma capacidade de prever situações futuras, elas poderiam se capazes de criar ambientes imaginários como nós.

5. A ECOFISIOLOGIA DA IMAGINAÇÃO

Aluno(a): Bem interessante isso, mas como é que acontece a imaginação, como um animal pode imaginar?

Professor: É provável que a imaginação nos animais seja produzida de forma semelhante a como acontece conosco, seres humanos. Nosso cérebro é capaz de se auto-estimular para gerar ambientes imaginários.

Aluno(a): O cérebro se autoestimula? Como é que isso funciona?

Professor: Um exemplo, quando você está olhando para esse livro a luz do livro estimula seu olho que manda sinais para o seu cérebro. No seu cérebro os sinais geram a sensação de

estar vendo o livro. É por isso que uma lesão na cabeça pode provocar cegueira mesmo sem atingir os olhos.

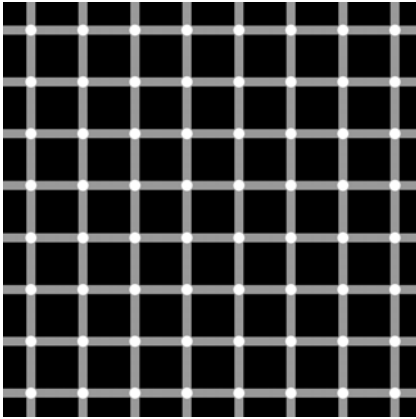


Figura 4.10: Nosso cérebro tenta interpretar o ambiente ao nosso redor usando os sinais de nossos órgãos de sentido. O contraste de claro e escuro da figura acima, por exemplo, faz o nosso cérebro criar uma ilusão de movimento dos pontos. Quando o cérebro se auto-estimula ele cria sensações imaginárias que podem ser usadas para tentar prever o comportamento de outros organismos e do ambiente no futuro (se você não consegue ver bem o efeito ilusório na figura impressa acima acesse o link da internet abaixo)

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Grid_illusion.svg

Aluno: Isso aconteceu com um conhecido meu em um acidente de carro, ele perdeu a visão, foi muito triste.

Professor: Uma pena mesmo. Mas, da mesma forma que o cérebro recebe os sinais vem dos olhos, o próprio cérebro pode gerar sinais e se autoestimular criando com isso a nossa imaginação visual. O mesmo acontece com sons, a “voz” dos nossos pensamentos é a parte auditiva de nosso cérebro se autoestimulando para produzir uma voz imaginária.

Aluno(a): E para que servem todas essas criações imaginárias do nosso cérebro?

Professor: A capacidade de imaginar provavelmente representou um passo importantíssimo na evolução de organismos com comportamento mais sofisticado. Ele permitiu, por exemplo, que esses animais se antecipassem as mudanças do ambiente simulando ambientes futuros. Quando levamos um agasalho para uma festa porque *imaginamos* que vai fazer frio estamos usando justamente essa habilidade. Um outro exemplo ocorre quando mudamos nosso comportamento em função do que *imaginamos* o que outras pessoas irão dizer ou pensar a nosso respeito. A vida social humana, e provavelmente de outros mamíferos sociais, é profundamente afetada pela imaginação.

Aluno(a): Parece realmente muito útil para o organismo a imaginação, o problema é que as vezes eu me pego pensando demais (risos)

Professor: Como qualquer adaptação, a imaginação tem também seu lado negativo. Podemos errar na nossa previsão do futuro ou então ficar preocupados demais com o que imaginamos que as pessoas pensam ao nosso respeito. Isso pode anular o lado positivo da imaginação e transformá-la em mais uma fonte de estresse para o organismo. Existem inclusive pessoas que sofrem por doenças imaginárias, ou então se sentem perseguidas por fantasmas imaginários, as quais embora só existam dentro da mente, podem prejudicar indiretamente a saúde através da liberação de hormônios de stress.

Aluno: É professor, o cérebro da gente é tão poderoso mas às vezes também dá um trabalho (risos). Será que não existe um jeito da gente não se enrolar tanto com ele?

Professor: Bom você pode exercitar sua imaginação da mesma forma que faz com seu corpo. Existem varias técnicas para isso, algumas disponíveis na internet para aprender a

exercitar sua imaginação. Afinal, um instrumento tão poderoso como ela precisa usado para melhorar nossa qualidade de vida e não para o contrário.

Aluno(a): Bem interessante essa unidade, professor. Mais algum assunto para a gente conversar?

Professor: Outro exemplo sobre como funciona a imaginação esta na própria forma como imaginamos um texto escrito na forma de diálogo como esse aqui. Embora vocês não me conheçam pessoalmente, o cérebro de quem lê inventa a voz de um professor imaginário conversando com um aluno imaginário, esse processo acaba por simular o que acontece em sala de aula e tende a tornar o ato de aprender a distancia algo mais agradável e natural.

Aluno(a): Poxa professor, não estrague o encanto não, eu já estava começando a achar que era de verdade (risos).

6. SÍNTESE FINAL

Professor: (risos). Com isso, vamos chegando ao fim de nossa quarta e última unidade. A idéia que norteou essa disciplina foi a de dar uma ampla idéia do que representa o conceito de meio-ambiente para nós seres humanos. Passando desde a escala do meio-ambiente inteiro de nosso planeta e suas mudanças climáticas, pela necessidade de estabelecer reservas para conservar a biodiversidade de cada região, até chegar a escala do ambiente emocional que criamos nas nossas relações sociais e a cada ambiente imaginário que nossa mentes geram para tentar entender o mundo ao redor. A busca de uma maior qualidade de vida se encontra em tentar criar formas sustentáveis de utilizar todos esses ambientes e estimular interações de cooperação entre todos os envolvidos. Esse é o principal desafio que temos adiante de nós.

Aluno: Gostei professor, foi um prazer cooperar com o senhor nessa disciplina (risos)

Professor: (risos) O prazer foi todo meu. Até a próxima disciplina e bom estudo!

7. EXERCÍCIOS SUGERIDOS

1) Converse com seus alunos sobre sustentabilidade no dia a dia e sobre o conceito de “bem estar sustentável”.

2) Proponha para os seus alunos a idéia de “ambiente emocional”. Faça atividades de grupo com eles em que eles representem de forma teatralizada diferentes formas de tratar as pessoas que produzem diferentes tipos de ambientes emocionais

3) Alguns professores relatam que, quando estão nervosos na sala de aula, começam a imaginar que estão descontraídos e com isso o nervosismo diminui. Outros relatam que imaginado a musculatura dos ombros ficando relaxada a sensação de tensão muscular diminui durante as aulas. Qual o mecanismo biológico que estaria por detrás desses eventos?

8. RESUMO DA UNIDADE 4

-A manutenção e melhoria da qualidade de vida do ser humano depende do estabelecimento de estratégias sustentáveis de gerir o nosso ambiente, desde a grande escala do planeta até a micro escala das nossas vidas cotidianas. Em função de suas capacidades

intelectuais o ser humano interage com o meio-ambiente de diferentes maneiras fazendo com que ele perceba diferentes tipos de ambiente.

-Além de aspectos culturais, nosso bem-estar é influenciado por aspectos biológicos relacionados ao ambiente tropical no qual a espécie humana evoluiu durante milhões de anos. Esses aspectos evolutivos explicam em parte porque seres humanos preferem ambientes bem iluminados e com temperaturas entre 20 e 30 graus Celsius.

-Seres de comportamento complexo vivendo em sociedades, como fazem os seres humanos e outros mamíferos sociais, estão sempre atentos aos sinais emocionais (ex: tom de voz, expressão facial, etc) emitidos por outros membros da sua espécie. Esse conjunto de sinais cria um ambiente emocional que pode influenciar a qualidade de vida dos seres humanos da mesma forma que o ambiente físico.

-Um sistema nervoso desenvolvido permite a animais como aves e mamíferos simular o comportamento do ambiente ao seu redor no futuro a partir de suas memórias. Essa capacidade permite um planejamento do seu comportamento em antecipação ao que pode acontecer. Nossas simulações do ambiente futuro criam em nossa mente uma forma de ambiente imaginário. Esse ambiente imaginário tanto pode melhorar nossa qualidade de vida, através da prevenção contra riscos futuros, quanto prejudicá-la, caso a preocupação com o futuro se torne excessiva.

BANCO DE IMAGENS



Figura 4.11: O macho do peixe de briga (*Betta splendens*) da foto esta tentando brigar com sua própria imagem refletida em um espelho. Embora seres humanos consigam perceber que a sua imagem no espelho é apenas uma ilusão, eles muitas vezes se confundem com sua incrível capacidade de gerar simulações imaginárias em seus cérebros e entram em conflitos com eles mesmos

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Betta_Fighting_Reflection.JPG

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas** – 4 ed. , Brasil, Editora Artmed, 2007

ODUM, E. P.& BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia** – 1 ed. , Brasil, Editora Cengage learning, 2007

RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. 5 ed., Brasil, Editora Guanabara Koogan, 2003

RIDLEY, M. **As origens da virtude**. 1 ed., Brasil, Editora Record, 2000.

RIDLEY, M. **O que nos faz humanos: genes, natureza e experiência**. 1 ed., Brasil, Editora Record, 2004.

Caro aluno. O Cadernos CB Virtual 5 que você está recebendo agora, série produzida especialmente para dar suporte bibliográfico inicial a vocês estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas à Distância, dá aqui, continuidade aos estudos da flora através do conteúdo da Fisiologia Vegetal. Da mesma forma, em relação aos estudos da fauna com o conteúdo de Fisiologia humana e Animal Comparada. Somando aos estudos da flora e da fauna já iniciados anteriormente os conhecimentos de Ecologia Básica contidos no volume 3, lançamos agora um olhar sobre os problemas ambientais discutidos em Tópicos Atuais em Ecologia. Os conhecimentos adquiridos em Biologia e Fisiologia Celular juntamente com aqueles da Bioquímica Estrutural e Metabólica junto aos de Genética Molecular serão de enorme utilidade para que você possa acompanhar aqui o conteúdo de Princípios de Análise Genética. O conteúdo de Biologia de Microorganismos e também o de Parasitologia II servem de introdução ao conteúdo de Imunologia III aqui abordado. Finalmente, por tratar-se de um livro voltado para um curso de Licenciatura, os fundamentos do fazer pedagógico discutidos no volume 4, através do conteúdo da Didática, tem continuidade nos conteúdos de Metodologia e Instrumentação para o Ensino das Ciências Naturais e de Estágio Supervisionado I – Ensino de Ciências Naturais na Escola de Ensino Fundamental. Esperamos que este volume seja bastante útil e inspirador e você possa acompanhar bem o desenrolar deste semestre. Bons estudos.