

Introdução à Biologia

Luciano Candisani

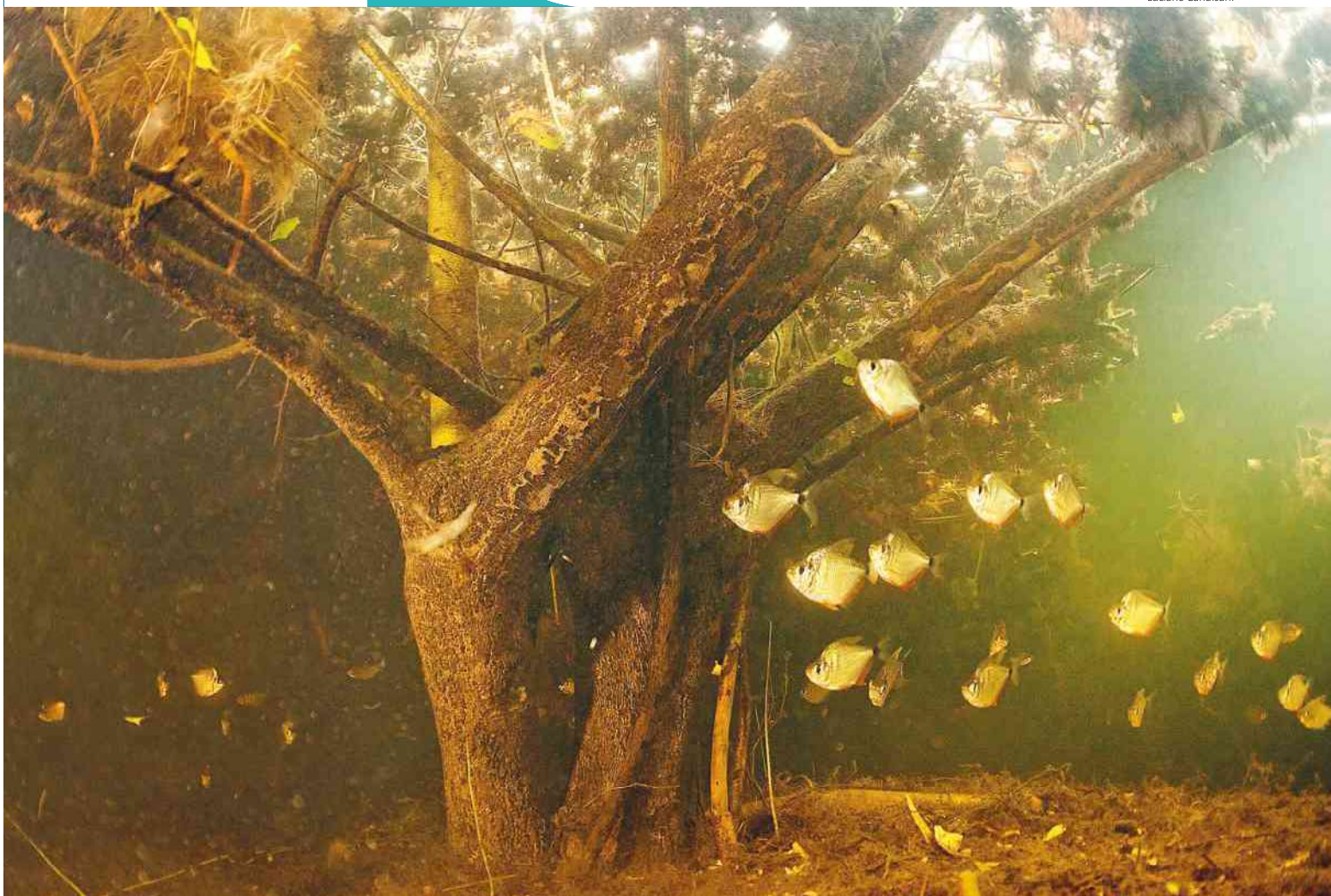


Figura 1.1. A natureza é incrível. Nas cheias periódicas do Pantanal mato-grossense, a vegetação fica imersa, como mostra essa fotografia de uma árvore quase totalmente dentro da água. Nessas ocasiões, os peixes nadam por entre os galhos em uma imagem que mais parece um filme de ficção científica. Na natureza, todos os elementos estão ligados: fatores físicos, químicos, geológicos e biológicos interagem gerando enorme diversidade de ecossistemas, cada um com suas peculiaridades. Escolhemos essa fotografia para instigar você a entrar no universo da vida. Desfrute dessa imagem e embarque nessa viagem de grandes aprendizados.



Pense nisso

- O que você espera aprender estudando Biologia?
- Como essa ciência pode contribuir para sua formação como cidadão?
- Se você fosse estudar o ambiente retratado acima, que fatores levaria em consideração? Como organizaria seus estudos?

1. Biologia: ciência da vida

A palavra “biologia” significa “estudo da vida” (do grego *bíos* = vida; *logia* = estudo) e é empregada para denominar uma ciência que busca compreender os mecanismos que regem a vida. Na Biologia estuda-se, por exemplo, a origem e a evolução dos seres vivos, as relações dos seres vivos entre si e com o meio ambiente, o modo como os organismos se mantêm vivos e se reproduzem e noções de higiene e saúde.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o estado de saúde de uma pessoa envolve o completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças. Noções de higiene e saúde são importantes, pois estamos a todo o momento tomando decisões sobre o que e quando comer ou beber, quais exercícios físicos fazer e por que, enfim, sobre muitos aspectos que compõem o nosso estilo de viver (Fig. 1.2).

Estudar Biologia também nos ajuda a entender os mecanismos básicos relacionados à nutrição, ao sexo e à reprodução, às doenças sexualmente transmissíveis como a Aids, aos malefícios do fumo, das bebidas alcoólicas e de outras drogas. Deste modo, procuraremos levar a você conhecimentos importantes para que suas escolhas quanto à manutenção da saúde sejam conscientes e para que você tome decisões mais responsáveis sobre a sua própria vida.

O estudo da Biologia, assim como o de outras disciplinas, deve proporcionar a você a possibilidade de entrar em contato com diversas questões ligadas à ética e à cidadania.

Falamos em ética quando nos referimos a valores e princípios que norteiam a conduta humana, buscando o bem social. Por exemplo, ao tratarmos de temas como manipulação do material genético dos seres vivos, produção de organismos transgênicos, clonagem, células-tronco e problemas com o lixo e com o esgoto, seus

valores éticos serão importantes para a sua análise crítica nas discussões.

Falamos em cidadania quando nos referimos a um conjunto de normas que garantem a todos nós a possibilidade de participar ativamente da vida e do governo de nosso povo. Exercer cidadania é justamente ser ativo nessa tarefa. Para que sejamos cidadãos responsáveis, devemos ser capazes de fazer escolhas, conscientes dos nossos direitos e deveres como indivíduos e dos direitos e deveres das outras pessoas, buscando o nosso bem-estar e o da coletividade.

Exercemos cidadania quando analisamos questões que permeiam os âmbitos social, político e econômico, como a implantação de indústrias em determinadas regiões, o controle de poluentes, a construção de estradas, edifícios, usinas hidrelétricas e muitos outros casos. Nesses exemplos, é importante, como cidadão, ter noções mínimas de características do meio ambiente para poder avaliar ou reconhecer diversas opiniões sobre o assunto. Devemos estar atentos se medidas de respeito à natureza estão sendo empregadas e se as intervenções humanas no ambiente trarão ou não prejuízos. É importante procurar saber se uma determinada obra terá um desenvolvimento eficiente em termos ecológicos, ou seja, se as interações entre as intervenções humanas e o ambiente não trarão prejuízos para o ambiente e os seres vivos.

Com o estudo da Biologia, pode-se entender que, além da diversidade de organismos e de ambientes que existe no mundo, há muita diversidade entre as pessoas. Respeitar a diversidade em todos esses âmbitos também faz parte do exercício da sua cidadania.

Ao longo dos livros desta coleção, você encontrará situações nas quais poderá atuar como multiplicador de princípios e atitudes éticas junto à sua comunidade. Essa é uma forma de mobilização popular e você estará exercendo cidadania.

Figura 1.2. Um dos caminhos para o bem-estar é a interação física e mental saudável com o ambiente e a prática de exercícios físicos. >





Colocando em foco

A ISO, O VERDE E VOCÊ

A *International Standardization Organization* (ISO), que em português significa “Organização Internacional de Normatização”, é uma entidade mundial fundada em 1947 para desenvolver normas internacionais que garantam a qualidade dos produtos da indústria.

O conjunto de sistemas de gestão de qualidade compõe a ISO 9000. Ela garante ao consumidor que padrões internacionais foram tomados para assegurar a qualidade final dos produtos consumidos. Para a empresa, a ISO 9000 proporciona maior aceitação de seus produtos e serviços pelos consumidores e pelos mercados internacionais, já que alguns exigem essa certificação para a entrada desses produtos e serviços em seus países.

Atualmente, a ISO também certifica empresas com base na ISO 14000, a chamada ISO verde (Fig. 1.3). O objetivo dessas normas é estabelecer diretrizes para a gestão ambiental nas empresas, no que diz respeito aos impactos imediatos e de longo prazo, tanto de produtos como de projetos e processos industriais. Ao considerar esses impactos, devemos sempre procurar conhecer sua origem, de maneira que o planejamento permita que eles sejam evitados ou reduzidos. Para tanto, o conhecimento que a Biologia gera é fundamental. No mundo corporativo atual, nem sempre a “consciência ecológica” é suficiente para que uma empresa resolva adotar a ISO verde. No entanto, há diversos outros motivos para que isso seja feito, dentre os quais podemos citar:

- aumento na eficiência dos processos de produção, pela redução do desperdício de matérias-primas e de energia, com foco em maiores lucros;
- interesse em aumentar os lucros com o mercado dos chamados produtos verdes, isto é, ecologicamente corretos, que vêm sendo cada vez mais procurados pelos consumidores, em decorrência da aceitação cada vez maior da ideia de consumo consciente;
- adoção de sistemas de gestão e procedimentos que atendam à fiscalização governamental e diminuam as ocorrências de acidentes ambientais ou desastres ecológicos (passíveis de processos e multas);
- redução dos altos custos com apólices de seguro por acidentes ecológicos, que tenderão, com a adoção de procedimentos certificados, a ter sua ocorrência reduzida.

E você? Quais seriam seus motivos, como cidadão, para comprar um produto com certificação ISO verde?

Texto escrito especialmente para este livro por Carlos Eduardo Rogério, administrador de empresas.



Figura 1.3. A ISO verde é uma norma internacional que estabelece diretrizes para a gestão ambiental nas empresas.

2. A Biologia como ciência

A palavra “ciência” vem do latim *scientia*, que significa conhecimento. O termo “ciência” pode ser interpretado de diferentes maneiras, que são amplamente discutidas na Filosofia, área das Ciências Humanas. Adotaremos como concepção de ciência um modo organizado de buscar e analisar evidências sobre a história e o funcionamento do mundo natural. Assim, um dos objetivos da ciência é fornecer explicações para eventos do mundo natural. Outro objetivo é usar essas explicações para entender padrões na natureza e fazer previsões do que pode acontecer em dados eventos naturais. A ciência gera conhecimento e é dinâmica, ou seja, está em constante desenvolvimento.

Embora a quantidade de conhecimentos científicos esteja crescendo rapidamente e hoje saibamos bastante a respeito do mundo natural, há ainda muitos

conhecimentos a serem produzidos e descobertos. Muitas perguntas sobre a vida, sobre o mundo e sobre fenômenos que observamos ainda nem foram feitas, e há perguntas que, apesar de já terem sido feitas, continuam sem respostas, mesmo que muitas pessoas tenham colaborado e estejam colaborando para solucioná-las. Pode parecer estranho, mas quase todas as descobertas científicas trazem mais perguntas do que respostas. Em certos casos, descobertas nos levam a interpretações completamente diferentes das que tínhamos até então, mudando nossa visão de mundo. Isso é uma consequência do dinamismo da ciência.

A construção do conhecimento científico é feita com base em **procedimentos científicos**.



E agora? Será que quebrou?

Apesar de parecer algo distante da vida das pessoas, a ciência está em nosso cotidiano e usamos alguns dos procedimentos científicos para solucionar questões do dia a dia, mesmo sem perceber.

Suponha que você vá jogar *videogame* e, ao ligar a TV, perceba que ela não está funcionando (Fig. 1.4). Logo vai se perguntar: por que será que ela não funciona? Para tentar responder a essa pergunta, vai recorrer ao que sabe a respeito do que é preciso para uma televisão funcionar. Vai buscar explicações e selecionar as que considera mais importantes para responder à pergunta. Pode ser que a TV esteja desconectada da corrente elétrica. Para testar isso, você verifica se o plugue está encaixado na tomada. Se não estiver, você o conecta e, novamente, tenta ligar a TV. Se ela funcionar, o problema foi resolvido, se não, você deve pensar em outra alternativa para ser testada. Pode ser que a tomada que usou não esteja funcionando, e você, então, tenta ligar a TV em outra tomada. Se ela funcionar, o problema foi resolvido.

Proponha outra situação do seu cotidiano em que você precise estabelecer procedimentos para solucionar um problema.



Mike Kemp/Rubberball/Getty Images

Figura 1.4. Quando uma TV não funciona, buscamos explicações para solucionar o problema.

Professor(a), desenvolva com os estudantes a sugestão de atividade extra “Desvendando a caixa-preta”, descrita nas Orientações didáticas, ao final do Manual do Professor. Com ela será possível trabalhar elaboração de hipóteses, interpretação de resultados e elaboração de modelos.

A partir de uma **pergunta** buscamos respostas com base no que já sabemos a respeito daquele assunto e formulamos uma explicação que possa ser testada, a **hipótese**.

Além de ser testável, para que a hipótese possa ser considerada científica, deve poder ser **refutável**, ou seja, deve permitir que novos testes mostrem que ela não é verdadeira. Se uma hipótese for **refutada**, outras deverão ser formuladas e novos testes realizados. Uma hipótese que não foi refutada depois de muitos testes, é considerada **corroborada**. Isso não quer dizer que ela não possa vir a ser refutada. Mesmo uma hipótese corroborada só se mantém válida até que surjam casos em que seja derrubada. Nessa situação, uma nova hipótese é proposta e testada, e assim por diante. Portanto, hipóteses nunca podem ser provadas; apenas corroboradas ou refutadas. Vamos ver um exemplo. Considere a pergunta: qual a cor das penas dos cisnes? Com base em observações prévias em vários lagos, minha hipótese é de que todos os cisnes são brancos. Agora preciso testar essa hipótese fazendo uma dedução. **SE** todos os cisnes são brancos, **ENTÃO** o próximo cisne que eu encontrar será branco. Posso encontrar centenas de cisnes brancos que comprovam essa hipótese, mas basta encontrar apenas um cisne negro que a hipótese é refutada. No exemplo da televisão, foi aplicado esse raciocínio: **se** a hipótese de que a TV não liga porque está fora da

tomada estiver correta, **então**, ao ligá-la na tomada a TV vai funcionar.

Essa maneira de estruturar a investigação é chamada **hipotético-dedutiva**; a partir do geral procura-se explicar o particular. A dedução é uma previsão sobre quais resultados deveríamos esperar se uma hipótese for correta. O teste da hipótese pode ser feito de diferentes maneiras, com experimentos, com a observação da natureza e com a interpretação do que foi observado.

Quando o teste é feito por meio de experimentos, deve-se trabalhar com dois grupos:

- um **experimental**: aquele em que se promove alteração em um fator a ser testado, deixando todos os demais fatores sem alteração;
- um **controle**: que é submetido aos fatores sem nenhuma alteração. Assim, pode-se testar um fator por vez comparando os resultados obtidos no grupo experimental com o que foi obtido no grupo controle.

Ocorrendo diferenças entre os resultados do grupo experimental e os do controle, elas são atribuídas ao fator que está sendo testado. Não ocorrendo diferenças, pode-se dizer que o fator analisado não interfere no processo em estudo.

As conclusões obtidas a partir das respostas encontradas podem iniciar novas perguntas, hipóteses e assim por diante.

Os cientistas compartilham informações por meio de publicações (como as revistas científicas), encontros, congressos e comunicações pessoais. Com isso, os conhecimentos científicos estão constantemente em debate.

O diagrama ao lado (Fig. 1.5) resume o que foi explicado. Note no diagrama que algumas das etapas estão ligadas com setas que possuem dois sentidos, ou seja, a interligação entre as etapas muitas vezes é cíclica.

É muito comum também, na Biologia, além do raciocínio hipotético-dedutivo, a investigação pautada em observações e descrições detalhadas e cuidadosas da natureza, de organismos e de processos, que constitui a chamada **ciência descritiva**. Nela, não são formuladas hipóteses. É o caso das investigações que descrevem a anatomia das células, dos tecidos, dos órgãos e dos organismos. Em outros casos, as respostas às perguntas são buscadas por meio da chamada **narrativa histórica**, em que evidências concretas de fatos passados são interpretadas, e essas interpretações, por mais lógicas

Professor(a), note que, para testar uma hipótese, precisamos raciocinar dedutivamente, uma vez que nossas observações dizem respeito às previsões que fizemos.

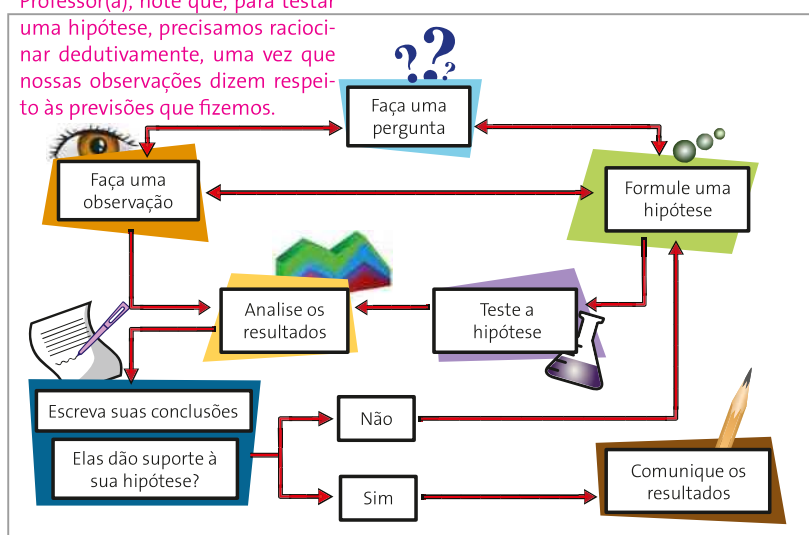


Figura 1.5. Representação esquemática das etapas de investigações científicas, com teste de hipótese por meio de experimentos.

que sejam, nem sempre podem ser experimentalmente testadas.

Em suma, o campo da ciência é tão amplo e diversificado que uma só receita (ou “método científico”) não atende a todos os tipos de questionamentos que podem ser feitos. Assim, dizer que há um único “método científico” para se fazer ciência é uma simplificação inadequada.



Colocando em foco

MÉTODO EXPERIMENTAL E OUTROS MÉTODOS DE TESTE DE HIPÓTESE

[...]

Quanto à caracterização da ciência, um primeiro problema diz respeito também à diversidade do que pode ser denominado como tal. Sob esse rótulo há uma variedade imensa de práticas de conhecimento. Em uma primeira aproximação, pode-se pensar em ciências naturais e humanas. Porém, com essa divisão estamos ainda muito longe de avaliar a diversidade que ali se esconde.

O que se chama ‘ciências naturais’ é composto por um conjunto enorme de disciplinas e subdisciplinas. Além disso, essa aproximação enganosa faz com que muitos acreditem em uma unidade da ciência e que todos os seus campos são regidos por um método único que garante o bom conhecimento científico. Isso não é verdade. O método experimental, por exemplo, embora amplamente divulgado como marca da ciência, não é característico de todas as áreas das ciências naturais. Nem toda hipótese científica pode ser testada em laboratório. Hipóteses históricas, que postulam causas passadas para fenômenos observados atualmente, fornecem um bom contraexemplo à ideia de um método universal. Atrelar ciências naturais e método experimental é suprimir das ciências tradições como biologia evolutiva, paleontologia, astronomia e astrofísica e, juntamente, lançar fora teorias robustas, como as teorias do *big bang*, da deriva continental e da evolução.

Outra dificuldade relacionada à caracterização da ciência diz respeito ao chamado ‘problema da demarcação’, ou seja, a tentativa de definir ciência e separá-la de outras formas de conhecimento. A busca por definir ciência tem longa história, e a ascendência do problema da demarcação pode ser rastreada até o filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.). No entanto, todas acabaram por mostrar seus limites e um consenso sobre a melhor definição não foi atingido. Tal situação leva a crer que se deve ter consciência de que a busca de um critério rígido de demarcação da ciência talvez seja uma tarefa estéril.

[...]

COUTINHO, F. A. C.; RODRIGUES E SILVA, F. A. Ciência e religião: uma guerra desnecessária. *Revista Ciência Hoje On-line*. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2013/304/pdf_aberto/cienciaereligiao304.pdf>. Acesso em: abr. 2016.

As pesquisas científicas, além de serem publicadas em revistas científicas e discutidas entre os pesquisadores, precisam chegar até a sociedade para que o conhecimento possa ser mais disseminado. A transposição desse conhecimento científico para a sociedade pode ser feita, por exemplo, pelos livros didáticos, como este que você está lendo, por revistas e jornais de grande circulação, por *sites* de instituições de pesquisa e de meios de comunicação confiáveis, por programas televisivos e outros. Em cada caso, há uma linguagem específica para a transmissão dessas informações. As características dessas diferentes linguagens são alvo de estudo de uma área do conhecimento com a qual você entrará em contato de forma mais aprofundada na disciplina de Língua Portuguesa. Textos científicos, didáticos e de divulgação possuem características próprias, pois têm como objetivos atingir o público a que se destinam e ter repercussão.

A pesquisa científica pode levar à formulação de **teorias e leis**.

Na linguagem popular, a palavra “teoria” é tratada como sinônimo de hipótese, possibilidade ou mesmo suposição. Em ciência, no entanto, essa palavra tem outro significado. De acordo com o físico Stephen Hawking, uma teoria deve satisfazer a dois requisitos: precisa descrever com precisão um número razoável de observações, com base em dados confiáveis; e deve prever, com boa margem de precisão, resultados de observações futuras.

Uma teoria não é uma verdade absoluta. Muitas teorias já foram refutadas ao longo da história da ciência. Você terá exemplos disso ao longo de seu curso no Ensino Médio, ao estudar as diferentes ciências, como Biologia, Química e Física.

O biólogo estadunidense Stephen J. Gould (1941-2002) escreveu: “Os fatos são os dados do mundo. As teorias são estruturas que explicam e interpretam os fatos. Os fatos continuam a existir enquanto os cientistas debatem teorias rivais para explicá-los”.

As **leis científicas** são descrições específicas e concisas sobre como se espera que se comporte determinado aspecto do mundo natural, em uma dada condição. Elas expressam relações regulares entre fenômenos naturais observáveis. Um exemplo é a Lei da Inércia. Segundo essa lei, um corpo tem a tendência de manter o seu estado de repouso ou de movimento, desde que nenhuma força atue sobre ele. A Lei da Inércia explica, por exemplo, a importância do uso de cinto de segurança nos veículos. Em uma batida de frente, o carro para repentinamente, mas, devido à inércia, os ocupantes do carro continuam em movimento. O cinto de segurança é um dispositivo presente nos carros que impede esse movimento. Com isso, são reduzidos os danos físicos aos ocupantes do veículo.

Assim como as teorias, as leis podem ser mudadas ou rejeitadas, e outras serem formuladas.

3. Biologia e outros saberes

A Biologia faz parte de uma área maior do conhecimento chamada Ciências da Natureza, que inclui também a Química e a Física. Essas três ciências têm uma relação muito próxima com a Matemática. Nesta coleção, buscamos evidenciar isso, mostrando a você que muitos conceitos de Biologia são interligados à Química e à Física e que a Matemática é fundamental na interpretação e no tratamento de diversas informações. Vamos a dois exemplos: ao falarmos em equilíbrio térmico nos seres vivos, você perceberá que estamos tratando de princípios e conceitos estudados também nas disciplinas de Física e Química; ao analisarmos as moléculas que formam o corpo dos seres vivos, estamos utilizando os mesmos conceitos sobre molécula que você estudará em Química. Há ainda muitos outros exemplos dessa integração, e certamente você os perceberá ao estudar as disciplinas desta área de conhecimento.

A essa visão integrada, somam-se também outras áreas do conhecimento, como as Ciências Humanas. Você verá, por exemplo, que a Geografia e a Biologia dialogam em vários momentos, como nos estudos so-

bre ecossistemas, crescimento da população humana, problemas socioambientais, entre outros. Além disso, você perceberá que a construção do conhecimento científico permeia os diferentes momentos históricos da humanidade, e que os contextos econômico, social e cultural têm papel determinante para os rumos do desenvolvimento científico. Assim, História, Filosofia e Sociologia são fundamentais para a compreensão do desenvolvimento da Biologia e de como essa ciência se encontra atualmente.

A comunicação entre pessoas, o modo como registramos nossos pensamentos e transmitimos nossas ideias dependem de outra grande área do saber, que é a de Linguagens e Códigos. Essa área inclui as disciplinas de Língua Portuguesa e Língua Estrangeira, Arte e Educação Física. Recorremos a todo momento a conteúdos dessas áreas para nossa comunicação e interação, o que evidencia a importância do domínio desses saberes para o aprendizado e a prática da Biologia. No caso da Educação Física, a interação com a Biologia é enorme, pois envolve conhecimentos do funcionamento do nosso corpo.

Quando os saberes de uma disciplina mantêm um diálogo permanente com os saberes de outra(as) disciplina(s), falamos em **interdisciplinaridade**. A interdisciplinaridade é uma característica das explicações. Fenômenos naturais não são compartimentalizados em disciplinas. Sua descrição, ou explicação, envolve elementos de várias áreas do saber.

A **figura 1.6** representa bem o significado que queremos passar para você. Na natureza existem padrões que só se explicam pela integração de conhecimentos mais específicos de diferentes áreas. Vamos imaginar que cada tinta colorida corresponda aos saberes associados a uma disciplina ou área do conhecimento. Para explicarmos os fenômenos naturais, precisamos da interação desses vários saberes, o que é representado pela fotografia na qual as tintas estão misturadas, mas ainda é possível reconhecer as cores que representam as especificidades de cada saber. Nessa segunda imagem ainda podemos reconhecer mais uma ideia, que nunca poderia ser descrita apenas com a informação contida na imagem superior: é o **padrão** com que as cores se distribuem na pintura.

Nesta coleção, pretendemos trabalhar, sempre que possível, com uma perspectiva interdisciplinar no texto e nas atividades, mas esperamos que você adquira a habilidade de reconhecer a interdisciplinaridade sozinho, compreendendo que o conhecimento não é algo isolado em disciplinas. Explicações interdisciplinares são mais consistentes e completas quando estamos tratando de fenômenos naturais, que geralmente envolvem aspectos físicos, químicos e biológicos. Você vai perceber isso!



Figura 1.6. Os saberes são organizados de maneira que seja mais fácil estudar e compreender suas especificidades, mas para explicar fenômenos naturais é necessário integrar conhecimentos de vários saberes.



Colocando em foco

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

[...]

Infelizmente, percebe-se muito pouco como a Ciência está presente em nosso cotidiano. Quase tudo que temos em nossa volta, de uma certa forma, surgiu a partir das aplicações de descobertas científicas – porém, é quase certo que, na época em que foram realizadas, sequer se vislumbrava a possibilidade de transformação daquele conhecimento em inovação tecnológica.

Mas a ciência e a tecnologia sempre andaram, de alguma maneira, de mãos dadas. Uma depende da outra. As ciências básicas, como a Física, a Química e a Biologia, investigam as propriedades fundamentais da matéria e dos seres vivos para tentar compreender como estes se comportam. A Física, por exemplo, ao estudar as propriedades magnéticas, elétricas e térmicas de materiais, consegue compreender fenômenos fundamentais que posteriormente se transformam em inovações tecnológicas presentes no dia a dia. Lâmpadas de LED, computadores e outros dispositivos eletrônicos somente foram possíveis de serem desenvolvidos a partir da compreensão dos fenômenos quânticos da matéria.

É de fundamental importância que esses resultados, tanto científicos como tecnológicos, sejam divulgados para outros cientistas. Publicações acadêmicas, como artigos em revistas especializadas, como *Nature* e *Science*, para citar as duas mais importantes do mundo, são um veículo para essa divulgação. Não podemos falar que houve uma descoberta científica se ela não for divulgada. Nas revistas acadêmicas, os artigos somente são publicados a partir de pareceres feitos por outros cientistas que contestam ou concordam com os resultados apresentados – uma maneira para que os resultados, a partir de uma análise crítica, possam ser validados posteriormente por outros cientistas.

Outra forma de divulgar resultados é a apresentação em eventos científicos, que são importantes para se debater os achados. Reuniões científicas normalmente são feitas para uma determinada área do conhecimento, mas também existem reuniões mais amplas onde muitos temas são abordados e há uma troca de experiências interdisciplinar.

[...]

OLIVEIRA, A. Luz, ciência e ação! Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/luz-ciencia-acao/?searchterm=tecnologia%20e%20sociedade>>. Acesso em: maio 2016.

4. Os níveis de organização biológica

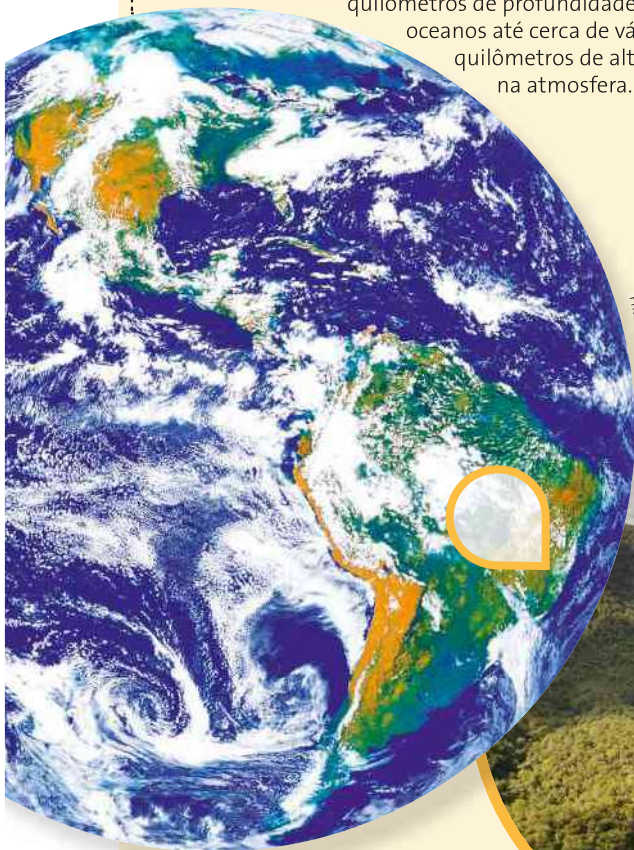
A enorme diversidade de temas que são estudados pela Biologia pode ser organizada em níveis hierárquicos (Fig. 1.7). Cada nível tem seus próprios métodos e explicações, que trazem informações integradas na solução das questões biológicas.

Neste livro, começaremos o nosso estudo pelo planeta Terra como ele é hoje, abrangendo biosfera, ecossistemas, comunidades e populações, que são níveis hierárquicos de organização estudados por uma das subdivisões da Biologia: a Ecologia. Uma vez compreen-

dida a estrutura e algumas bases sobre o funcionamento do nosso planeta na atualidade, passaremos a fazer uma retrospectiva de como poderia ter sido a sua origem. Será que a Terra sempre foi como a conhecemos hoje? Discutiremos hipóteses sobre a origem e a evolução da célula. A subdivisão da Biologia que se ocupa do estudo da célula é a Citologia, ou Biologia Celular. Para compreendermos esse tema, precisaremos de noções de Bioquímica, que serão dadas de forma suficiente e adequada ao Ensino Médio.

NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO BIOLÓGICA

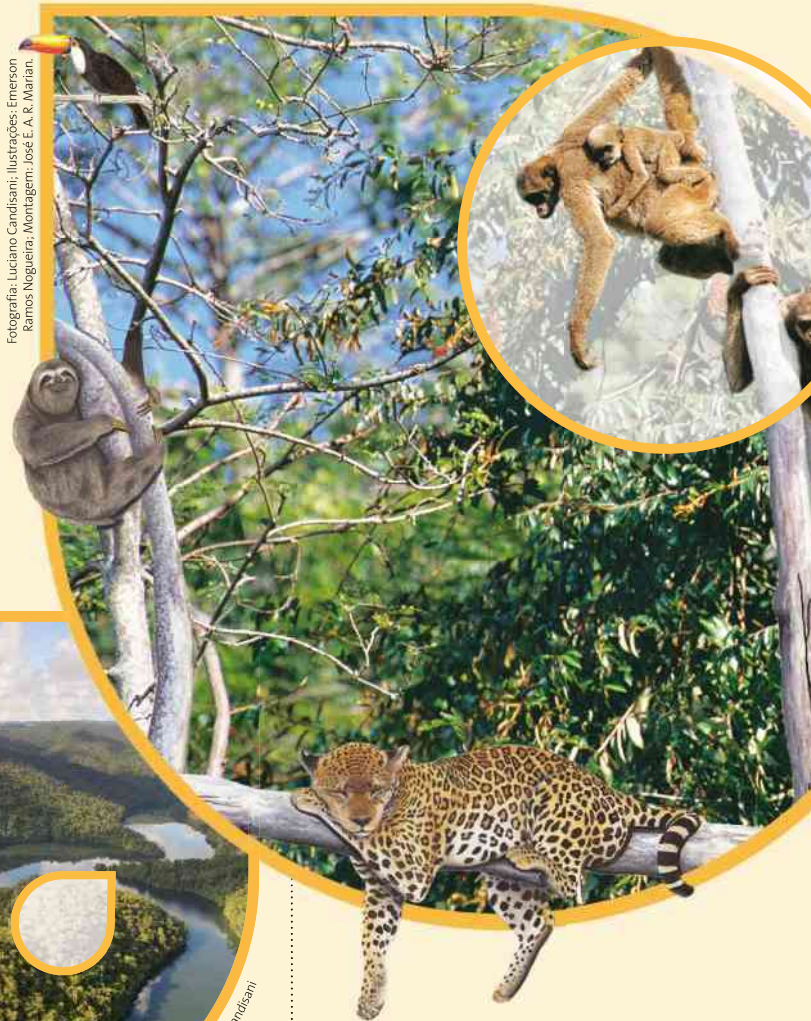
1 Biosfera – inclui todas as regiões da Terra habitadas por seres vivos: oceanos, lagos, rios, atmosfera e continentes. Essa “esfera da vida” não é homogênea, em função de vários fatores locais, mas podemos dizer que se estende desde vários quilômetros de profundidade nos oceanos até cerca de vários quilômetros de altura na atmosfera.



2 Ecossistemas – compreendem todos os seres vivos e todos os fatores físicos e químicos de uma área particular. Em um ecossistema há interação entre os seres vivos e entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos do ambiente, formando uma unidade funcional em que se verifica fluxo de energia e ciclo de matéria. Todos os ecossistemas da Terra constituem a biosfera.



Fotografia: Luciano Candisani; Ilustrações: Emerson Ramos Nogueira; Montagem: José E. A. Marian.



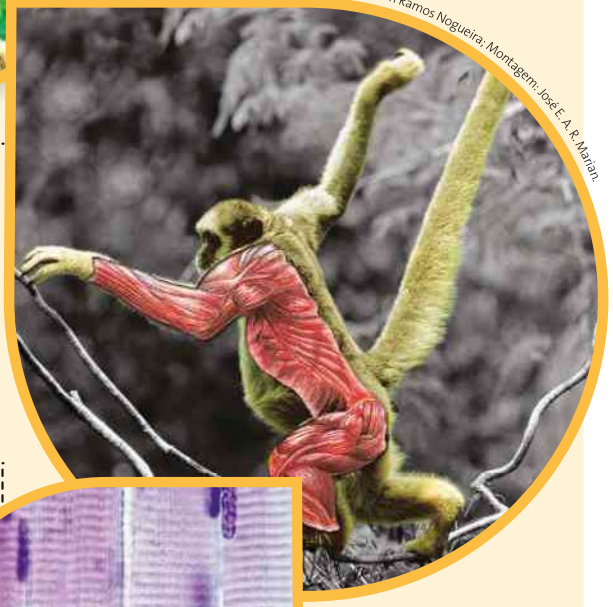
3 Comunidade (biocenose ou biota) – é composta por todos os seres vivos que habitam um determinado ecossistema. Isso inclui os organismos que conseguimos visualizar a olho nu e os demais, que só são visíveis por meio de um microscópio. Por exemplo, todas as plantas, todos os animais, fungos e bactérias.



4 População – inclui todos os indivíduos de uma mesma espécie de ser vivo que habitam um determinado local. Por exemplo: todas as árvores de uma espécie de planta que ocorrem em um bosque, todos os indivíduos de uma só espécie de macaco que ocorrem em uma área. O conjunto de todas as populações que habitam um determinado local forma uma comunidade.

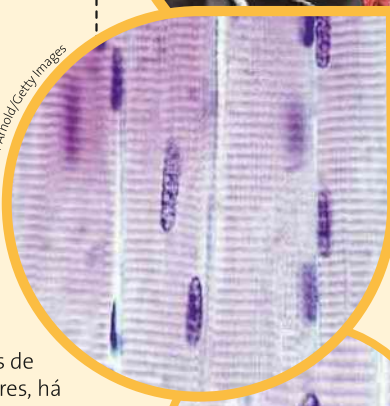


5 Organismo – corresponde a cada indivíduo de uma população. Por exemplo: cada árvore, cada macaco, cada bactéria é um organismo.

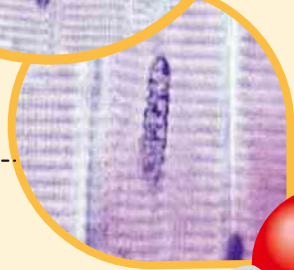


6 Sistemas e órgãos – organismos formados por mais de uma célula apresentam outros níveis de hierarquia estrutural. Como estamos analisando os níveis de organização biológica em ordem decrescente, o próximo nível é o dos sistemas. Um macaco, por exemplo, tem o corpo formado por conjuntos de órgãos que colaboram em uma função específica do corpo. Esse conjunto forma um sistema. É o caso do sistema muscular, que é formado por órgãos chamados músculos, que atuam em conjunto na função de movimentação de partes do corpo. O órgão é cada uma das partes de um sistema.

7 Tecido – cada órgão é formado por um conjunto de tecidos e cada tecido corresponde a um conjunto de células que atuam de modo integrado na realização de funções específicas. Alguns organismos multicelulares não apresentam esse nível de organização biológica: eles não apresentam tecidos apesar de serem formados por muitas células. Consequentemente, não apresentam órgãos nem sistemas.



8 Célula – é a unidade morfológica e funcional dos seres vivos. Muitos organismos são formados por uma só célula que realiza todas as funções da vida; os unicelulares, consequentemente, não apresentam os níveis de organização de tecidos, sistemas e órgãos. Nos multicelulares, há divisão de trabalho entre as células do corpo. Por exemplo: uma célula muscular realiza a função de contração, uma célula nervosa realiza a função de recepção e transmissão de estímulos.



9 Molécula – cada molécula é formada por dois ou mais átomos. O estudo da vida no nível molecular é hoje uma das áreas de grande desenvolvimento dentro da Biologia e tem trazido muitas informações importantes para a compreensão de ampla gama de processos. A Biologia Molecular interage com vários outros campos dentro e fora da Biologia.

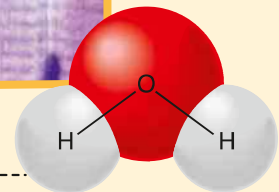


Figura 1.7. A investigação da vida ocorre em diversos níveis de organização biológica, desde a biosfera até a molécula. (Elementos representados fora de escala.)

5. Características dos seres vivos

Como já comentamos, a Biologia é o estudo da vida. Mas o que é vida?

Para tentar responder a essa pergunta, muitas considerações teóricas e filosóficas foram e ainda são feitas, sendo esse um tema bastante polêmico. Assim, muitas vezes, em vez de se discutir o que é vida, passa-se a discutir quais características definiriam um ser vivo. Essas características são listadas sem a preocupação de discutir o conceito de vida. Ainda assim, há discordâncias entre os pesquisadores a respeito de qual seria a melhor escolha de características para tal fim. Por exemplo, há os que definem ser vivo como aquele que apresenta ciclo vital, ou seja, nasce, cresce, se reproduz e morre. Essa definição, entretanto, não se aplica a muitos organismos, como é o caso das bactérias, em que uma célula inicial se divide em duas, cada uma cresce e se divide de novo e assim por diante. O que seria “morrer” para esses organismos, se uma célula se divide e forma outras duas? Aquela célula inicial morreu? E o que dizer, por exemplo, do ciclo vital de uma pessoa? Ela pode viver sem jamais vir a ter filhos. O fato de não se reproduzir não é relevante para que ela seja considerada um ser vivo.

Apesar dessas dificuldades, vamos aqui resumir algumas das características mais gerais dos seres vivos, sabendo que esse resumo não está livre de críticas.

- Os seres vivos são formados por uma ou mais **células**, estruturas delimitadas por membrana e que contêm em seu interior citoplasma e material genético, que é o **ácido nucleico DNA**.
- Os elementos químicos mais abundantes no corpo dos seres vivos são carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). O carbono é o elemento fundamental para a formação de **substâncias orgânicas**, caso dos carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA). Além de substâncias orgânicas, no corpo dos seres vivos há também **substâncias inorgânicas**, caso da água e dos sais minerais.
- Os seres vivos mantêm o meio interno constante mesmo quando as condições externas mudam. Essa propriedade é chamada **homeostase**.
- Os seres vivos podem se **reproduzir**, isto é, podem dar origem a descendentes. São duas as formas de reprodução: a **assexuada**, na qual um único indivíduo produz descendentes iguais a ele, e a **sexuada**, em que há formação e união de gametas. Na reprodução sexuada, o indivíduo formado será semelhante, mas não idêntico aos pais.
- Os seres vivos **precisam de água** para sobreviver. Embora existam formas de resistência que permanecem dormentes na ausência de água, assim que a água fica novamente disponível, a dormência é quebrada e o organismo passa a viver normalmente.
- Os seres vivos obtêm e usam matéria e energia para seu crescimento e reprodução. A combinação de reações químicas pelas quais um organismo constrói (**anabolismo**) ou quebra (**catabolismo**) matéria chama-se **metabolismo**. Os seres vivos **crecem** graças aos processos metabólicos.
- Os seres vivos **detectam e respondem a estímulos** do meio. Têm, assim, capacidade de **reação**.
- Os seres vivos **evoluem**, ou seja, ao longo das gerações, populações de uma mesma espécie apresentam mudanças e eventualmente podem diferenciar-se a ponto de gerar novas espécies.

6. Evolução, o princípio unificador da Biologia

O entendimento de que as populações de seres vivos evoluem passou por uma longa discussão envolvendo pesquisadores e sociedade. A história da ciência tem muito a nos contar sobre isso. As ideias evolutivas ainda provocam algumas polêmicas e discordâncias, mas, para a grande maioria da comunidade científica, a evolução é o eixo central da Biologia.

Antes da compreensão de que as espécies mudam ao longo do tempo, podendo levar ao surgimento de novas espécies, aceitava-se o **fixismo** ou **imutabilidade** das espécies. Essa corrente de pensamento afirmava que o

número de espécies existentes era o mesmo desde a origem do mundo e que os organismos sempre existiram com as características que apresentam atualmente, ou seja, não mudaram ao longo do tempo. Essa ideia foi e ainda é contestada por vários cientistas, com base em grande quantidade de dados coletados na natureza e em estudos experimentais que corroboram os processos evolutivos. Desde meados do século XIX, o pensamento evolucionista tornou-se amplamente aceito pela comunidade científica, a ponto de ser por grande parte dela considerado o eixo central da Biologia.

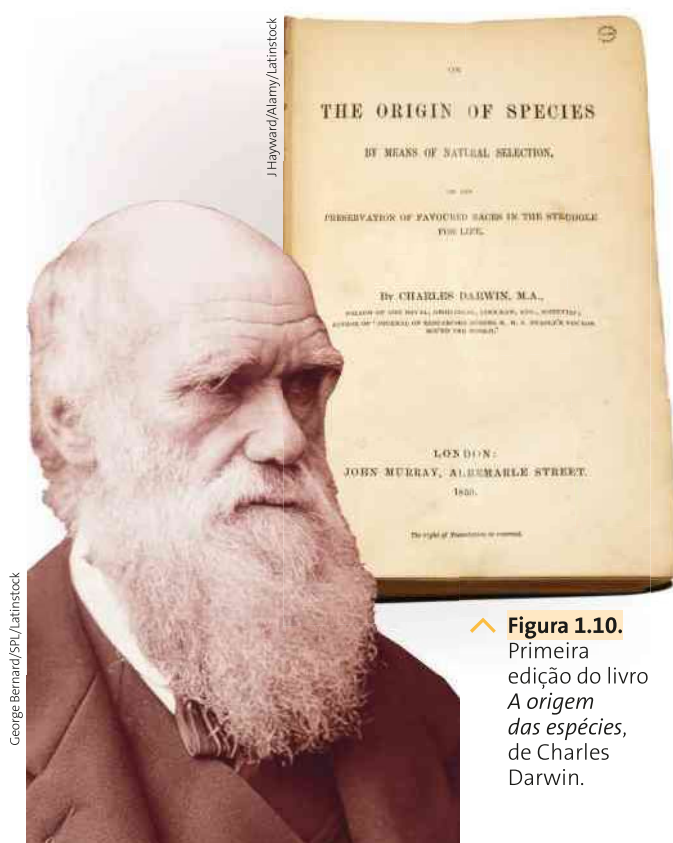
Para introduzirmos o tema evolução, que será mais amplamente discutido em outros momentos do curso de Biologia, vamos destacar dois importantes evolucionistas ingleses: Alfred Russel **Wallace** (Fig. 1.8) e Charles Robert **Darwin** (Fig. 1.9). Ambos, trabalhando de modo independente, formularam ideias muito próximas: as espécies mudam ao longo do tempo, ou seja, evoluem, por **seleção natural**.

As ideias de Darwin e Wallace foram apresentadas à comunidade científica em um mesmo evento, em 1858. No ano seguinte, Charles Darwin publicou a primeira edição do livro que começaria a mudar a história da Biologia: *A origem das espécies* (Fig. 1.10).



^ **Figura 1.8.** Alfred Wallace (1823-1913).

Segundo a teoria da evolução por seleção natural, os indivíduos de uma população não são idênticos entre si e nascem mais indivíduos do que o ambiente pode suportar. Sem recursos em quantidades adequadas para todos os indivíduos, ocorre competição. Aqueles com características herdáveis que sejam mais vantajosas para uma dada situação têm mais chances de conseguir os recursos do meio, sobreviver e, conseqüentemente, se reproduzir, passando essas características vantajosas aos seus descendentes. Esse processo, que ocorre ao longo do tempo, leva a modificações na população. Assim, o meio seleciona naturalmente aqueles indivíduos com características que lhes conferem maiores chances de sobrevivência e reprodução em uma dada condição ambiental. Essas características selecionadas são consideradas **adaptações** àquela condição. Mudando a condição ambiental, mudam-se as características selecionadas.



^ **Figura 1.9.** Charles Darwin (1809-1882).

Para haver evolução é fundamental que exista variabilidade entre os indivíduos da população. À época de Darwin, as explicações a respeito do que gera a variabilidade e como ocorre a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações eram ainda incipientes. Apesar disso, as ideias de Darwin acerca da evolução por seleção natural não foram comprometidas, pois ele apresentou dados abundantes e consistentes que as corroboraram.

A explicação mais completa a respeito do que gera a variabilidade na população e como ocorre a transmissão das características hereditárias só surgiu mais tarde, com o desenvolvimento de uma área da Biologia chamada Genética. Foram necessárias décadas até que as noções dessa área fossem incorporadas às explicações evolutivas. Sabe-se, por exemplo, que, ao longo das gerações, o DNA é transmitido das gerações parentais para as novas gerações e que variações nas populações podem surgir por mutações, que são modificações no DNA.

Hoje se sabe que existem outros fatores importantes nos processos evolutivos, como o acaso. Certas condições que ocorrem ao acaso podem eliminar ou manter nas populações alguns indivíduos, independentemente de terem ou não adaptações vantajosas naquele ambiente. Isso ocorre, por exemplo, durante uma queimada, evento que pode eliminar aleatoriamente indivíduos de uma população.

Os processos evolutivos ainda são objetos de pesquisa e há continuamente produção de novos conhecimentos sobre Evolução, sendo essa uma área da Biologia em pleno desenvolvimento.

Para entendermos melhor o processo de seleção natural, vamos analisar um exemplo real de experimentação realizado na década de 1970 pelo zoólogo estadunidense John Endler. Ele montou seu experimento utilizando uma espécie de peixe de aquário bem popular, o lebiste (*Poecilia reticulata*).

Os machos dessa espécie têm manchas com coloração viva, que atuam na atração de fêmeas. Essas manchas, no entanto, atraem também predadores. Observações anteriores sugeriam que, nos locais onde havia grande quantidade de peixes predadores, os lebistes machos (Fig. 1.11) tendiam a ter menos manchas coloridas, quando comparados àqueles que viviam em locais com menos predadores.

Para verificar experimentalmente esse fenômeno, Endler colocou grupos semelhantes de lebistes machos e fêmeas em três lagoas praticamente idênticas. A característica que variava entre essas lagoas era o fator “predadores”: enquanto em uma lagoa não havia predadores, na outra havia uma espécie predadora de lebistes e, na terceira, havia uma espécie de peixe que era predador, mas que não se alimentava de lebistes.

As três lagoas foram deixadas nessas condições por 20 meses, o que equivale a aproximadamente sete gerações de lebistes. Após esse período, Endler analisou as populações do peixe e constatou que, na lagoa onde havia predadores de lebistes, os machos dessa espécie tinham significativamente menos manchas coloridas nas caudas do que aqueles deixados nas outras duas lagoas. Como essa característica é hereditária, essa experiência forneceu forte evidência de que a quantidade

de manchas nas caudas de lebistes machos é uma característica que sofre seleção natural, pois os machos com menos manchas são menos predados, passando essa característica aos descendentes.

Há ainda inúmeros outros exemplos de atuação da seleção natural na evolução. Um deles pode ser dado pelos pandas-gigantes, atualmente ameaçados de extinção.

O panda-gigante (Fig. 1.12) vive nas florestas de bambu na China Oriental. Uma característica curiosa desses animais diz respeito a suas patas dianteiras: em vez de terem cinco dedos, como as dos demais mamíferos, as deles têm seis. O sexto dedo é chamado “dedão” e é oponível, ou seja, dispõe-se em ângulo de 90° em relação aos demais, como o polegar na espécie humana. Essa disposição dos dedos confere ao panda-gigante a capacidade de segurar o caule do bambu, que é seu principal alimento na natureza.

O dedão do panda-gigante é, na realidade, um osso muito aumentado do punho, com tendões e músculos associados. Esses animais derivaram de ancestrais com cinco dedos. Em algum momento da história evolutiva, devem ter nascido pandas com um dos ossos do punho mais desenvolvido, formando um sexto dedo, oponível. Os pandas-gigantes de seis dedos devem ter se tornado mais aptos a segurar o bambu e, conseqüentemente, a comer mais, sobrevivendo em maior número que os demais e deixando mais descendentes com essa característica. Ao longo do tempo, teriam sobrevivido apenas os pandas-gigantes de seis dedos, pois todos os indivíduos atuais são assim.

Nesta coleção, a visão evolutiva permeará todo o conteúdo, pois, nas palavras do biólogo ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975), “Nada em Biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução”.



Figura 1.11. Fotografia de um lebiste macho. Mede cerca de 3 cm de comprimento.



Figura 1.12. Fotografia de um panda-gigante. Mede cerca de 1,40 m de comprimento.



Colocando em foco

SELEÇÃO NATURAL E RESISTÊNCIA DE BACTÉRIAS A ANTIBIÓTICOS

Você já deve ter lido que um antibiótico deixou de ser eficiente para controlar determinada bactéria causadora de uma doença no ser humano. Isso ocorre porque as bactérias, como todos os seres vivos, sofrem pequenas mudanças de geração para geração. No caso das bactérias causadoras de doença, essas mudanças podem ter levado ao surgimento de indivíduos que respondem de modo diferente aos antibióticos.

No início do tratamento de determinada doença com um antibiótico, muitas bactérias morrem, pois são sensíveis à droga. Entretanto, como os indivíduos não são idênticos entre si, nessa população de bactérias podem existir algumas que sejam resistentes ao remédio; se o tratamento não for feito de acordo com as orientações médicas, essas bactérias resistentes irão se reproduzir e originarão descendentes, em sua maioria, também resistentes à droga. Surge, então, uma nova população de bactérias, sobre a qual aquele antibiótico tem pouco ou mesmo nenhum efeito.

Esse processo de seleção nos permite entender por que os antibióticos só podem ser tomados com prescrição médica e por que é importante seguir as recomendações de não interromper o tratamento antes do tempo, quando o paciente começa a se sentir melhor. Os antibióticos devem ser tomados durante um período contínuo estabelecido pelo médico. Atualmente, também se recomenda que, caso sobre antibiótico após o fim do tratamento, esse remédio seja levado para farmácias ou postos de saúde para ser descartado de forma segura.



Tema para discussão

REGISTRE
NO CADERNO



Vírus, viroides e príons: seres vivos ou não?

Os organismos vivos apresentam certas características que não são encontradas em objetos inanimados. Essas características foram listadas por muitos cientistas, como fizemos aqui. No entanto, tais listas diferem entre os pesquisadores, e é muito difícil escolher apenas uma delas como a melhor que todas as demais.

Procurando resolver essas questões, alguns biólogos propuseram definições mais gerais de seres vivos. Entre elas, pode-se citar a de John Maynard Smith, de 1986, segundo a qual “entidades com as propriedades de multiplicação, variação e hereditariedade são vivas e entidades que não apresentam uma ou mais dessas propriedades não o são”.

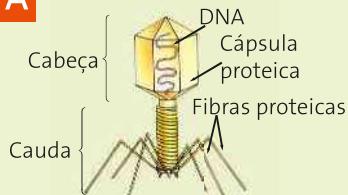
Apesar do grande esforço dedicado a esse assunto, essa ainda é uma questão polêmica, que gera debates calorosos no meio científico e mesmo fora dele.

Esse problema torna-se ainda maior quando nos deparamos com entidades como vírus, viroides e príons, que, embora não apresentem estrutura celular, têm algumas características bastante especiais.

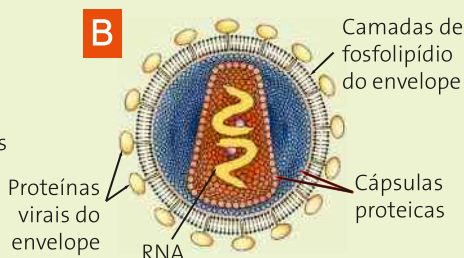
Cada **vírus** é formado por um tipo de ácido nucleico (DNA ou RNA), protegido por uma ou mais cápsulas proteicas (veja os esquemas). Além disso, certos vírus possuem um envelope formado por membrana lipoproteica semelhante à das células.

Jurandir Ribeiro

A



B



Esquemas de vírus feitos com base em observações ao microscópio eletrônico. **A.** Esquema de um bacteriófago (vírus que infecta bactérias), mostrando o DNA por transparência. Vírus sem envelope lipoproteico. **B.** Esquema da organização do vírus HIV visto em corte mediano. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Os vírus não têm estrutura celular e só adquirem manifestações vitais quando penetram células vivas, sendo, portanto, parasitas intracelulares obrigatórios.

Alguns pesquisadores consideram os vírus partículas infecciosas especiais, e não seres vivos. Outros consideram os vírus formas particulares de vida, com base nos seguintes argumentos: são formados por substâncias orgânicas, têm capacidade de reprodução (embora apenas quando penetram uma célula hospedeira) e sofrem mutação no material genético, podendo mudar ao longo do tempo, ou seja, evoluem. Essa grande capacidade que os vírus têm de mutação é um dos motivos pelos quais ainda não se conseguiu produzir uma vacina eficiente contra algumas das doenças causadas por eles, como a Aids e a gripe. No caso da gripe, as vacinas existentes são renovadas anualmente para tentar combater novas variedades do vírus.

Os **viroides** são ainda mais simples que os vírus. Eles foram descobertos em 1971 e consistem apenas em uma molécula circular de RNA não envolta por cápsula proteica. Essa molécula fica sempre dentro de uma célula hospedeira e tem a capacidade de autoduplicação e de sofrer mutações. Não consegue, entretanto, comandar a síntese de proteínas, sendo totalmente dependente da célula hospedeira para sua replicação. Os viroides conhecidos ocorrem apenas em plantas e a via principal de difusão é por contato direto, mas podem ser transmitidos por pulgões e instrumentos de poda. Eles provocam desenvolvimento anormal de plantas, podendo levá-las à morte. Seriam eles uma forma particular e extremamente simplificada de vida parasitária ou seriam eles agentes infecciosos com capacidade de multiplicação, variação e hereditariedade, assim como os vírus?

O caso dos **príons** já foi mais polêmico. Atualmente, sabe-se que eles não são formas particulares de vida. Eles são proteínas que provocam doenças neurodegenerativas, como a doença da vaca louca (encefalopatia espongiforme bovina), que faz aparecer cavidades no encéfalo, deixando-o como uma esponja. Várias doenças na espécie humana, como a doença de Creutzfeldt-Jakob (tipo de encefalopatia espongiforme humana), também são provocadas por príons. O príon foi descrito pela primeira vez em 1982 pelo bioquímico Stanley Prusiner (prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia em 1997).

A palavra príon refere-se a “partículas infectantes proteináceas” e seu uso na literatura é muito variável. Usaremos o termo príon só para a proteína que causa a doença.

Quando os príons foram descobertos, chegou-se a pensar que eles seriam seres vivos muito especiais, pois achava-se, na época, que eram proteínas capazes de replicação. Hoje se sabe que os príons não têm essa capacidade.

Nas membranas celulares, especialmente das células nervosas, há proteínas passíveis de sofrerem uma alteração em sua estrutura tridimensional, transformando-se em príons. A principal característica dos príons é que eles interagem com as proteínas normais, transformando-as em aberrantes – e o ciclo se repete em uma espécie de reação em cadeia, dando a falsa impressão de que os príons estão se replicando. Eles aumentam em número, mas não por divisão de uma molécula em duas que depois se dividem novamente. O aumento se deve a modificações em proteínas normais, já existentes.

Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.

- Faça, com os colegas de grupo, uma pesquisa a respeito da interpretação dada aos vírus, isto é, se são seres vivos ou não. Utilize diferentes fontes confiáveis de consulta, como sites de universidades, de entidades governamentais, páginas pessoais de pesquisadores, livros e revistas de cunho científico. Com base nessas informações e no texto aqui discutido, faça uma apresentação oral para os demais colegas sobre os dados obtidos e a conclusão a que seu grupo chegou. O(A) professor(a) deverá marcar o dia das apresentações e organizar um debate na classe a respeito desse assunto.



Retomando

Agora que você já conhece melhor a Biologia, retome suas respostas às questões iniciais da seção **Pense nisso** deste capítulo. Suas expectativas com relação a essa ciência mudaram? Quanto à sua proposta de estudo do Pantanal, há outros conhecimentos envolvidos que podem ajudá-lo a responder a seus questionamentos?