

O que é Biologia?

Biologia (do grego, *bios*, “vida”, e *logos*, “estudo”) é o ramo da ciência que estuda a vida e todos os seres vivos da Terra. A Biologia estuda as características, o comportamento e a origem dos organismos, assim como as interações que estes estabelecem uns com os outros e com o próprio meio ambiente.

Recentemente, diversos pesquisadores têm buscado entender como as ações humanas interferem no planeta. A destruição de ambientes naturais, a poluição da água e a emissão de gases que aumentam o efeito estufa são exemplos da interferência humana em diversos ambientes.

▼ Pesquisadora estudando amostras de corais no Oceano Índico. O resultado dessa e de outras pesquisas ajuda a compreender como o aumento da temperatura global afeta os seres vivos.

Neste capítulo

- Áreas da Biologia.
- Características dos seres vivos.
- Níveis de organização biológica.
- A Biologia como ciência.



Características dos seres vivos

Existem características comuns a todos os seres vivos e que os distinguem dos componentes não vivos do ambiente. Algumas dessas características são: composição química, organização celular e metabolismo, capacidade de nutrição e crescimento, movimento e reação aos estímulos ambientais, reprodução, hereditariedade e evolução.

Composição química

Seres vivos e não vivos são compostos de inúmeros átomos, que se ligam uns aos outros formando moléculas. A molécula de água, por exemplo, é formada por dois átomos de hidrogênio ligados a um de oxigênio.

De modo geral, as moléculas podem ser classificadas em **orgânicas** e **inorgânicas**.

A principal diferença entre as substâncias inorgânicas e orgânicas é a proporção de certos elementos químicos. Na matéria orgânica, existe grande porcentagem de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N). Em menor proporção também existem fósforo (P) e enxofre (S). Esses elementos também estão presentes na matéria inorgânica, mas geralmente em proporção menor. Além disso, na matéria inorgânica os átomos se arranjam de forma mais simples.

A matéria orgânica geralmente é formada por grande variedade de substâncias. Por exemplo, enquanto um grão de areia é formado por apenas um tipo de substância, a sílica (SiO_2), uma bactéria centenas de vezes menor, apresenta sais minerais, água, proteínas, açúcares, gorduras, ácidos nucleicos, entre outros.

Organização celular e metabolismo

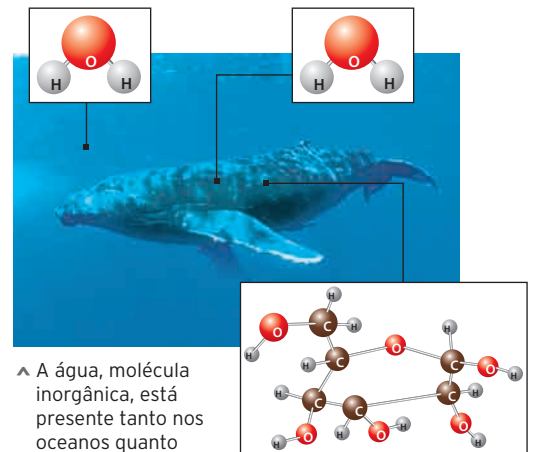
Os seres vivos são formados por **células**, que contêm tanto substâncias inorgânicas como orgânicas. As células são a unidade estrutural e funcional de qualquer organismo, ou seja, elas compõem a estrutura dos seres vivos e, em conjunto, são responsáveis pela realização das funções corporais. As células podem dividir-se e dar origem a outras células.

A maior parte das células é microscópica, tendo em geral o tamanho da centésima parte do milímetro. Alguns seres consistem de apenas uma célula e, portanto, são chamados **unicelulares**, como as bactérias e os protozoários. Outros seres são formados por várias células, e são chamados de **multicelulares** (ou pluricelulares). Cada ser humano, por exemplo, possui cerca de 60 trilhões de células!

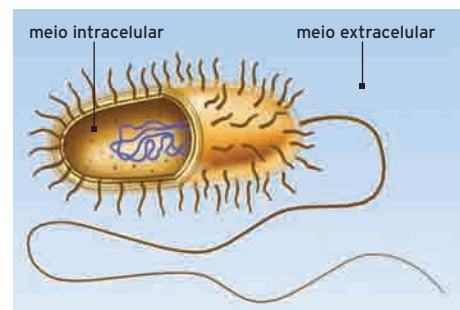
A célula é delimitada por uma membrana que separa seu meio interno, ou intracelular, do meio externo, ou extracelular. Assim, a composição química dentro e fora da célula é diferente, o que faz do meio intracelular um microambiente propício para a ocorrência de uma série de reações químicas que garantem a vida da célula e, em maior escala, de todo o organismo.

O conjunto dessas reações químicas recebe o nome de **metabolismo** (do grego, *metabolé*, “conversão” ou “transformação”). Por meio do metabolismo, ocorre uma contínua substituição dos componentes celulares (átomos e moléculas constituintes), envolvendo reações de degradação e de síntese desses componentes.

Contudo, a atividade metabólica das células não ocorre de forma espontânea, pois requer energia. Essa energia provém da degradação metabólica (quebra) de substâncias orgânicas, contidas no alimento. Além de fornecer energia, os nutrientes também podem ser utilizados de maneira constitutiva, ou seja, fornecem a matéria-prima para a síntese (produção) de novas moléculas que formam o meio intracelular.



^ A água, molécula inorgânica, está presente tanto nos oceanos quanto no corpo dos seres vivos, como essa baleia. Já a glicose, um tipo de açúcar, é obtida apenas de seres vivos.



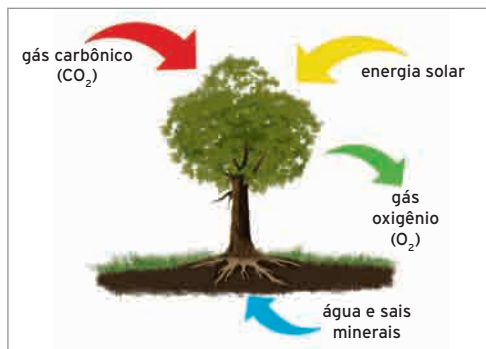
^ Bactéria, um exemplo de ser vivo unicelular. O metabolismo se dá no meio intracelular.

■ Capacidade de nutrição e crescimento

Os seres vivos necessitam de nutrientes para sobreviver. É por meio dos alimentos que os seres vivos adquirem a matéria-prima para, por exemplo, crescer, renovar suas células e se reproduzir. Além disso, os alimentos também fornecem a energia necessária para a realização de todas as atividades executadas pelo organismo.

Entretanto, a maneira pela qual um determinado ser vivo obtém energia pode variar. Existem seres capazes de produzir seu próprio alimento e, por isso, são chamados de seres **autótrofos** (do grego, *auto*, “próprio”, e *trofein*, “alimentar-se”). É o caso das plantas, algas e certas bactérias, que realizam **fotossíntese**, um processo de produção do próprio alimento a partir de água, gás carbônico (CO_2) e energia luminosa (como a do Sol). Esse processo também requer a presença de clorofila, um pigmento verde que absorve parte da energia da luz.

É por meio da fotossíntese que a planta produz moléculas orgânicas que lhe servirão de alimento. A molécula de glicose, formada na fotossíntese, é distribuída por toda a planta.



A glicose é um dos produtos da fotossíntese. Outro produto é o gás oxigênio (O_2), liberado para o ambiente. A partir da glicose, os seres autótrofos fabricam outras substâncias, como o amido, encontrado, por exemplo, na batata e no arroz.

Assim, plantas, algas e certas bactérias alimentam-se dos nutrientes que fabricam a partir de componentes obtidos do ambiente onde vivem.

Animais, fungos, protozoários e a maioria das bactérias não produzem seu alimento. Por isso são chamados de seres **heterótrofos** (do grego, *hetero*, “diferente”, e *trofein*, “alimentar-se”). Alguns animais só comem partes de plantas (folhas, sementes, etc.) e são chamados herbívoros. Outros comem apenas carne; são os carnívoros. Outros ainda se nutrem de alimentos de origem vegetal e animal; são os onívoros. É a partir de

outros seres vivos que os seres heterótrofos obtêm energia e matéria-prima para realizar todas as suas atividades.

■ Movimento e reação aos estímulos ambientais

Todos os seres vivos são dotados da capacidade de reagir a estímulos ou modificações ambientais; assim conseguem manter o equilíbrio de suas funções vitais, ou seja, sua **homeostase** (do grego, *homeo*, “igual”, e *stasis*, “permanente”, “constante”). Nas plantas, as reações aos estímulos geralmente são mais lentas do que nos animais. Um exemplo é o crescimento do caule em direção à luz, ou das raízes em direção ao solo.

As maneiras com que os seres vivos reagem a estímulos ambientais constituem um mecanismo de sobrevivência que pode favorecer a adaptação ao ambiente e a reprodução da espécie.



▲ Certos animais têm a capacidade de reagir de diferentes maneiras aos estímulos ambientais, ajustando seu comportamento, de modo sutil ou drástico, dependendo do estímulo a que são submetidos.



▲ Planta crescendo em direção à luz.

■ Reprodução e hereditariedade

Provavelmente você já ouviu falar que os seres vivos nascem, desenvolvem-se, podem se reproduzir e morrem. Essas diferentes fases da vida de um ser constituem o seu **ciclo de vida**, cuja duração varia de uma espécie para outra. Algumas bactérias podem completar seu ciclo de vida em cerca de 30 minutos. Outros seres, como as sequoias, uma árvore nativa da América do Norte, e alguns tipos de pinheiro podem viver até 4 mil anos!

A reprodução é uma etapa importante no ciclo de vida, uma vez que garante a continuidade da espécie. Por meio desse processo, os seres vivos produzem descendentes da mesma espécie.

O mecanismo de reprodução nos seres vivos é muito variado. Basicamente, tanto os seres unicelulares quanto os multicelulares podem reproduzir-se de duas formas: **assexuada** e **sexuada**.

Reprodução assexuada

Na reprodução assexuada, um único indivíduo dá origem a outros. É mais frequente entre os organismos unicelulares.

Existem muitos tipos de reprodução assexuada, entre eles a **divisão binária** (também chamada **cissiparidade** ou **bipartição**). Esse tipo de reprodução consiste na simples divisão da célula em duas partes, que passam a representar dois novos seres, como pode ser observado no esquema ao lado. Antes da divisão, a célula duplica seu material genético; cada célula-filha é geneticamente idêntica à célula que lhe deu origem.

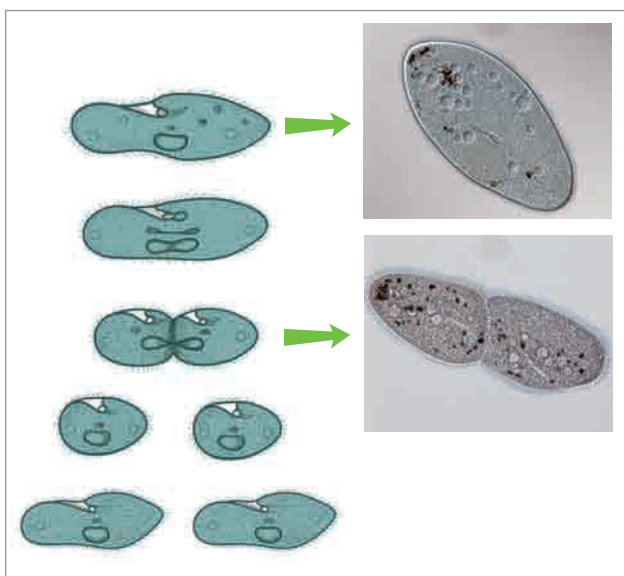
A reprodução assexuada também está presente entre os seres multicelulares. Algumas algas pluricelulares, como a *Ulothrix*, produzem **esporos**, células que germinam e originam novos indivíduos (reprodução por esporos). Outro exemplo é a hidra, um tipo de animal que vive em água doce. Em uma hidra adulta surge naturalmente um **broto**, que pode destacar-se e originar uma nova hidra (reprodução por brotamento).

Reprodução sexuada

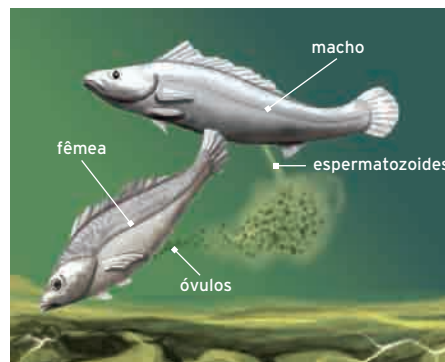
Nesse tipo de reprodução, um novo indivíduo é originado a partir da união de duas células sexuais, chamadas **gametas**. Nos animais, os gametas masculinos são os **espermatozoides**, e nas fêmeas os gametas são os **óvulos**. Na reprodução sexuada, cada progenitor transmite metade de seu material genético aos descendentes, que são, portanto, geneticamente diferentes de seus progenitores.

O encontro de dois gametas – ou **fecundação** – pode ocorrer fora dos organismos produtores de gametas ou no interior do corpo de um deles. No primeiro caso fala-se em **fecundação externa**, processo que se caracteriza pela liberação de espermatozoides e óvulos que se encontram fora dos organismos progenitores. Esse tipo de reprodução, frequente em organismos aquáticos, como ouriços-do-mar e muitos peixes, também acontece entre alguns organismos terrestres, como as minhocas.

Em outros animais, como répteis, aves e mamíferos, o macho lança os espermatozoides no interior do corpo da fêmea, onde ocorre o encontro dos gametas. **Fecundação interna** é o nome dado a esse processo, ou seja, quando o encontro dos gametas ocorre no interior do corpo de um dos organismos progenitores.



▲ À esquerda, ilustração esquemática de divisão binária em *Paramecium* sp. À direita, fotografias do mesmo processo visto ao microscópio de luz. Aumento de 100 vezes.



▲ Reprodução sexuada em peixes.

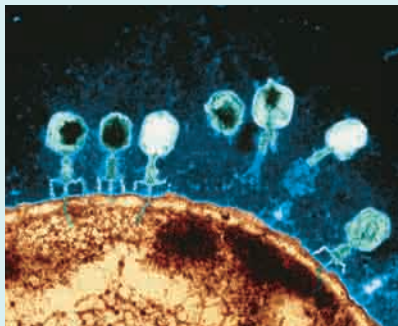
Biologia se discute

Vírus, um pequeno grande enigma

Os vírus não apresentam todas as características presentes nos seres vivos. Basicamente, os vírus são constituídos por material genético (DNA ou RNA – ácido ribonucleico, um outro tipo de ácido nucleico) envolto por uma capa de proteínas, ou seja, são constituídos por matéria orgânica. Entretanto, a estrutura que compõe o vírus não é considerada uma célula, a unidade funcional de um ser vivo. Assim, os vírus são tidos como **acelulares** (sem células). Além disso, os vírus só apresentam atividade metabólica quando estão dentro de uma célula de algum ser vivo. Fora das células, os vírus não podem captar nutrientes, utilizar energia ou realizar qualquer atividade de síntese de novas moléculas.

Outra intrigante propriedade dos vírus é o modo de reprodução. Eles invadem uma célula e a utilizam para produzir mais vírus.

Existem pesquisadores que não consideram os vírus como seres vivos, enquanto outros acreditam no contrário. De qualquer modo, devido ao fato de não possuírem metabolismo próprio e de não se reproduzirem (a menos que estejam no interior de uma célula), os vírus são definidos como **parasitas intracelulares obrigatórios**.



▲ Micrografia eletrônica de varredura de bacteriófagos T. infectando uma bactéria (*Escherichia coli*). Aumento de 47 mil vezes.

Hereditariedade

A **hereditariedade** está relacionada à reprodução e é outra importante característica dos seres vivos. Trata-se da transferência de informações genéticas de um ser vivo para outro, de geração em geração. A hereditariedade garante que os filhos sejam semelhantes aos pais.

Quando um organismo se reproduz, transmite aos seus descendentes um conjunto de informações presentes em seu material genético, geralmente composto de moléculas de DNA (ácido desoxirribonucleico). Essas informações permitem que o novo ser desenvolva as características da espécie à qual pertence.

■ Evolução

Ao longo do tempo, os seres vivos passam por mudanças e transformações, dando origem a novas espécies. Esse processo recebe o nome de **evolução**.

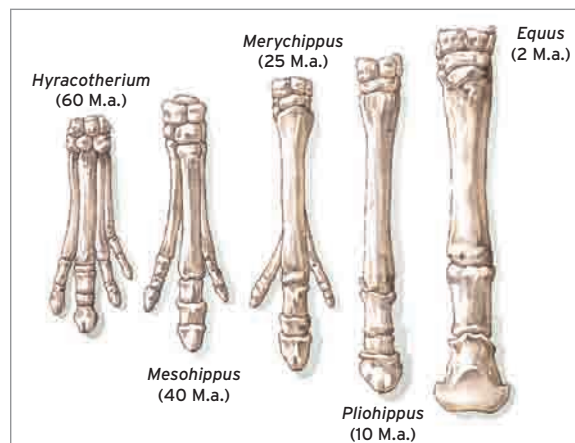
Para sobreviver em um ambiente, os seres vivos devem estar adaptados a ele. A **adaptação** é um processo que, ao longo do tempo, leva ao surgimento de características que conferem maior capacidade de sobrevivência a uma espécie em certo ambiente.

A teoria evolucionista mais aceita atualmente foi proposta em meados do século XIX por Charles Darwin e Alfred Wallace. Trata-se da teoria da **seleção natural**, segundo a qual os organismos mais bem adaptados ao ambiente têm mais possibilidade de sobreviver e deixar descendentes.

A seleção natural baseia-se nas diferenças que existem entre indivíduos da mesma espécie. Se todos os organismos de uma espécie fossem idênticos, não haveria alguns mais bem adaptados ao ambiente que outros.

As espécies atuais resultam de transformações ocorridas em espécies ancestrais. As modificações são consequência de pequenas alterações que ocorrem no DNA chamadas **mutações**.

As mutações podem ser vantajosas, neutras ou prejudiciais para o organismo que as apresentam. Elas também podem ser transmitidas às futuras gerações por meio da reprodução. Assim surgem diferenças resultantes da **variabilidade genética** existente dentro das espécies.



Note as diferenças entre a pata do cavalo atual (*Equus*) e de diversas espécies extintas. As modificações, que incluem redução do número de dedos, levaram cerca de 60 milhões de anos (60 M.a.).

Questões de revisão

1. Seres vivos são compostos apenas de matéria orgânica. Você concorda com essa afirmação?
2. As baratas são seres que fogem rapidamente quando uma luz é acesa. Qual propriedade dos seres vivos explica melhor esse comportamento?

Níveis de organização biológicos

Uma maneira de estudar e compreender a vida é analisando-a em seus **níveis de organização**, que podem ser classificados desde o mais simples até o mais complexo. Essa classificação não reflete a importância de cada nível; indica apenas o aumento progressivo de complexidade.

O nível **atômico** é representado pelos átomos dos elementos químicos. Os átomos ligam-se e formam estruturas mais complexas, as **moléculas**. Esses dois níveis estão presentes tanto na matéria viva como na não viva.

Os seres vivos são formados por diversos tipos de moléculas orgânicas e inorgânicas. Dentre as primeiras destacam-se proteínas, lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos. Moléculas presentes nos seres vivos podem organizar-se de modo a constituir estruturas maiores e mais complexas, as **organelas** (ou organoides), componentes intracelulares que desempenham funções específicas.

O próximo nível de organização, o nível **celular**, apresenta vasta diversidade morfológica e funcional. As células podem unir-se em grupos e desempenhar uma função específica, formando assim um **tecido**. O nível tecidual ocorre apenas em alguns seres multicelulares, como plantas e animais. Um exemplo é o tecido ósseo, formado por células especializadas em certas funções, como a sustentação.

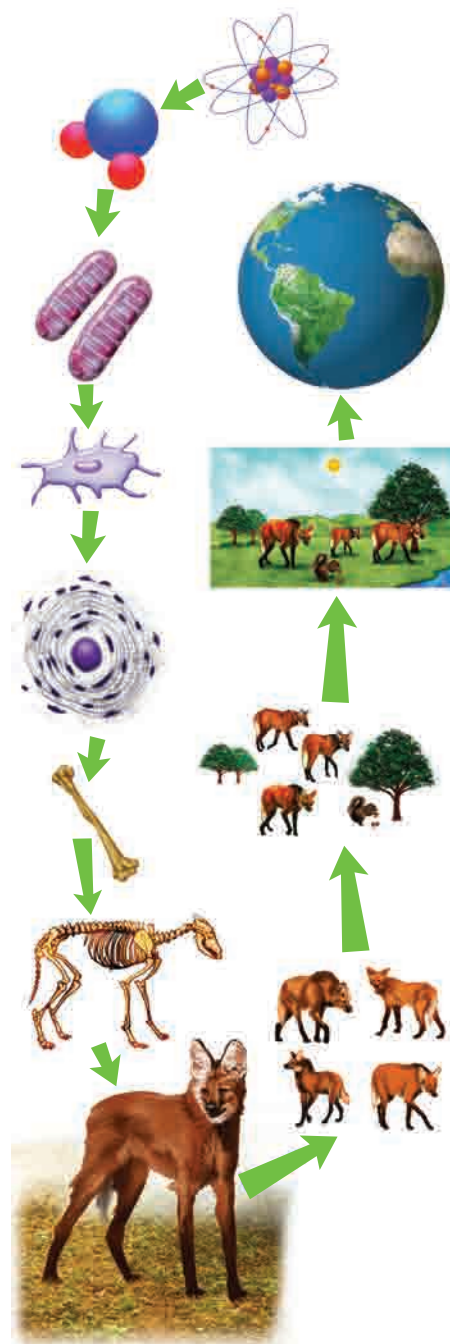
O conjunto de diferentes tecidos constitui um **órgão**. Um exemplo é o coração, um órgão formado por tecido muscular, sanguíneo e nervoso. Outro exemplo são os ossos, formados pelos tecidos ósseo, sanguíneo e nervoso. As plantas também apresentam órgãos: as folhas são formadas por tecido de revestimento (epiderme), fotossintetizante (parênquima) e de condução de seiva (xilema e floema).

O próximo nível, o **sistêmico**, é formado por diferentes órgãos que funcionam de modo integrado, exercendo uma determinada função. O sistema digestório, que permite ao ser vivo digerir os alimentos e absorver os nutrientes, é formado por diferentes órgãos, como estômago e intestino, por exemplo.

A integração de todos os sistemas forma o **organismo**. Um peixe, uma planta, um cachorro ou um ser humano são exemplos de organismos.

Raramente um organismo vive isolado, pois ele depende de outros, mesmo que apenas para a nutrição ou reprodução. Na maioria dos casos, os organismos interagem com outros da mesma espécie, com os quais podem reproduzir-se. O conjunto de organismos de uma mesma espécie, que interagem entre si e que vivem em um mesmo ambiente, constitui um nível chamado **população biológica**.

Por sua vez, o conjunto de diferentes populações, ou seja, organismos de diferentes espécies interagindo entre si em um mesmo espaço geográfico, caracteriza o nível de **comunidade biológica** (ou biocenose). O nível seguinte é o de **ecossistema**, formado pelo conjunto de seres vivos, de fatores não vivos (tais como a temperatura, luminosidade, umidade e componentes químicos) e das relações que existem entre eles. O último nível de organização tratado na Biologia é formado pelo conjunto de todos os ecossistemas do planeta Terra, constituindo a **biosfera**, a mais alta de todas as hierarquias da vida.



^ Níveis de organização biológicos. Átomos e moléculas também estão presentes na matéria não viva.

Questões de revisão

1. Com base no texto, defina tecido, sistema, população e comunidade.
2. Organize os seguintes níveis em ordem crescente de complexidade

ecossistema célula átomo organismo população órgão

3. Acrescente outros níveis à lista que você organizou na questão 2, respeitando a ordem de complexidade.

Áreas da Biologia

Ao longo de seu desenvolvimento, a Biologia tornou-se um campo de investigação bastante amplo, capaz de estudar os seres vivos de várias formas diferentes, dependendo do interesse desse estudo.

Assim, a Biologia foi subdividida em diferentes áreas de conhecimento, ou disciplinas acadêmicas. Embora sejam frequentemente abordadas de maneira isolada, em seu conjunto, todas as áreas da Biologia estão integradas, uma vez que estudam a vida em diferentes aspectos e níveis de organização. Atualmente, estudantes e profissionais da área biológica podem optar por um de seus ramos de pesquisa. Os principais ramos são mencionados a seguir.

- **Citologia ou Biologia celular** (do grego, *kytos*, “célula”, e *logos*, “estudo”): estuda o componente básico dos seres vivos, a célula.
- **Histologia** (do grego, *hystos*, “tecido”, e *logos*, “estudo”): estuda a formação (origem), a morfologia (forma e estrutura) e o funcionamento dos tecidos. O estudo de citolo-



▲ Pantanal, MS. Os organismos, as relações existentes entre eles e com o meio em que vivem são objeto de estudo da Biologia.

gia e histologia frequentemente é realizado com auxílio de microscópios, uma vez que a maioria das células não é visível a olho nu.

- **Anatomia** (do grego, *anatomé*, “seccionar”): estudo morfológico das estruturas corporais macroscópicas, isto é, visíveis a olho nu.
- **Embriologia** (do grego, *émbryon*, “embrião”): estuda a formação e o desenvolvimento embriológico dos seres vivos.
- **Botânica**: estuda plantas, algas (ficologia) e fungos (micologia), abrangendo o crescimento, o desenvolvimento, a fisiologia e a evolução desses organismos.
- **Zoologia** (do grego, *zoon*, “animal”): é a área da Biologia que estuda os animais em todos os seus aspectos.
- **Fisiologia** (do grego, *physis*, “natureza”): estuda o funcionamento de células, tecidos, órgãos, sistemas e do indivíduo como um todo.
- **Genética** (do grego, *genno*, “fazer nascer”): estuda a hereditariedade, isto é, o modo como certas características são transmitidas de uma geração a outra.
- **Evolução**: estuda o surgimento de novas espécies a partir de espécies preexistentes. Também investiga as modificações que os seres vivos apresentam durante intervalos de tempo relativamente longos.
- **Ecologia** (do grego, *oikos*, “casa”): estuda as relações entre os seres vivos e entre estes e o ambiente em que vivem, além da distribuição e abundância dos organismos no planeta.
- **Sistemática**: estuda a classificação dos seres vivos e as relações evolutivas que existem entre eles.

Biologia tem história

As descobertas de Aristóteles

Aristóteles (384-322 a.C.), o famoso pensador grego, foi um dos primeiros a escrever sobre Biologia. Devido ao seu interesse pela natureza viva, Aristóteles chegou a muitas conclusões.

Foi ele quem idealizou o princípio de que todos os organismos estão totalmente adaptados ao meio em que

vivem. Além disso, afirmou que a natureza é parcimoniosa, ou seja, não despende energia sem necessidade.

Após Aristóteles, muitos outros contribuíram para ampliar o conhecimento da humanidade em relação à vida, mas foi nos últimos dois séculos que o conhecimento acerca da Biologia cresceu em ritmo acelerado, até que se tornou necessário subdividi-la em diversas áreas de estudo.

Questões de revisão

1. Em que se baseia o estudo da Biologia?
2. Cite cinco das principais áreas da Biologia.
3. Por que a Biologia foi subdividida em diferentes áreas de conhecimentos?



A Biologia e a investigação

A palavra **ciência** vem do latim (*scientia*) e significa “conhecimento”. A ciência é um modo de pensar e, ao mesmo tempo, um método para investigar o mundo em que vivemos. Os processos que levam ao conhecimento científico sofrem influências dos mais diversos meios, como social, cultural, político, econômico, religioso, histórico e da própria personalidade de quem realiza a investigação. Dessa forma, tais processos são extremamente dinâmicos e apresentam mudanças ao longo do tempo.

Entretanto, um dos objetivos da ciência é representar o mundo em que vivemos da maneira mais precisa possível, objetiva e imparcialmente. Para tal finalidade, a ciência adota um conjunto de procedimentos denominado **método científico**.

O método científico

Se você for uma pessoa curiosa, dessas que observam o mundo com atenção e procuram realmente compreendê-lo, que levam em conta o que já se conhece sobre determinado assunto antes de tirar suas conclusões, saiba que o seu comportamento segue alguns dos princípios do método empregado pela comunidade científica para fazer ciência.

O cientista observa meticulosamente os fatos e tenta explicá-los. Cada nova descoberta pode fortalecer a explicação de um fato, ou torná-la insustentável.

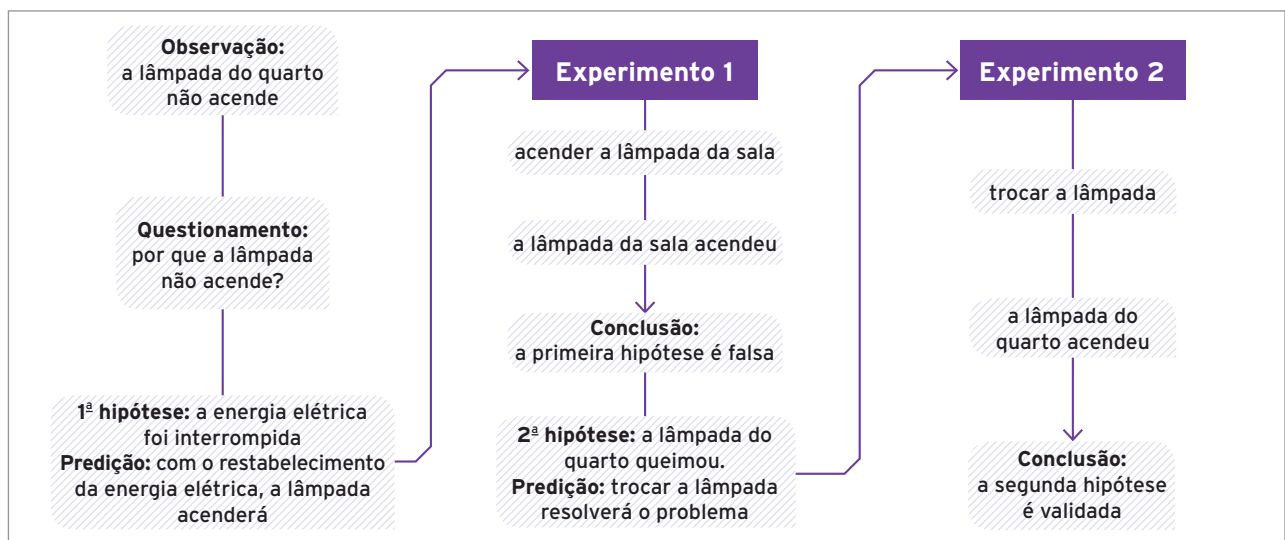
Ao investigar um fenômeno qualquer com o método científico, deve-se obedecer às seguintes etapas.

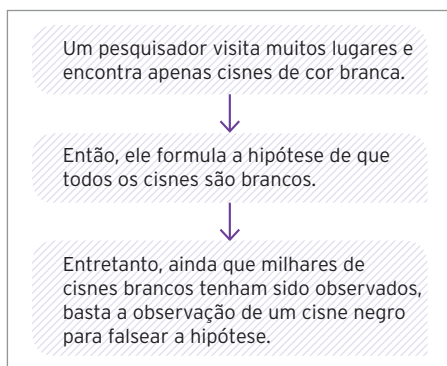
- **Observação:** o fenômeno é observado e desenvolve-se a curiosidade em relação a ele.
- **Questionamento:** elaboração de uma pergunta ou identificação de um problema a ser resolvido.
- **Formulação de hipótese:** possível explicação para uma pergunta ou solução de um problema.
- **Predição:** previsão baseada na hipótese, consequência esperada se a hipótese estiver correta.

- **Experimentação:** teste da predição.
- **Conclusão:** etapa em que se aceita ou se rejeita uma hipótese.

De certo modo existem muitas situações na vida cotidiana que nos fazem recorrer a alguns procedimentos lógicos para descobrir como as coisas funcionam ou por qual razão elas acontecem. Por exemplo, você entra no quarto, **observa** que a lâmpada não funciona e pergunta-se **por quê**. Seu primeiro palpite (**hipótese**) será, provavelmente, que a energia elétrica foi interrompida e que, por isso, a lâmpada não está funcionando. Pode-se **prever** que a lâmpada voltará a funcionar quando a energia elétrica for restabelecida. Para testar a hipótese, basta acender a lâmpada da sala (**experimento**); caso funcione, você rejeitará a primeira hipótese e formulará outra, que possivelmente será: “a lâmpada queimou”. Para testar a nova hipótese, provavelmente você tentaria trocar a lâmpada queimada por uma nova. Se o problema for resolvido, você chega à **conclusão** que a lâmpada estava mesmo queimada. No dia a dia, tais atitudes podem auxiliar-nos a tomar decisões.

▼ Etapas básicas do método científico aplicadas à vida cotidiana.





▲ Exemplo clássico referente ao método hipotético-dedutivo.

O método científico nas ciências biológicas

Um dos métodos mais empregados na pesquisa biológica é o método **hipotético-dedutivo**. Quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o **problema**. Para tentar explicar o fenômeno, são formuladas **hipóteses**. Das hipóteses formuladas, **deduzem-se** consequências que deverão ser testadas.

Enquanto em outros métodos se procura a todo custo confirmar a hipótese, no método hipotético-dedutivo, ao contrário, procuram-se evidências que mostrem que ela é falsa.

Quando nenhuma evidência é capaz de falsear a hipótese (mostrar que ela é falsa), considera-se que a hipótese é válida. Contudo, essa validação não é definitiva, pois a qualquer momento poderá surgir um fato que torne a hipótese falsa. Assim, as afirmações científicas não são verdades absolutas nem definitivas.

Experimentação controlada

Realizar experimentos é uma etapa importante do método científico. Os resultados experimentais são analisados e, a partir deles, são elaboradas as conclusões. Mesmo que um resultado não apoie a hipótese formulada, ele pode ser valioso na elaboração de novas hipóteses. Entretanto, se o resultado apoia a hipótese proposta, esta passa a ser utilizada para gerar hipóteses correlacionadas.

Em geral, os pesquisadores realizam **experimentos controlados**. Esse tipo de experimento é conduzido de modo a evitar influências que possam interferir nos resultados.

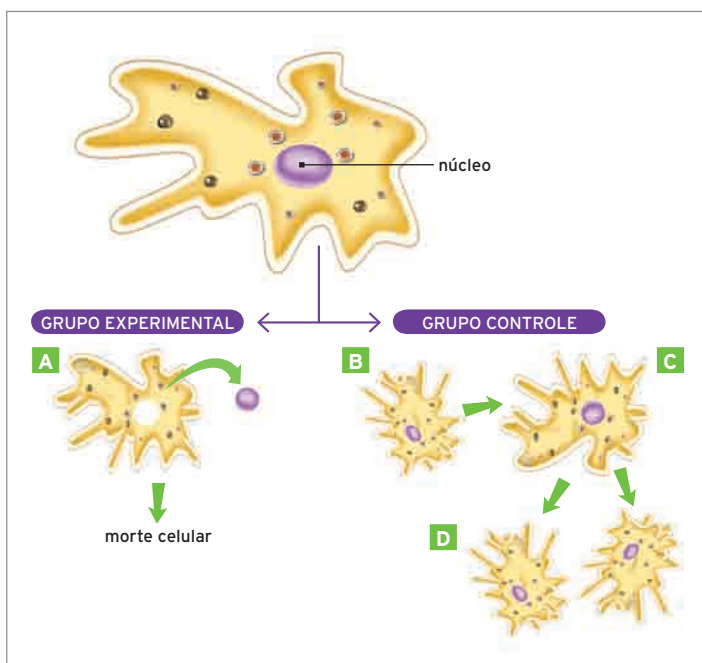
Por exemplo: há muito tempo, os biólogos observaram que o núcleo estava presente nas células e formularam a hipótese de que ele seria fundamental para as funções celulares. Foram realizados experimentos, nos quais o núcleo de uma ameba (ser unicelular) foi removido. Após a remoção do núcleo, a ameba continuou a viver, porém, não cresceu, e após alguns dias veio a morrer. Tais resultados sugeriram que o núcleo era necessário para o crescimento e reprodução celular.

Os biólogos, então, indagaram se foi o processo de remoção cirúrgica do núcleo, e não a sua perda, a causa da morte das amebas. Assim, realizaram experimentos controlados nos quais dois grupos de amebas foram submetidos à mesma cirurgia. O núcleo foi removido em apenas um dos grupos, chamado **grupo experimental** (A). O segundo grupo, **grupo controle**, passou pela cirurgia, mas nela não houve remoção do núcleo (B). O grupo experimental difere do grupo controle apenas quanto à variável que é estudada. Assim, o experimento controlado permite saber exatamente se as amebas morrem em decorrência da falta de núcleo ou das consequências cirúrgicas.

As amebas que sofreram a cirurgia se recuperaram, cresceram (C) e se reproduziram (D). Contudo, as amebas sem núcleo morreram. Esses experimentos confirmaram a hipótese de que a remoção do núcleo, e não simplesmente o procedimento cirúrgico para removê-lo, é que determinou a morte das amebas.



▲ Ameba vista ao microscópio de luz. Aumento de 160 vezes.



▲ Representação de um experimento controlado. Ver explicação no texto.

Como se formam as teorias?

Embora a palavra **teoria** seja popularmente usada como sinônimo de **hipótese**, no meio científico essas palavras têm significados diferentes.

Uma hipótese apoiada em resultados consistentes pode levar à construção de uma teoria. Uma boa teoria é capaz de relacionar acontecimentos que antes pareciam não ter nenhuma relação entre si. Ela também é capaz de relacionar novos fatos à medida que estes se tornam conhecidos, além de prever eventos e sugerir novas relações entre os fenômenos. Pode até mesmo propor aplicações práticas. Em Biologia, um exemplo de teoria que contém todas essas características é a evolução por meio da seleção natural.

Uma teoria capaz de fazer previsões aceitáveis por um longo tempo e, portanto, que seja universalmente aceita, é chamada de **princípio científico**. O termo **lei** é algumas vezes utilizado quando nos referimos a um princípio considerado fundamental, como, por exemplo, a lei da gravidade.

A ciência da era digital

O impacto dos meios de comunicação na área científica tem sido imenso. Eles têm permitido um intercâmbio rápido e intenso de informações entre indivíduos de todas as regiões do planeta. Com isso, os avanços científicos acontecem dia após dia. Graças à troca de informações, certos problemas podem ser resolvidos rapidamente. A *internet* é uma importante ferramenta para a comunicação entre pesquisadores e divulgação de notícias. Por exemplo, atualmente são comuns as videoconferências, reuniões nas quais os participantes estão em locais diferentes, mas podem ver e ouvir uns aos outros por meio de recursos de áudio e vídeo, como se estivessem reunidos em um único local. Dessa maneira, problemas técnicos podem ser prontamente solucionados e ideias e resultados podem ser compartilhados em tempo real, algo impensável há poucos anos.

Assim, as redes de comunicação têm atingido seu objetivo, o de facilitar o fluxo de informações entre os indivíduos. O fácil acesso às informações tem aumentado o grau de conscientização das pessoas, criando um vínculo mais estreito entre o meio científico e os outros integrantes da sociedade.



Australopithecus



Homo erectus



Homo sapiens

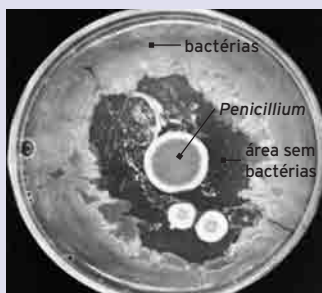
▲ Os fósseis levaram à hipótese de que a caixa craniana dos hominídeos aumentou ao longo da evolução, permitindo o desenvolvimento de um encéfalo maior.

■ Saiba mais ■

Uma observação pode significar muito

Um dos primeiros antibióticos foi descoberto por acaso pelo bacteriologista escocês Alexander Fleming, em 1928. Enquanto estudava o *Staphylococcus aureus*, um tipo de bactéria patogênica (causadora de doença), Fleming esqueceu aberto um dos recipientes que continha as bactérias e, depois de uns dias, o cientista percebeu que o recipiente estava mofado e quase

descartou o seu conteúdo. Era uma variedade do bolor *Penicillium* (bolor encontrado nos pães). Entretanto, ele ficou curioso quando percebeu que na região onde crescia o bolor não havia bactérias. Após alguns estudos, ele compreendeu que o bolor produzia uma substância que destruía as bactérias. Essa foi a base para a criação do primeiro antibiótico, a **penicilina**, que veio a ser comercializado somente depois de 1945.



Um dos recipientes onde Fleming estudou a ação da penicilina sobre o crescimento de bactérias.



Alexander Fleming (1881-1955).

■ A pesquisa em Biologia no Brasil

Durante os últimos vinte anos, a participação brasileira na produção científica internacional aumentou significativamente em todas as áreas do conhecimento, com forte contribuição das ciências biológicas. Entretanto, a ciência como um todo ainda tem um papel discreto no desenvolvimento do país, ainda que constitua uma das mais importantes ferramentas contra a miséria e o subdesenvolvimento.

No Brasil, as atividades científicas são financiadas em grande parte pelos ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia, e conduzidas, principalmente, por instituições de pesquisa e universidades. Algumas empresas e indústrias também produzem ou apoiam pesquisas científicas.

A Biologia tem concentrado muitos esforços para estudar a biodiversidade brasileira, considerada a maior do planeta. Contudo, essa biodiversidade está seriamente ameaçada pelo avanço da pecuária e da agricultura em áreas de preservação ambiental. Muitos projetos têm sido conduzidos para estudar essa biodiversidade, e seus resultados já têm sido utilizados por órgãos governamentais para a introdução de programas de preservação ambiental, assim como na recuperação de áreas degradadas. Conciliar o desenvolvimento econômico e a melhoria do bem-estar da população com a preservação do ambiente tem sido um dos maiores desafios com os quais a Biologia tem se defrontado nos últimos anos.

Programas relacionados ao estudo do material genético de diferentes espécies também têm sido desenvolvidos com grande sucesso no Brasil.

Os resultados das pesquisas científicas em geral são divulgados em revistas especializadas em ciência. Cada pesquisador descreve seu experimento detalhadamente para que seja conhecido e reproduzido por outras pessoas. Isso permite que os resultados sirvam como base para novas pesquisas.

Biologia e bioética

O estudo da Biologia envolve diversas questões éticas. A produção de alimentos transgênicos e o uso de embriões para a obtenção de células-tronco são apenas algumas delas.

À medida que se desenvolvem novas técnicas e se fazem novas descobertas, surgem também novos questionamentos éticos sobre a aplicação desses conhecimentos. Em certos casos, as consequências negativas das conquistas científicas podem superar seus benefícios.



> A ovelha Dolly é um clone, um ser geneticamente igual a outro. Na sua opinião, seria eticamente aceitável clonar seres humanos?



▲ Imagem de satélite da região amazônica. As manchas claras representam áreas de desmatamento causadas pelo avanço da agropecuária.

Biologia e bioinformática

A bioinformática é a junção da ciência computacional com a Biologia. Nesse ramo recente, conhecimentos de Física, Biologia, Química, informática e Matemática são aplicados a fim de processar os dados obtidos em pesquisas.

Questões de revisão

1. Quais são os passos fundamentais do método científico?
2. Na sua opinião, qual é o significado da frase "afirmações científicas não são verdades absolutas nem definitivas"?

O que está dentro da caixa?

A Objetivo

Formular e testar hipótese para descobrir quais objetos existem dentro de uma caixa fechada.

B Material

- caixa de sapato com tampa
- fita adesiva
- pequenos objetos como chaves, pilhas, cliques de papel, tubos de cola, régua, bolas de gude, borracha, gizos, etc.



C Procedimentos

1. Forme uma equipe de quatro ou cinco integrantes. Um dos integrantes deve, sem que os demais vejam, colocar alguns objetos dentro da caixa e fechá-la com fita adesiva.
2. Os outros integrantes vão tentar descobrir o conteúdo da caixa, sem abri-la. Para isso, eles devem partir de hipóteses e previsões. Por exemplo: se houver pilhas, espera-se que elas rolem quando a caixa for balançada de um lado a outro, enquanto os gizos devem fazer barulho. Se a caixa estiver pesada, ela pode conter objetos como pilhas, chaves e moedas.
3. Cada integrante testa as hipóteses manipulando a caixa fechada.
4. Ao fim dessa etapa, os integrantes da equipe discutem entre si e elaboram uma lista de todos os objetos que acreditam estar presentes na caixa.

D Resultados

1. O integrante que escolheu os objetos abre a caixa e todos comparam a lista que fizeram com o conteúdo dela.

Discussão

1. Quais objetos foram mais facilmente descobertos? Quais foram mais difíceis de descobrir? Por quê?

Como testar uma hipótese?

A Objetivo

Propor e realizar um experimento para testar uma hipótese.

B Material

- Quatro vasos. Você pode usar garrafas plásticas cortadas.
- Sementes de feijão ou milho
- Solo

C Procedimentos

1. Um pesquisador deseja testar a seguinte hipótese: o desenvolvimento das raízes das plantas sempre ocorre para baixo, independentemente da posição em que a semente é colocada no vaso. Que tipo de experimento pode ser realizado para testar essa hipótese? Que resultados devem ser encontrados se a hipótese estiver correta?
2. No caderno, escrevam os procedimentos utilizados para fazer esse experimento.

D Resultados

1. Após uma semana, observem as sementes e anotem os resultados obtidos.



Discussão

1. A hipótese do pesquisador está correta? Justifique.

Atividades

1. A imagem ao lado mostra uma esponja, um animal marinho. Apresente algumas características que permitam diferenciar uma esponja de uma rocha.



2. Copie as frases abaixo em seu caderno e escreva a qual dos conceitos do quadro elas se referem.

unicelulares	multicelulares	reprodução
vírus	autótrofos	

- a) Menores que as bactérias, são parasitas intracelulares obrigatórios.
 b) Seres como serpentes, moscas e árvores.
 c) Plantas, algas e certas bactérias.
 d) Seres como paramécios e bactérias.
 e) Capacidade de gerar outros indivíduos da mesma espécie.
3. No passado, certos animais, como anêmonas e lírios-do-mar, foram confundidos com plantas.
- a) Por que você pensa que essa confusão ocorreu?
 b) Que argumentos podem ser utilizados para evidenciar que esses organismos são de fato animais?

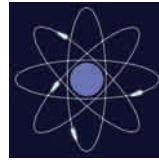


▲ Anêmona-do-mar



▲ Lírio-do-mar

4. As figuras abaixo representam diversos níveis de organização biológica.



- a) No caderno, ordene os desenhos em sequência crescente de níveis de organização.
 b) Indique o nome de cada nível de organização.
 c) Escreva o nome dos níveis seguintes aos representados nessa figura.
5. Leia o texto a seguir e responda às questões no caderno.

A descoberta de Semmelweis

[...] “Febre puerperal” é o nome de uma doença que ocorria nas maternidades, matando milhares de mães e crianças.

[...] Em certos casos, nas fases mais intensas das epidemias, morriam todas as mulheres que entravam nos hospitais. A enfermidade praticamente só ocorria nos hospitais – os partos realizados em casa, por parteiras, raramente eram seguidos pela febre puerperal.

[...] Foi apenas pelo trabalho do médico húngaro Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865) que foram obtidas evidências claras sobre o processo de transmissão da enfermidade. Em 1846, Semmelweis iniciou seu trabalho em Viena. Havia duas divisões na maternidade. Ele trabalhava na Primeira Clínica Obstétrica, na qual eram instruídos os estudantes de Medicina. [...] Através de um estudo cuidadoso, ele foi excluindo as várias causas que haviam sido sugeridas.

Uma das explicações preferidas era a de causas atmosféricas, como [...] variações climáticas. Semmelweis construiu tabelas de mortalidade, com os dados de vários anos, e observou que havia uma mortalidade grande, constante, em todas as épocas do ano, com qualquer tipo de clima. Além disso, sabia-se que as pessoas que preferiam realizar o parto em suas casas raramente ficavam doentes [...].

A causa devia estar dentro do próprio hospital. No entanto, mesmo dentro do prédio, ocorria um fato inexplicável. Em geral, a mortalidade na divisão de Semmelweis era quatro vezes maior do que na Segunda Clínica. Como ambas ficavam no

mesmo prédio, Semmelweis começou a procurar a causa dessa diferença, convencido de que havia fatores nocivos dentro dos limites da Primeira Clínica Obstétrica.

Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/Contagio/cap09.html>>. Acesso em: 19 nov. 2008.

- a) Procure a palavra puerperal no dicionário. Por que a enfermidade recebeu esse nome?
- b) Que hipótese os médicos da época utilizavam para explicar a causa dessa doença?
- c) Como Semmelweis agiu para testar essa hipótese? A que conclusão ele chegou?

6. O trecho a seguir mostra como Semmelweis testou algumas hipóteses comuns na época.

Era fato bem sabido, na cidade, que a mortalidade na Primeira Clínica era grande. Sugeriu-se que o medo da Primeira Clínica poderia influir nas pacientes, enfraquecê-las e produzir a febre puerperal. Semmelweis, no entanto, afasta essa possibilidade. Por um lado, o medo só poderia ter surgido após um período em que a mortalidade na Primeira Clínica fosse maior do que na Segunda. Por outro lado, não se podia conceber como o medo poderia produzir uma doença tão grave e mortal.

Semmelweis tomava hipótese por hipótese, analisava as evidências, e ia excluindo uma por uma. [...] O padre precisava vir muitas vezes ao hospital, durante o dia e à noite. Sugeriu-se que isso podia criar um terror muito grande entre as mulheres e aumentar a doença. [...] Para ver se essa era a causa, Semmelweis conseguiu fazer com que o padre desse uma volta por fora dos quartos das parturientes [...]. As mortes continuaram, sem mudança.

Notou-se uma outra diferença entre os dois setores da maternidade. Na Segunda Clínica, as parturientes eram colocadas de lado, durante o parto. Na Primeira, eram deitadas de costas. Para ver se isso tinha alguma influência, Semmelweis mudou a posição das parturientes na Primeira Clínica, apesar de grande resistência dos médicos e das enfermeiras. Não houve melhora, e retornou-se à posição anterior. [...]

Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/Contagio/cap09.html>>. Acesso em: 19 nov. 2008.

Explique como Semmelweis testou a hipótese que relacionava a febre puerperal com a posição da mulher durante o parto.

7. O trecho a seguir apresenta as conclusões a que Semmelweis chegou a respeito das causas e do modo de contágio dessa enfermidade.

[...] O fato que veio lhe trazer uma repentina compreensão desse problema foi a morte de um colega. Seu amigo Jakob Kolletschka, professor de Medicina Legal, morreu em março de 1847. Ao realizar uma

autópsia, ele se feriu com o bisturi. A ferida havia se infectado e seguiu-se uma infecção geral [...].

Semmelweis ficou chocado com a morte e, ao mesmo tempo, informando-se sobre os detalhes, percebeu que os sintomas do amigo tinham sido idênticos aos das mulheres com febre puerperal. [...] Por fim, ele concluiu que devem ter entrado “partículas cadavéricas” no corpo das mulheres. E isso deveria ter sido causado pelos próprios médicos que as examinaram.

Os estudantes e os médicos da Primeira Clínica praticavam com grande dedicação a dissecação de cadáveres. Após isso, lavavam apressadamente suas mãos com água (às vezes usando sabão) e as enxugavam em toalhas sujas ou em seus aventais. Daí passavam para o cuidado das pacientes, levando consigo um cheiro nauseante.

[...] Ou seja: na morte de Kolletschka, assim como na febre puerperal, a causa é a mesma: introdução de material em putrefação no interior do corpo – por uma ferida, ou pelos órgãos genitais.

[...] A hipótese de Semmelweis explicava a diferença observada entre a Primeira e a Segunda Clínicas. Na Primeira, tinham acesso os estudantes de medicina. Na segunda, eram treinadas apenas as parteiras. Os primeiros realizavam autópsias; as segundas não.

Vários fatos se tornaram significativos, de repente. As pessoas que tinham seus partos em casa eram em geral atendidas por parteiras, ou clínicos que não praticavam autópsias, e por isso não eram contaminadas.

[...] Se a hipótese está correta, pensa Semmelweis, o modo de evitar a enfermidade é destruir as partículas cadavéricas nas mãos. [...] Todos os estudantes e professores que entravam na clínica deviam lavar e esfregar suas mãos, antes de poderem atender às pacientes. [...]

O resultado foi muito bom. Em maio de 1847, a mortalidade por febre puerperal ainda era de 12%. Em junho, caiu a 2,4%, em julho foi de 1,2%. [...]

Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/Contagio/pag173.html>>. Acesso em: 19 nov. 2008.

Considerando as informações presentes nos três trechos, identifique como Semmelweis realizou as seguintes etapas do método científico até chegar à sua descoberta.

- Observação.
- Questionamento.
- Formulação de hipótese.
- Realização de previsão.
- Experimentação.
- Conclusão.

A responsabilidade social dos cientistas

A história social da ciência testemunha a contribuição do desenvolvimento científico para o progresso e bem-estar da humanidade. Inúmeras descobertas conduziram a importantes avanços tecnológicos. Paradoxalmente, em alguns momentos da história universal recente, o uso do conhecimento científico e tecnológico foi responsável por grandes desastres e tragédias para a humanidade, entre os quais se destaca o lançamento de bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, em 1945.

Para o sociólogo Sérgio Adorno, coordenador da Cátedra Unesco de Educação para a Paz, Direitos Humanos, Democracia e Tolerância, há várias questões a considerar sobre as consequências sociais do desenvolvimento científico e tecnológico: a aplicação da ciência para fins militares; o impacto do avanço tecnocientífico no meio ambiente; a distribuição dos benefícios resultantes do progresso tecnocientífico; e a difusão da ciência como problema da educação para a paz, direitos humanos e tolerância.

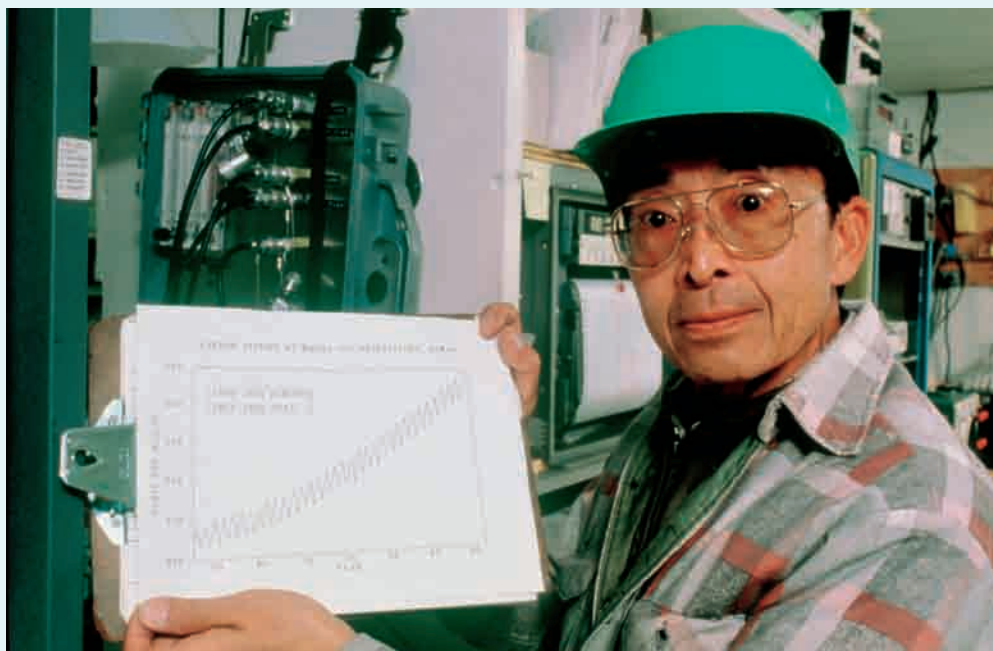
[...]

O século XX assistiu a um crescimento da violência em escala jamais vista anteriormente, com duas guerras mundiais na primeira metade do século e uma Guerra

Fria na segunda metade com conflitos localizados, mas nem por isso menos violentos. Adorno lembra que a produção de armas químicas e biológicas, bem como de artefatos nucleares para fins bélicos, tem ocupado permanentemente parcela considerável da comunidade científica internacional: “A ideia positivista de que o desenvolvimento científico e tecnológico atua sempre no sentido de uma solução benéfica para a humanidade tem sido contestada pelos fatos”.

Novos problemas vêm aflorando graças ao grande avanço nas ciências biológicas nas últimas décadas. As mesmas técnicas destinadas a promover a cura e a prevenção de enfermidades e a produção abundante de alimentos poderiam ser utilizadas para grandes prejuízos à humanidade. Adorno considera que as discussões bioéticas concentram-se sobretudo nas áreas de organismos geneticamente modificados (OGM), da biossegurança (com problemática do bioterrorismo e enfermidades emergentes, como a gripe aviária) e no uso de células-tronco embrionárias para fins terapêuticos.

Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/iea/cienciaesociedade.html>>. Acesso em: 3 out. 2008.

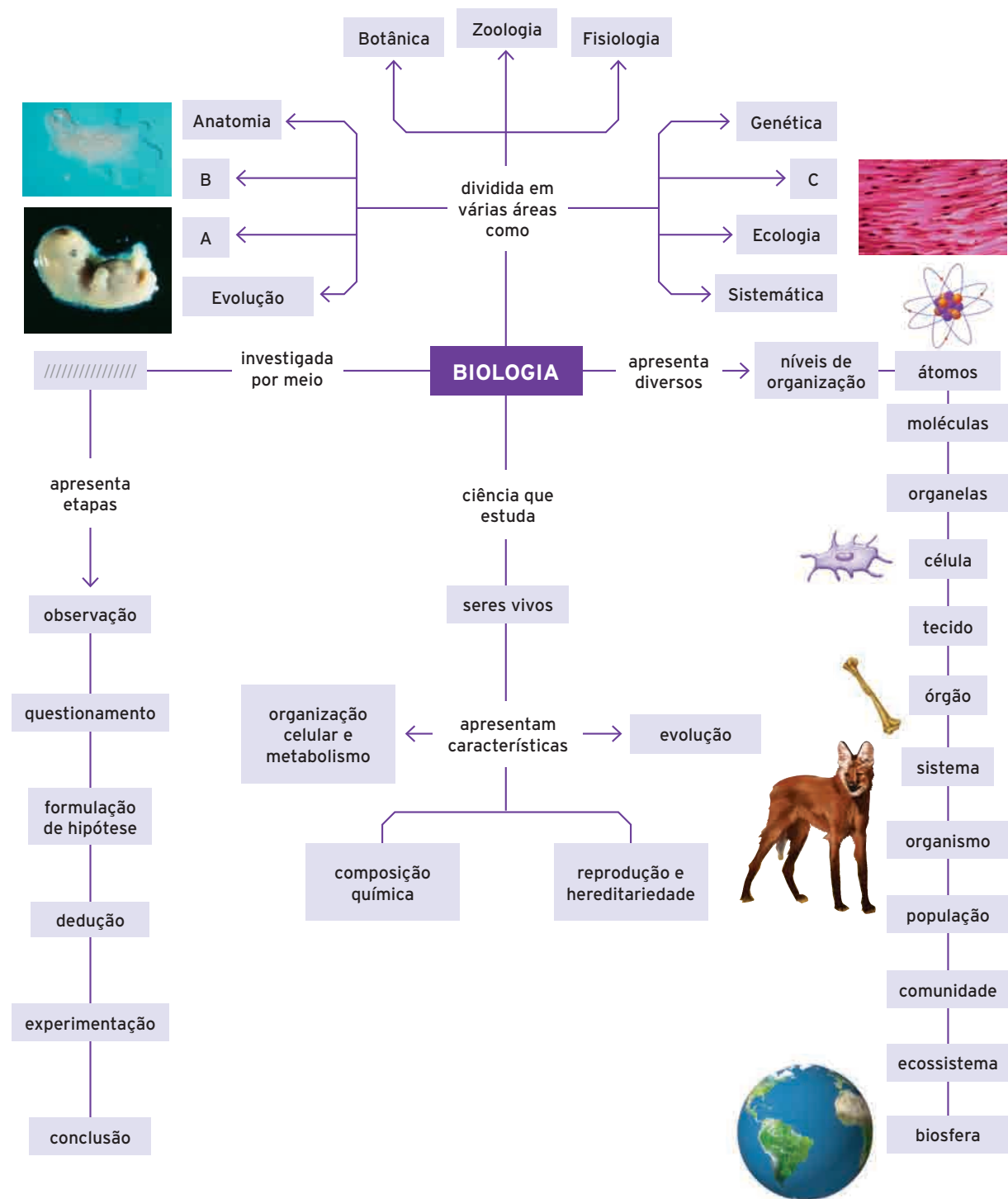


Cientista segurando gráfico da concentração de CO₂ na atmosfera. Descobertas científicas podem mudar o modo como conduzimos nossas vidas.

Para discutir

- No texto se afirma que “A história social da ciência testemunha a contribuição do desenvolvimento científico para o progresso e bem-estar da humanidade.”. Cite exemplos de descobertas científicas que melhoraram o bem-estar ou a expectativa de vida de grande parte da população mundial.
- Na sua opinião, quem é responsável pelas consequências advindas do uso de descobertas científicas: o pesquisador, o governo ou a sociedade? Discuta com seus colegas.

Rede de conceitos



Questões

1. As letras A, B e C representam ramos da Biologia ilustrados pelas fotografias acima. Qual é o nome desses ramos?
2. Qual é provavelmente o conceito representado pelo campo hachurado?
3. Quais níveis de organização são representados pelas ilustrações que aparecem no esquema?