

A Biologia e a construção do conhecimento científico

No século XVIII, um dos maiores desafios para a deficiente área da saúde era a varíola, doença viral responsável por parte considerável dos óbitos em alguns países da Europa.

Nessa época, sabia-se que as vacas apresentavam uma forma mais branda da doença (varíola bovina) e que as mulheres responsáveis pela ordenha não se infectavam com o vírus da varíola humana. Tendo conhecimento desses fatos, **Edward Jenner** (1749-1823), um modesto médico inglês, resolveu infectar um garoto de 8 anos de idade com secreção extraída das feridas de uma ordenhadeira portadora de varíola bovina. E assim o fez. Posteriormente, ele infectou o garoto com secreções das feridas de portadores da varíola humana e, como previsto por ele, o garoto permaneceu saudável (Figura 1.1).



Fig.1.1 Edward Jenner vacinando James Phipps (1796), Ernest Board (Data desconhecida)

O procedimento de Jenner conduziu-o à descoberta do princípio das **vacinas** (do latim *vacina* = "de vaca"); a exposição prévia a um agente atenuado impede a manifestação após um próximo contato com o próprio agente. Mas o que levou o médico a expor um garoto a um procedimento tão arriscado? Foi mesmo preciso?

1.1) A ciência é contruída através dos métodos científicos

A sequência de etapas que levou à produção das primeiras vacinas constitui o que hoje chamamos de **método científico**. Do século XVIII para cá, o método científico passou por uma série de remodelações, visando a maximizar a validação das pesquisas. Esse método, conhecido como **hipotético-dedutivo**. Suas etapas estão simplificada e esquematizadas (Figura 1.2) a seguir.



Fig.1.2 Etapas de um método científico.

As hipóteses testadas devem ser publicadas em revistas científicas. Para que a pesquisa seja considerada válida, ela deve ser descrita de forma clara, de tal modo que outros pesquisadores consigam repeti-la. A confirmação de uma hipótese, comprovada através de repetidas experimentações, permite a elaboração de leis e teorias.

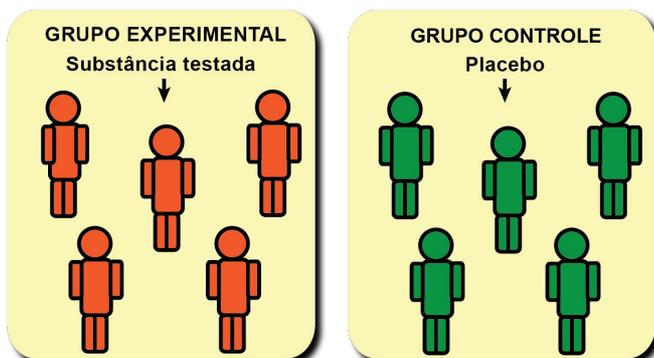


Fig.1.3 Exemplo de experiência controlada.

Em trabalhos experimentais, os pesquisadores utilizam **grupos experimental** e controle (Figura 1.3). O grupo experimental passa pela alteração do fator a ser testado e o grupo controle é mantido exatamente nas mesmas condições sem a alteração daquele fator. Muitas vezes, os grupos controle recebem **placebo**, ou seja, formas de administração que não contêm a substância a ser testada, mas que são importantes para que eles sejam submetidos exatamente às mesmas situações às quais foram submetidos os grupos experimentais, exceto pela ausência da substância

testada. O objetivo do grupo controle é anular ou diminuir a interferência de possíveis variantes. Na tentativa de minimizar ainda mais as interferências externas, utiliza-se também o **teste do duplo-cego**: nem os voluntários (ou animais), nem o experimentador responsável pela coleta dos resultados sabem o que cada grupo recebeu - apenas algum pesquisador não envolvido diretamente com a pesquisa.

Os trabalhos realizados são avaliados, revelados e compartilhados no meio científico através dos Congressos e de publicações especializadas na divulgação científica. Essa etapa é tão importante quanto as anteriores, pois abre espaços para discussões e novas ideias referentes ao mesmo assunto.

As **Ciências da Natureza**, área do conhecimento responsável pela investigação dos fenômenos naturais em seus aspectos mais gerais e fundamentais e suas três grandes disciplinas - **Biologia, Física e Química** - surgiram graças à natureza curiosa e crítica do homem.

A Biologia, (do grego bios : vida; logos = estudo), responsabiliza-se pelo estudo dos seres vivos e dos fenômenos responsáveis pela manutenção da vida no planeta. Assim como as outras áreas, seu desenvolvimento acompanhou os processos de evolução social e econômica do homem e, atualmente, é vista como um dos campos de conhecimento que mais avançou em ciência e tecnologia ao longo dos últimos séculos.



Saiba mais

BIOLOGIA, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

A ciência faz referência ao conjunto de conhecimentos produzidos ao longo da história, em função da necessidade de se compreender ou transformar a natureza e a sociedade, enquanto a tecnologia refere-se à utilização prática desses conhecimentos científicos. Mas, embora conceitualmente diferentes, ciência e tecnologia compreendem processos dinâmicos, impulsionados pelo contexto sociocultural da época, e que tendem a evoluir de modo integrado: a construção do conhecimento permite o desenvolvimento de novas técnicas que, por sua vez, permitem novas observações, novas perguntas e novas descobertas.

A própria Biologia está repleta de exemplos que evidenciam a influência mútua entre ciência e tecnologia: o estudo das interações existentes entre os seres vivos permitiu o desenvolvimento de antibióticos, cuja atuação possibilitou melhor compreensão sobre o metabolismo das bactérias; a descoberta e a análise da natureza química do material genético nortearam o desenvolvimento de novos artifícios úteis nessas análises, permitindo maior compreensão a respeito da hereditariedade e da evolução das espécies. Trabalhos mais recentes, como aqueles referentes aos genomas, que provocaram uma revolução nas discussões sobre metabolismo celular, mecanismos e tratamentos de doenças, e aqueles referentes às consequências da degradação do ambiente, que procuram alertar as populações e os governantes sobre a necessidade de preservação, evidenciam não apenas seu caráter dinâmico, como também os principais objetivos da Biologia atual: zelar pela saúde dos organismos e do planeta como um todo.

Exercícios de sala

1.2) Seres vivos: objetos de estudo da Biologia

Como vimos, a Biologia encarrega-se do estudo dos seres vivos. Mas o que é um ser vivo? Quais são os requisitos necessários para considerarmos um ser vivo como tal? Quais características os diferem da matéria bruta (Figura 1.4)?

Uma mistura organizada de moléculas orgânicas e inorgânicas

Quando comparamos a composição química de estruturas não vivas e de organismos vivos, observamos que os últimos são mais complexos.

Os elementos mais encontrados nos seres vivos são o carbono, o hidrogênio, o nitrogênio, o oxigênio, o fósforo e o enxofre. Esses elementos podem estar associados formando dois grupos de moléculas, estrutural e funcionalmente, bem integradas: as **substâncias inorgânicas**, como água e sais minerais, que também são encontradas na matéria bruta, e as **orgânicas** como, por exemplo, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos.

Graças ao material genético, reproduzem-se e evoluem

Por mais diferentes que sejam, todos os organismos vivos apresentam **material genético**, ácidos nucleicos que lhes dão a capacidade de **reprodução** e **evolução**. A reprodução refere-se à capacidade de um organismo gerar descendentes semelhantes e depende da duplicação do material genético. A evolução refere-se às adaptações das espécies ao meio em que vivem, fenômeno moldado pela seleção natural que atua privilegiando indivíduos portadores de variações genéticas (**mutações**) condicionantes de características vantajosas.

A maioria apresenta organização celular

Juntamente com as moléculas inorgânicas, as moléculas orgânicas dos seres vivos organizam-se para originar a célula.

Quanto ao número de células, os seres vivos são classificados em dois grupos. Organismos formados por uma única célula são chamados de **unicelulares**, como as bactérias e as amebas, e organismos formados por várias células são chamados de **multicelulares**, como os animais e as plantas.

De acordo com a complexidade, as células podem ser **procarióticas** ou **eucarióticas**. As células procarióticas (Figura 1.5A) são mais simples; apresentam o material genético disperso no citoplasma e são isentas de compartimentos internos membranosos. As células eucarióticas (Figura 1.5B), mais complexas, apresentam material genético disposto no interior do núcleo, além de uma grande variedade de compartimentos membranosos, no interior dos quais ocorrem reações mais ou menos específicas.



Fig.1.4 As diferenças entre os seres vivos e a matéria bruta nem sempre são evidentes.

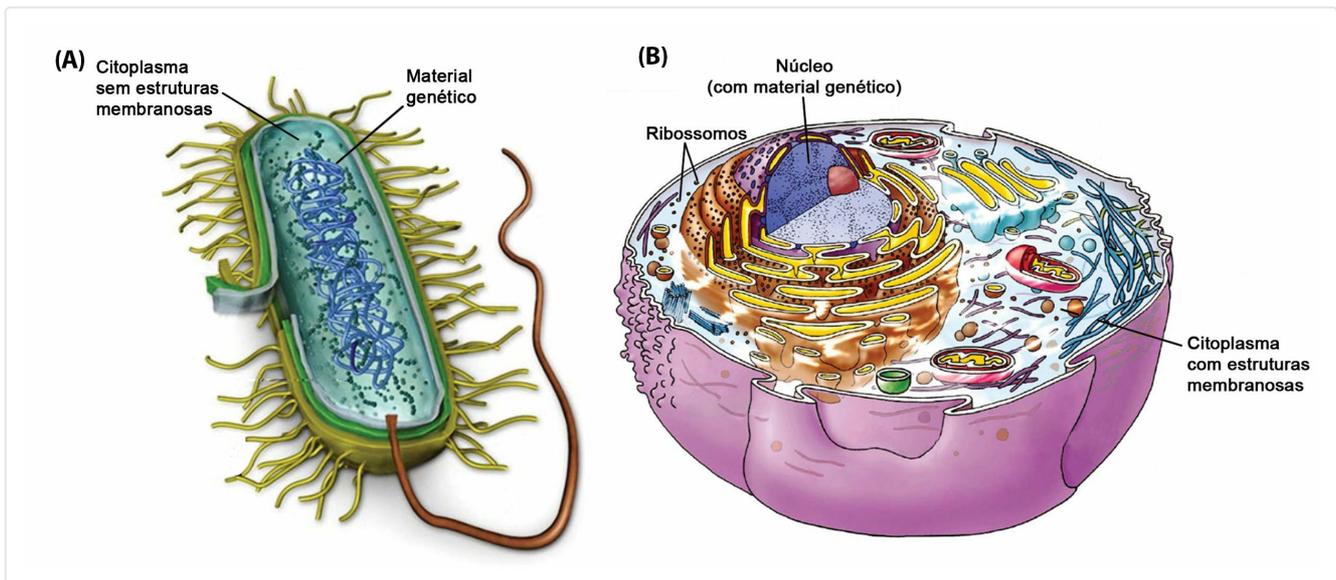
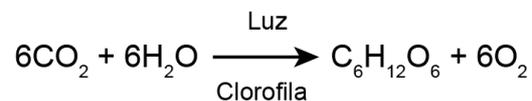


Fig.1.5 Tipos celulares: A) procariótica e B) eucariótica.

Os seres vivos necessitam de nutrientes

Todos os organismos celulares dependem de nutrientes, que são produzidos pelo próprio organismo ou obtidos através da alimentação.

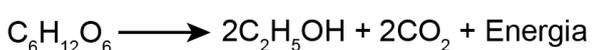
Os seres vivos que produzem o próprio alimento, como as plantas e algumas bactérias, são chamados de organismos **autotróficos**. Para isso, eles realizam normalmente a fotossíntese, conjunto de reações através das quais as substâncias inorgânicas são transformadas em substâncias orgânicas na presença de energia luminosa e clorofila:



Os organismos que não produzem o próprio alimento e são obrigados a obtê-los a partir da alimentação são chamados de **heterotróficos**. Os animais são heterotróficos por ingestão (ingerem o alimento), enquanto os fungos e muitas bactérias são heterotróficos por absorção (absorvem o alimento). Nos ecossistemas, os organismos autotróficos são os responsáveis pela produção de matéria orgânica. Os organismos heterotróficos alimentam-se dos produtores ou de outros heterotróficos que se alimentam dos produtores.

Independente da forma como os nutrientes são obtidos, no interior das células eles deverão fornecer matéria-prima para permitir o crescimento e o desenvolvimento desse organismo, além de fornecerem energia para as atividades metabólicas. Para fornecer energia, a matéria orgânica é degradada, através da **fermentação** ou da **respiração aeróbia**:

Fermentação:



Respiração aeróbia:



Manutenção das condições internas à custa do metabolismo

O intercâmbio de informações e substâncias entre os meios interno e externo do organismo e do meio interno entre si tem como objetivo manter o ambiente interno constante, condição conhecida como **homeostase**. A homeostase não está restrita apenas ao organismo como um todo; cada uma das células, em situação normal, mantém suas características físicas e químicas em níveis adequados à sua atividade e também à atividade de outros tecidos fisiologicamente interligados.

A manutenção das condições internas depende do **metabolismo**, que representa o conjunto de reações que ocorre constantemente dentro dos seres vivos. As reações metabólicas incluem a produção ou a síntese de substâncias necessárias para o crescimento, o desenvolvimento e a reparação de tecidos e a quebra de substâncias com consequente liberação de energia para o organismo manter suas atividades normais. Reações de síntese constituem o que chamamos de **anabolismo** (exemplo: fotossíntese); reações de quebra constituem o que chamamos de **catabolismo** (exemplo: respiração aeróbia).

Percebem e reagem aos estímulos ambientais

Todos os seres vivos, mesmo os mais simples, são capazes de perceber estímulos do meio ambiente e elaborar respostas mais ou menos complexas a esses estímulos. Uma das respostas mais comuns dos seres vivos aos estímulos ambientais é o movimento, capacidade evidente em muitos animais e seres unicelulares. Em outros organismos, movimentos orientados também ocorrem, mas nem sempre são facilmente percebidos. As plantas, por exemplo, apresentam crescimento orientado em direção à luz, o que pode ser considerado uma forma de movimento em direção a um estímulo benéfico (Figura 1.6).



Fig.1.6 Quando colocamos um vegetal em um local iluminado unilateralmente, a tendência é que ele cresça em direção à fonte de luz, fator indispensável à sua sobrevivência.

Exercícios de sala

Leia o texto a seguir com atenção.

LÁZARO E OS MORCEGOS

Meu nome é Lázzaro [Lazzaro Spallanzani (1729-1799)] e tenho uma história para contar a vocês. Muitas pessoas, como eu, já tiveram a oportunidade de “encontrar-se frente a frente” com morcegos... Para algumas pessoas, o fato constitui-se apenas em mais uma experiência arrepiante a ser comentada com os amigos. Eu, entretanto, me interessei por essas estranhas criaturas. Constatei, através de consulta bibliográfica, que os morcegos são mamíferos alados e de hábitos noturnos. Vivem em cavernas obscuras, nos sótãos das habitações, campanários etc.

Como os morcegos têm hábitos curiosos e raramente são vistos durante o dia, resolvi observá-los mais cuidadosamente.

No sótão da casa em que eu morava, havia morcegos e, um dia, resolvi observá-los. Ao adaptar-me ao escuro, pude perceber os morcegos, isolados ou em grupo, pendurados no madeiramento do sótão. Muitos estavam impassíveis, sem demonstrar nenhuma atividade marcante. Outros, ao contrário, talvez devido à minha presença, estavam agitados e mudavam constantemente de lugar realizando rápidos voos.

Chamou minha atenção o lance de os morcegos poderem se deslocar rapidamente no escuro sem se chocarem com as escoras de madeira do sótão e outros obstáculos.

Comecei, então, a questionar: ‘como se orientavam os morcegos no escuro? O que lhes permitia deslocar-se com tanta segurança num ambiente escuro, sem chocar-se com os obstáculos?’

Pensei, a seguir, que eles teriam acuidade visual bastante desenvolvida. Portanto, podia ser que a visão dos morcegos os orientasse à noite.

Essa provável explicação não me satisfez, pois, na realidade, o problema não fora resolvido.

De qualquer forma, baseado nessa ideia, raciocinei: ‘se os morcegos se orientam à noite utilizando a visão, então, privando-os desse sentido, eles serão incapazes de se desviar dos obstáculos’.

Fiquei satisfeito com minha forma de pensar. Mas como queria algo mais concreto que uma simples especulação, comecei a planejar uma forma prática de constatar se minha ideia estava correta.

Munido de uma rede de caçar borboleta, subi ao sótão para capturar alguns morcegos. A bicharada ficou agitada. Após várias tentativas e depois de ser salvo de inúmeros rasantes, consegui capturar quatro morcegos. “Tapei” os olhos de todos eles e os soltei novamente. Pensava que fossem se estatelar no primeiro obstáculo que lhes surgisse pela frente. Nada disso ocorreu... os morcegos continuaram a voar com a mesma rapidez e segurança de antes. Dois dias depois capturei dois morcegos. Um deles, por acaso, era um dos que eu havia “tapado” os olhos. Resolvi então analisar o conteúdo estomacal de ambos. Surpresa: em ambos encontrei restos de insetos que constituíam o alimento comum desses animais.

A segurança do voo dos morcegos e a capacidade de, mesmo sem visão, capturar alimento, eram fatos que demonstraram ser errada minha ideia de que a visão os orientava à noite.

Não desanimei e continuei a pensar: 'pode ser que outro sentido seja responsável por orientar o voo noturno dos morcegos. Qual dos sentidos? Audição? Se os morcegos se orientam mediante a audição, então, privando-os desse sentido, eles seriam incapazes de voar com segurança'. Novamente resolvi testar minha ideia, então, capturei dez morcegos.

De acordo com a abertura auditiva deles, construí pequenos tubinhos de lata abertos nas duas extremidades. Com cuidado, introduzi esses tubos em seus ouvidos de forma a ficarem bem ajustados ao canal auditivo. Em cinco morcegos obstruí completamente os tubinhos de lata com cera. Nos outros cinco morcegos, apenas adaptei os tubinhos nos canais auditivos, possibilitando completa audição. Após essa preparação, soltei os dez morcegos numa sala escura e com vários obstáculos.

Alguns alçaram voo rapidamente, outros ficaram completamente inibidos e, ao voarem, estatelaram-se com os obstáculos. Recolhi os morcegos feridos. Examinei o primeiro deles: estava com os tubinhos de latas obstruídos. O segundo examinado também era portador de tubinhos obstruídos. Teria eu descoberto algo? Curioso e apressado, examinei os outros três morcegos feridos: estavam igualmente com os canais auditivos obstruídos.

Eu descobrira algo! Minha segunda ideia estava certa, então concluí: se morcegos privados de audição não conseguem orientar-se no escuro, então a audição é o sentido que orienta esses animais em seus voos. Fiz várias outras experiências; todas me levavam à mesma conclusão: a audição orienta o voo dos morcegos.

Percebi, entretanto, que algo ainda não estava bem claro. Os diferentes obstáculos por si só e, ao que eu soubesse, não emitiam sons que pudessem ser detectados pelos morcegos. Por outro lado, os animais me pareciam tão silenciosos antes como após o experimento. Então, como explicar a audição como orientação no voo dos morcegos? Pronto, nova dúvida! Meus problemas continuaram.

Com base no texto, faça o que se pede.

A) Destaque no texto os trechos referentes a:

I) Coleta de dados.

II) Observação de um fato.

III) Hipótese(s).

IV) Teste da Hipótese(s).

V) Resultados.

VI) Conclusão(ões).

B. A afirmação final "Pronto, nova dúvida! Meus problemas continuaram." mostra que o projeto de Lázaro foi inconclusivo? Explique.

C. Na tentativa de resolver os problemas de ataque de morcegos e transmissão de raiva aos animais de uma fazenda e as eventuais invasões no interior das casas, um fazendeiro pesquisou e encontrou as seguintes informações:

“Os morcegos são animais de hábitos noturnos e que, durante o dia, refugiam-se sob a copa das árvores, em cavernas, em telhados e forros, vãos de prédios. Entre as milhares de espécies conhecidas, muitas são insetívoras ou frugívoras e apenas três, hematófagas. Se por um lado auxiliam no controle de pragas, na disseminação de sementes e na polinização, por outro, são agentes transmissores de doenças, como a raiva. Orientam-se através de ecolocalização: emitem sons de alta frequência (ultrassom) que, ao baterem em um obstáculo (ou presa), refletem e retornam na forma de eco. O eco é processado no cérebro do animal, permitindo-lhe identificar a dimensão, a direção e a distância precisa do objeto.”

A partir daí, listou algumas opções para solucionar o problema:

- 1) Guardar todas as frutas na geladeira ou embaladas.
- 2) Manter todas as lâmpadas da fazenda acesas durante a noite.
- 3) Utilizar aparelhos eletrônicos capazes de emitir ultrassons.
- 4) Promover a disseminação de um vírus letal capaz de afetar as várias populações de morcegos.

Considerando que todas as opções anteriores consigam efetivamente atingir as populações de morcegos, qual delas seria mais adequada? Explique por quê.

Referências biográficas

AZEVEDO, C. B. Metodologia científica ao alcance de todos. 2a ed. Barueri: Manole, 2009. Disponível em: <<http://programacienciaitinerante.com.br/wp-content/uploads/2014/08/capitulo-32.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 14.

ARAIUM, E. Eles são feios, mas muito úteis à natureza. Correio Popular, Campinas, 28 abr. 2012. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/clipping/Correio%20Popular%20pag%2044%20e%2045_0.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2014.

Como os morcegos enxergam na escuridão? Ciência na mão. Disponível em: <<http://www.ciencia.unicamp.br/tudo/exibir.php?midia=ebr&cod=12>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

Disponível em: <<http://www.faacps.cnpem.embrapa.br/mamifero/sonar.html>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

Exercícios propostos