Aranha

LÓGICA E CIÊNCIA



TERRY WHITAKER/PHOTOTAKE-LATINSTOCK

O pensamento aciona diversos conteúdos do saber humano, desde o científico até o senso comum.

CAPÍTULOS

1 Instrumentos do pensar
2 O conhecimento científico
3 A ciência e seus métodos
4 Teorias do conhecimento científico

SE Sistema Educacional por Competências
UNO INTERNACIONAL



Que caminho devo tomar?

Lewis Carroll era professor de matemática na Universidade de Oxford quando escreveu o seguinte em *Alice no país das maravilhas*:

"— Gato Cheshire... quer fazer o favor de me dizer qual é o caminho que eu devo tomar?

— Isso depende muito do lugar para onde você quer ir — disse o Gato.

— Não me interessa muito para onde... — disse Alice.

— Não tem importância então o caminho que você tomar — disse o Gato.

— ...contanto que eu chegue a *algum lugar* — acrescentou Alice como uma explicação.

— Ah, disso pode ter certeza — disse o Gato — desde que caminhe bastante."

A resposta do Gato tem sido frequentemente citada para exprimir a opinião de que os cientistas não sabem para onde o conhecimento está levando a humanidade e, além disso, não se importam muito. Diz-se que a ciência não pode oferecer objetivos sociais porque os seus valores são intelectuais e não éticos. (...) Mas é provável que a ciência possa contribuir para formular valores e, assim, estabelecer objetivos, tornando o homem mais consciente das consequências de seus atos. A necessidade de conhecimento das consequências, no ato de tomar decisões, está implícita na observação do Gato de que Alice chegaria certamente a algum lugar se caminhasse bastante. Desde que esse algum lugar poderia revelar-se bem indesejável, é melhor fazer escolhas conscientes do lugar para onde se quer ir.

DUBOS, René. *O despertar da razão*. São Paulo: Melhoramentos/Edusp, 1972. p. 165.



A partir do texto de René Dubos, professor de biomedicina ambiental, iniciamos este módulo com a seguinte reflexão: a ciência não é um saber neutro, desinteressado, puramente intelectual, à margem do questionamento social e político acerca dos fins de suas pesquisas.



Objetivos

Ao final deste módulo, você deverá ser capaz de:

- Reconhecer os principais elementos da lógica aristotélica e os tipos de argumentação.
- Compreender as principais características do conhecimento científico.
- Compreender como era a ciência na Antiguidade, como se formou o conceito de ciência na Idade Moderna e sua evolução até os dias atuais.

Professor: Consulte o Plano de Aulas. As orientações pedagógicas e sugestões didáticas vão facilitar o seu trabalho com os alunos.

CAPÍTULO 1

Instrumentos do pensar

1 Introdução



HISTORICAL PICTURE ARCHIVE/CORBIS-LATINSTOCK

Figura 1 • Desde tempos remotos, a humanidade tem se colocado desafios lógicos: neste quadrado mágico, a soma das linhas, colunas e diagonais resulta sempre em 34.

Professor: De início, os quadrados mágicos estavam ligados a saberes esotéricos e eram usados como amuleto, para dar sorte. Na figura, temos um dos tipos de quadrado mágico, o de 4 por 4, formado com números de 1 a 16. Mais explicações no Plano de Aulas.

Imaginemos a seguinte discussão.

Beatriz diz à sua mãe:

— Mãe, vou sair. Posso levar a chave?

A adolescente recebe um "não" redondo, mas insiste em seu pedido.

A mãe se recusa a atendê-la. A menina então pergunta:

— Por que não?

Ela está aborrecida, porque odeia quando sua mãe diz "sim, porque sim!" ou "não, porque não!".

E reclama, pois esperava da mãe, depois de alguns arrazoados que justificassem o impedimento, uma conclusão: "Portanto, você não pode ter a chave de casa". Evidentemente, a partir deles a filha também usaria seus contra-argumentos…

É com discursos desse tipo que Beatriz quer convencer a mãe, que o político tenta seduzir o eleitor, que o advogado defende seu cliente, que o publicitário faz propaganda de um produto.

O discurso persuasivo é frequentemente usado por nós — e o fazemos até sem perceber — sempre que tentamos convencer alguém de algo. Neste capítulo, no entanto, nos interessam apenas os seus aspectos lógicos. Inicialmente, veremos as características da lógica de Aristóteles (século IV a.C.), aceita por mais de dois mil anos.



Figura 2 • Nesta tira, o soldado esperava uma resposta lógica à sua pergunta.

Reflita

Você se lembra da última vez que precisou utilizar um bom discurso persuasivo tentando fazer alguém mudar de opinião, por exemplo? Sobre o que vocês conversavam? O que o seu interlocutor argumentava e como você retrucava? Você conseguiu convencer ou foi convencido? Anote suas lembranças para compartilhá-las com os colegas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

2 A lógica: proposição e argumento

Professor: Estimular o aluno a construir ou reconstituir raciocínios é um bom método para aprender a observar, na prática, como se constroem as argumentações. Esta será uma valiosa ferramenta nos estudos de filosofia.

Etimologicamente, lógica vem do grego *logos*, que significa "palavra", "discurso", "razão". Mas Aristóteles, o primeiro filósofo que a sistematizou com rigor, não usava esse termo, que apareceu muito mais tarde. Ele se referia à analítica, ou seja, à análise da argumentação. De fato, o que o filósofo queria era estudar as regras do pensamento correto e, assim, ajudar-nos a identificar os argumentos válidos, distinguindo-os dos que são inválidos.

Reflita

Mais tarde, o conjunto das obras de Aristóteles sobre lógica foi denominado órganon, que em grego significa "instrumento": a lógica é, portanto, um instrumento para o bem pensar.

Aristóteles desenvolveu a teoria do silogismo, um tipo rigoroso de argumento em que, a partir do encadeamento de certos enunciados, tira-se uma determinada conclusão, necessariamente. Para entendermos as regras do silogismo, precisamos antes definir alguns conceitos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

2.1 Termo e proposição

O termo é a palavra (ou expressão) que designa um conceito, uma ideia. Trata-se do elemento mais simples de um enunciado.

Cada termo tem uma extensão, isto é, o conjunto de todos os seres que ele designa. Nesse sentido, o termo "cão" pode se referir a todos os cães, a alguns cães ou, ainda, ao cão que você tenha em casa. Veremos adiante como é importante identificar a extensão de cada termo.

A proposição é tudo o que é afirmado ou negado, podendo ser verdadeira ou falsa. Por exemplo, "Todo cão é mamífero" ou então "Animal não é mineral". A proposição é composta por dois termos: na primeira proposição, "cão" (sujeito) e "mamífero" (predicado).

2.2 Tipos de proposição

Podemos classificar as proposições quanto à qualidade e à quantidade.

Quanto à **qualidade**, a proposição pode ser afirmativa ou negativa, conforme já vimos nos dois exemplos anteriores.

Quanto à **quantidade**, a proposição pode ser:

- geral (total ou universal): quando se refere à totalidade: "Todo cão é mamífero".
- particular: quando a extensão do sujeito (o conjunto abrangido pela proposição) é de um ou alguns indivíduos da espécie: "Algum cão é bravo"; "Esta flor é branca".

A partir daí, são possíveis diversas combinações: geral afirmativa, geral negativa, particular negativa etc., que podem ser mais bem visualizadas pelo chamado quadrado de oposições.

Trata-se de um esquema em que cada tipo de proposição recebe uma letra de identificação: **A** (gerais afirmativas), **E** (gerais negativas), **I** (particulares afirmativas), **O** (particulares negativas). O esquema também mostra como as proposições se relacionam entre si: como proposições contrárias, subcontrárias, contraditórias

e subalternas. Para exemplificar, usaremos as letras **S** e **P** para indicar o sujeito e o predicado da proposição. Observe:

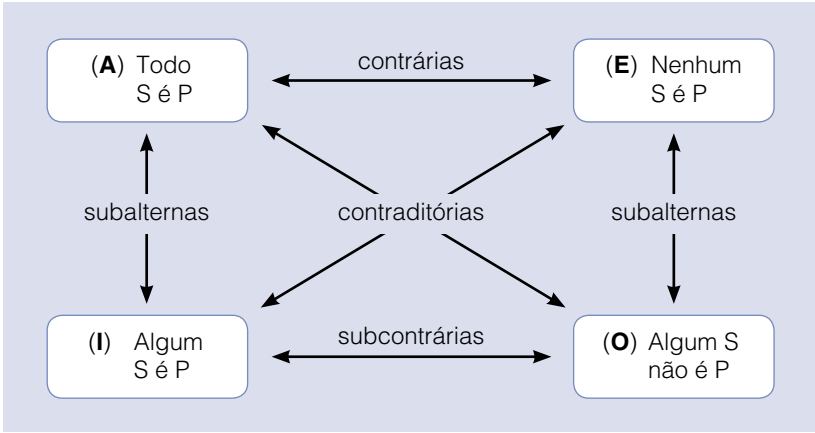


Figura 3.

A quantidade de uma proposição se refere à extensão do termo que designa o sujeito. Mas, em lógica, é importante também identificar a extensão do predicado. Por exemplo, consideremos a proposição "Todo brasileiro é sul-americano". Já sabemos que a proposição é geral porque a extensão do sujeito "brasileiro" é total (referimo-nos a todos os brasileiros). E o termo "sul-americano"? É particular, porque é como se estivéssemos dizendo "Todo brasileiro é (um) sul-americano".

Já na proposição geral negativa "Nenhum brasileiro é argentino", o termo "brasileiro" é total, e o predicado "argentino" também é total, porque o conjunto de todos os brasileiros é excluído de todos os argentinos.

2.3 Argumentação

Glossário

Premissa. *Etimologicamente, "que foram colocadas antes".*

Agora, consideremos o exemplo clássico de silogismo:

Todos os homens são mortais.
Sócrates é homem.
Logo, Sócrates é mortal.

Esse silogismo é composto por três proposições. As duas primeiras são chamadas **premissas** (ou antecedentes) e a última é a conclusão (ou consequente).

Partir de uma premissa até chegar à conclusão é o que se chama inferência. É o processo de pensamento que permite, a partir de certas proposições, chegar a uma conclusão. Cabe ao lógico examinar a forma da inferência, a concatenação entre as diversas proposições, a fim de verificar se é válida (ou não).

Reflita

Essas questões são tratadas na chamada *lógica formal*, parte da lógica que nos ajuda a identificar os argumentos válidos, distinguindo-os dos que são inválidos.

No silogismo identificamos três termos, que se repetem. No exemplo, os termos são: "homem", "mortal" e "Sócrates". Conforme a posição que ocupam no silogismo, os termos podem ter uma denominação diferente.

- O termo médio é o que aparece nas duas premissas, mas não aparece na conclusão: "homem".
- O termo maior é o que aparece na primeira premissa (chamada maior) e na conclusão: "mortal".
- O termo menor aparece na segunda premissa e na conclusão: "Sócrates".

Todas essas informações são importantes para que possamos verificar a validade dos argumentos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3 Verdade e validade

Vejamos alguns exemplos de silogismos que servirão de base para explicarmos melhor a verdade ou a falsidade das proposições e a validade ou não dos argumentos.



Exemplo 1
Todo brasileiro é sul-americano.
Ora, todo paulista é brasileiro.
Logo, todo paulista é sul-americano.

Exemplo 2
Todos os mamíferos são mortais.
Ora, todas as cobras são mortais.
Logo, todas as cobras são mamíferos.

Exemplo 3
Todas as plantas verdes têm clorofila.
Ora, algumas coisas que têm clorofila são comestíveis.
Logo, algumas plantas verdes são comestíveis.

Exemplo 4
Nenhum brasileiro é argentino.
Ora, algum brasileiro é sul-americano.
Logo, algum sul-americano não é argentino.

Nos quatro exemplos de **silogismo categórico** dados, todas as proposições que constam dos exemplos 1, 3 e 4 são verdadeiras. Apenas o exemplo 2 tem as premissas verdadeiras e a conclusão falsa. Mas como saber se os argumentos são válidos? Para tanto, precisamos ainda de mais um instrumental de apoio, as regras do silogismo.

Glossário
Silogismo categórico. *Argumento em que as proposições afirmam ou negam algo. Além desses, há os* hipotéticos *(com premissas hipotéticas) e os* disjuntivos *(com premissas que expressam alternativa).*

As oito regras do silogismo

1. O silogismo só deve ter três termos (o maior, o menor e o médio).

2. De duas premissas negativas nada resulta.

3. De duas premissas particulares nada resulta.

4. O termo médio nunca entra na conclusão.

5. O termo médio deve ser total pelo menos uma vez.

6. Nenhum termo pode ser total na conclusão sem ser total nas premissas.

7. De duas premissas afirmativas não se conclui uma negativa.

8. A conclusão segue sempre a premissa mais fraca (se nas premissas uma delas for negativa, a conclusão deve ser negativa; se uma for particular, a conclusão deve ser particular).

Professor: Exemplo de hipotético: Se Antonio dorme, então não trabalha. Antonio dorme. Logo, não trabalha. Exemplo de disjuntivo: Ou Antonio dorme ou trabalha. Antonio dorme. Portanto, Antonio não trabalha.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Agora, aplicamos essas regras com base nos exemplos dados.

Nos exemplos 1 e 4, todas as proposições são verdadeiras e a inferência é válida (nenhuma das regras é transgredida).

Já o exemplo 3, embora as três proposições sejam verdadeiras, sua inferência é inválida. Por quê? Ao examinarmos o termo médio "têm clorofila" (ou "coisas que têm clorofila"), descobrimos que a sua extensão é particular nas duas premissas. Portanto, transgride a regra número 5.

Quanto ao exemplo 2, não podemos nos iludir com o fato de as três proposições serem verdadeiras, pois isso não é garantia da validade do argumento: esse silogismo transgride a regra 5.

Reflita

A dedução apenas extrai o que já está dito nas premissas e sistematiza nosso conhecimento, mas não nos ensina nada de novo. Se não inova, isso não significa que não tenha valor algum, já que sempre fazemos deduções e precisamos investigar quando são válidas ou inválidas.

4 Tipos de argumentação

Costumamos identificar dois tipos de argumentação, a dedução e a indução, sendo que a analogia constitui uma forma de indução.

4.1 Dedução

Etimologicamente, a palavra dedução vem do latim *de-ducere*, que significa "conduzir a partir de". A dedução é um tipo de argumentação em que a conclusão é inferida necessariamente das premissas. Isso significa que na conclusão não se diz mais do que já está nas premissas, apenas se extrai o que já está dito nelas.

No caso dos silogismos categóricos dos itens anteriores, a dedução é um raciocínio que parte de pelo menos uma proposição geral e cuja conclusão pode ser uma proposição geral ou uma particular. Também pudemos constatar que a dedução é um modelo de rigor.

4.2 Indução

A indução por enumeração é um tipo de argumentação em que, a partir de diversos dados singulares coletados, chegamos a proposições universais. Ou seja, procedemos a uma generalização indutiva.

Vejamos alguns exemplos: depois de constatar várias vezes que a água ferve a 100 °C, concluímos que "a água sempre entra em ebulição a 100 °C". Após verificar que o cobre é condutor de eletricidade, e também o ouro, o ferro, o zinco, a prata… concluímos que "Todo metal é condutor de eletricidade".

Ao contrário da dedução, a indução excede o conteúdo das premissas, inferindo a partir de evidências parciais. Portanto, ela apenas tem probabilidade de ser correta, dependendo do grau de confirmação que as premissas conferem à conclusão.

Se a generalização for feita sem critérios, podemos chegar a conclusões apressadas; por exemplo, quando afirmamos que todos os cisnes são brancos, até conhecermos a existência de cisnes negros na Austrália. Ou, como dizia Bertrand Russell, de maneira espirituosa, o frango sempre relaciona a mão da granjeira e o grão de milho com a sua alimentação, até o dia em que ela lhe torce o pescoço.

Professor: No caso das ciências, os métodos usados são rigorosos, permitindo verificar em que medida as amostras examinadas autorizam a passagem do particular para o geral, para que sejam estabelecidas suas leis e teorias.

Reflita

Apesar da aparente fragilidade da indução, trata-se de uma forma muito fecunda de pensar, responsável pela fundamentação de inúmeras conclusões da vida diária e de grande valia nas ciências experimentais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

4.3 Analogia

A analogia, ou raciocínio por semelhança, é uma indução parcial em que passamos de um ou de alguns fatos singulares não a uma conclusão geral, mas a um outro enunciado singular ou particular, inferido em virtude da comparação entre objetos que, embora diferentes, apresentam pontos de semelhança. Por exemplo: "Li um livro de Ítalo Calvino e gostei muito. Logo, este outro livro do mesmo autor vai me agradar igualmente".

Convém observar, porém, que existe um critério de **relevância**, segundo o qual a analogia poderá ser fraca ou forte.

Por se basear no fator relevância, a ciência pode chegar a descobertas fecundas pela analogia. Por exemplo, Alexander Fleming descobriu a penicilina ao observar casualmente que o bolor destruía as bactérias de uma **cultura *in vitro***; por analogia, inferiu que também poderia curar doenças em seres mais complexos.

Reflita

Sempre fazemos analogias: quando deixamos de visitar uma pessoa que um dia nos tratou mal; quando voltamos a uma loja em que fomos bem atendidos; também a metáfora, tão usada na literatura, é um tipo de analogia; na ciência é um recurso muito usado.

5 Falácias

A falácia, ou paralogismo, é um tipo de raciocínio incorreto, apesar de ter a aparência de correção. É o mesmo que sofisma, embora alguns teóricos façam uma distinção, ao atribuir ao sofisma a intenção de enganar.

As falácias podem ser formais e não formais.

Nas falácias formais, o argumento não atende às regras da inferência válida. Anteriormente, ao analisarmos a questão da validade, encontramos falácias: é o caso dos exemplos 2 e 3, que feriam alguma regra do silogismo.

As falácias não formais são as que decorrem da falta de atenção, de equívocos, ambiguidades da linguagem, irrelevância das premissas, interesse em convencer etc. Entre muitos tipos de falácias não formais, vamos destacar apenas três.

5.1 Argumento de autoridade

Ocorre quando consultamos livros, enciclopédias, especialistas (encanador, contador, engenheiro, médico, historiador etc.). Ainda que essas pessoas dignas de confiança possam eventualmente errar, trata-se de um recurso aceitável e muito utilizado. Torna-se, porém, uma indução irrelevante quando a autoridade é chamada a um campo que não é de sua competência. Por exemplo, em propaganda, quando artistas ou jogadores de futebol famosos recomendam artigos de consumo, remédios e até ideias (por exemplo, ao apoiarem políticos nas eleições).

5.2 Argumento contra o homem

É uma espécie de argumento de autoridade às avessas, por ser pejorativo e ofensivo. Ocorre quando consideramos errada uma conclusão porque ela parte de alguém que depreciamos por causa de sua nacionalidade, religião, posição social, idade, aparência, gênero, orientação sexual, etnia etc.

5.3 Petição de princípio (raciocínio circular ou vicioso)

Consiste em supor já conhecido o que é objeto da questão, quando um argumento assume sua própria conclusão, o que, portanto, é inútil como prova. Por exemplo: "A nudez pública é imoral porque ela é uma ofensa à moralidade".

Glossário

Relevância. *Importância.*

Cultura *in vitro*. *Cultura realizada fora do organismo, em tubo de ensaio.*

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Reflita

Os princípios da lógica deveriam ser vistos no início deste capítulo, já que se trata dos pressupostos sobre os quais se baseiam os argumentos. Preferimos abordá-los no final, quando você já se encontra mais familiarizado com os conceitos utilizados.

6 Princípios da lógica

Os princípios lógicos, por serem "princípios", são de conhecimento imediato e indemonstráveis. São eles que possibilitam qualquer argumentação e a prova de sua validade. Aristóteles distinguiu três princípios: o de identidade, o de não contradição e o do terceiro excluído.

O princípio de identidade afirma que, se um enunciado é verdadeiro, então ele é verdadeiro.

O princípio de não contradição — que alguns denominam simplesmente princípio de contradição — afirma que nenhum enunciado pode ser verdadeiro e falso, isto é, duas proposições contraditórias não podem ser verdadeiras, não sendo possível afirmar e negar simultaneamente a mesma coisa. Proposições categóricas contraditórias são as que se opõem em qualidade e quantidade: se é verdadeira a afirmação de que "Todos os homens são mortais", é falso dizer que "Alguns homens não são mortais"; se é verdadeiro que "Algum homem é mortal", é falso que "Nenhum homem é mortal".

O princípio do terceiro excluído, às vezes chamado de meio excluído, afirma que um enunciado ou é verdadeiro ou é falso, não havendo um terceiro valor. Como disse Aristóteles, "entre os opostos contraditórios não existe um meio".

6.1 Outras lógicas

Apesar das críticas que a lógica formal aristotélica sofreu ao longo dos tempos, ela se manteve sem nenhuma mudança essencial, e até hoje ainda é usada, embora se reconheça seu alcance restrito. A partir do final do século XIX, outros pensadores apresentaram lógicas alternativas ou que até contrariam algum dos seus princípios. Nesse último caso, por exemplo, a lógica dialética, de Marx e Engels, pressupõe o princípio da contradição, baseando-se na estrutura contraditória do real, como veremos em outro capítulo.

Diante da necessidade que alguns matemáticos, filósofos e lógicos sentiram de tornar a lógica mais rigorosa, formalizada e abrangente, foi criada a lógica simbólica, ou lógica matemática. Seus primeiros representantes foram George Boole, Gottlob Frege e Bertrand Russell.

Seu efeito é mais relevante porque, ao se aplicarem os princípios de uma linguagem algébrica, realizam-se demonstrações muito mais precisas e rigorosas, contribuindo em setores os mais diversos, como inteligência artificial, robótica, engenharia de produção, administração, controle de tráfego, programação flexível e muitos mais.

7 Conclusão

Ao examinarmos o que é dedução, indução e analogia, pudemos constatar que a conclusão da dedução não apresenta nada de novo. E se a indução e a analogia nos levam adiante para novos conhecimentos, também não nos garantem certeza alguma. Então, para que serve a lógica? Como diz o estudioso da lógica Wesley C. Salmon:

> A lógica interessa-se pela justificação, não pela descoberta. A lógica fornece métodos para a análise do discurso, e essa análise é indispensável para exprimir de modo inteligível o pensamento e para a boa compreensão daquilo que se comunica e se aprende.
>
> SALMON, Wesley C. *Lógica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, p. 29.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Exercícios dos conceitos

Leia estes silogismos e depois responda às questões 1 a 6.

Silogismo I

Todo humano é inseto.

Toda abelha é humana.

Logo, toda abelha é inseto.

Silogismo II

Todo inseto é humano.

Toda abelha é humana.

Logo, toda abelha é inseto.

Silogismo IIII

Algum homem não é justo.

Algum homem é brasileiro.

Logo, algum brasileiro não é justo.



1 Identifique as premissas e a conclusão de cada silogismo.

Premissas: as duas primeiras proposições de cada silogismo.

2 Qualifique as proposições segundo a verdade ou a falsidade.

I: a primeira e a segunda proposições são falsas e a terceira é verdadeira; II: a primeira e a segunda são falsas e a terceira é verdadeira; III: as três proposições são verdadeiras.

3 Identifique a quantidade e a qualidade das proposições (geral ou particular, afirmativa ou negativa).

I: as três proposições são do tipo geral afirmativa; II: idem; III: a primeira e a terceira proposições são do tipo singular negativa; a segunda proposição é singular afirmativa.

4 Identifique a quantidade do predicado de cada proposição.

Em I e II a quantidade dos predicados é particular; em III, na primeira e na terceira proposições o predicado é total e na segunda proposição é particular.

5 Identifique os três termos que compõem cada silogismo.

I: termo maior: inseto; termo menor: abelha; termo médio: humano; II: idem; III: termo maior: justo; termo menor: brasileiro; termo médio: homem.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

6 Aplique as regras do silogismo para verificar se o argumento é válido ou não; justifique sua resposta.

I: é formalmente válido; II: não é válido, fere a regra 5 (o termo médio deve ser total pelo menos uma vez); III: idem, fere a regra 3 (de duas premissas particulares nada resulta).

Glossário
Assertiva. *O mesmo que afirmação.*

7 Leia com atenção estas **assertivas**, identifique se os argumentos são dedução, indução ou analogia e justifique a resposta com os conceitos aprendidos. Como sugestão, comece verificando qual é a conclusão, a fim de evitar erros na montagem da estrutura do argumento.

a) Com este frio, você vai ficar resfriado se não vestir o agasalho.

Dedução: parte da ideia geral de que é preciso usar agasalho toda vez que estiver frio.

b) Após tantos insucessos, acho que esse tipo de trabalho não me serve.

Indução: várias experiências particulares levam a uma conclusão geral (todo tipo de trabalho como esse não me serve).

c) Se você passou no exame do Itamaraty, é porque se preparou muito bem.

Dedução: parte da ideia de que todo aquele que se prepara muito bem passa no exame.

8 Reveja os silogismos I, II e III e identifique se há falácias.

Os três silogismos são falácias, sendo que o silogismo I é uma falácia quanto à matéria, apesar de a inferência ser válida; II e III são falácias formais (os argumentos não são válidos porque, como vimos, ferem regras do silogismo).



9 Identifique o tipo de falácia dos argumentos a seguir.

a) Vou consultar outro médico porque aquele ao qual fui estava mal vestido e o consultório dele era muito antiquado.

Argumento contra o homem.

b) Esse time tem os melhores jogadores e o melhor treinador, portanto ganhará o título. Ganhará o título porque é o melhor time do torneio, com o melhor treinador e os melhores jogadores.

Petição de princípio.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Professor: Consulte o Banco de Questões e incentive os alunos a usar o Simulador de Testes.

Retomada dos conceitos

1 Leia os silogismos I e II e analise-os a partir dos itens a seguir:

I. Toda violeta é roxa. / Toda violeta é flor. / Logo, toda flor é roxa.

II. Todos os homens são loiros. / Ora, eu sou homem. / Logo, eu sou loiro.

a) Qualifique as proposições segundo a verdade ou falsidade.

I. Falsa; verdadeira; falsa.

II. Falsa; verdadeira; falsa.

b) Identifique a quantidade e a qualidade das proposições (geral ou particular, afirmativa ou negativa).

I. As três proposições são do tipo geral afirmativa.

II. A primeira é geral afirmativa, a segunda e a terceira são do tipo singular afirmativa.

c) Aplique as regras do silogismo para verificar se os argumentos são válidos ou não e se um deles é falacioso. Justifique sua resposta.

I. Não é válido: fere a regra 8: o termo menor "flor" é particular na premissa e geral na conclusão.

II. É válido porque não fere nenhuma das regras do silogismo. Mas é uma falácia quanto à matéria, porque parte de uma assertiva falsa.

2 Leia com atenção as questões que se seguem e identifique se os argumentos são indução, dedução ou analogia. Justifique a resposta usando os conceitos aprendidos.

a) Quando investi minhas economias na bolsa de valores, escolhi a empresa que teve suas ações em alta no último ano.

Analogia: compara-se o desempenho da empresa em um ano e supõe-se o que acontecerá no ano seguinte.

b) Aplicando a teoria da gravitação universal podemos calcular a massa do Sol e dos planetas e explicar as marés.

Dedução: partindo da teoria (geral), aplica-se a teoria nos casos particulares (a massa do Sol e as marés).

c) Com o plano inclinado, Galileu tornou mais lentos os fenômenos muito rápidos de um corpo que cai e, assim, pôde calcular a lei da queda dos corpos.

Indução: Galileu partiu de casos particulares e concluiu a lei geral.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

d) O cientista Bohr elaborou o modelo atômico à semelhança do modelo do sistema solar.

Analogia: Bohr comparou o caso particular do modelo atômico com o do sistema solar.

e) Se todos os metais são brilhantes, então alguns corpos são brilhantes.

Dedução: parte-se de uma premissa total (todos os metais) e conclui-se para alguns.

3 Pesquise poesias ou letras de música para identificar metáforas. Transcreva-as nas linhas abaixo e, em seguida, explique por que elas funcionam como verdadeiras analogias.

Exemplos: (1) "Quem faz um poema abre uma janela. / Respira, tu que estás numa cela abafada, / esse ar que entra por ela". (Mário Quintana, "Emergência") – O poeta faz a analogia entre poema e janela para dizer que o poema traz um alento a quem o lê, como se fosse uma salvação. (2) "Uma lata existe para conter algo / Mas quando o poeta diz: 'Lata' / Pode estar querendo dizer o incontível". (Gilberto Gil, "Metáfora") – Gil faz a analogia entre a poesia e uma lata: a lata concreta tem um significado explícito, mas para o poeta significa o que ele quiser, até o seu oposto.

4 Identifique o tipo de falácia dos argumentos a seguir:

a) Não confio nos políticos. Tive um vizinho que foi vereador e saiu da Câmara enriquecido.

Falácia de acidente.

b) O pensamento é um produto do cérebro, logo o pensamento é um atributo da matéria orgânica.

Petição de princípio.

c) A atriz Fulana, que aprecio muito, decidiu apoiar o candidato Sicrano. Acho que esta será minha opção de voto nestas eleições.

Argumento de autoridade.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

LICENCIADO POR AUTVIS, BRASIL, 2007

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO 2

O conhecimento científico



Figura 1 • Detalhe de *A fada Eletricidade* (1937), de Raoul Dufy. Nessa enorme pintura, de 624 m², a fada voa sobre o século XX, entre todos aqueles que contribuíram para a evolução da energia.

1 Introdução

Há pessoas que consideram a ciência o único conhecimento confiável, por ser "certo" e "objetivo". Também acalentam a ilusão do "cientista genial" em seu laboratório, descobrindo como "a realidade é". Maravilham-se com as aplicações de uma tecnologia cada vez mais refinada, capaz de mudar em pouco tempo o nosso cotidiano.

Neste capítulo, vamos discutir esses conceitos e separar o que há de lenda e o que merece nossa admiração. Mais que isso: refletiremos sobre a ciência e as implicações decorrentes do emprego da tecnologia para entender o mundo de hoje e investigar os fins para os quais temos orientado nosso saber e nosso poder.

2 Senso comum e ciência

Trataremos neste capítulo do conceito de ciência tal como se configurou a partir da Idade Moderna. De fato, as ciências da natureza são uma forma de conhecimento relativamente recente, porque surgiram no início do século XVII, quando Galileu estabeleceu os novos métodos de investigação da física e da astronomia. Posteriormente, outras ciências aprimoraram seus métodos, com enorme repercussão sobre a tecnologia, de maneira que o novo saber ampliou a capacidade humana de agir sobre a natureza e transformá-la.

Ao afirmarmos que a ciência é conquista recente da humanidade, a pergunta que nos vem à mente é a seguinte: afinal, em que tipo de conhecimento se baseavam os povos antes da Idade Moderna, uma vez que é inevitável reconhecer as inumeráveis conquistas técnicas das civilizações, desde a descoberta do fogo à invenção da roda?

Pela história constatamos as variadas técnicas agrícolas, de pastoreio, de habitação ou vestimenta, enfim, de construção inteligente do *habitat* humano. Antes da ciência da física, diversos povos já sabiam como fazer flutuar embarcações, como construir palácios, aquedutos, sistemas de irrigação; antes da ciência da biologia, identificavam inúmeras doenças e seu tratamento; antes da química, já havia oficinas de metalurgia e tingimento; antes da economia, os governos sabiam como administrar os bens públicos.



CID

Figura 2 • Construída nos séculos III e IV a.C., provavelmente o maior projeto de construção de todos os tempos, a Muralha da China estende-se por mais de 2.400 km. No passado, servia para evitar invasões e impedir que os chineses saíssem de seus territórios.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

As civilizações constituíram seu conhecimento e sua técnica a partir do senso comum, pelo uso espontâneo da razão e da imaginação, às vezes por ensaio e erro, outras por dedução ou indução. É preciso reconhecer que os antigos tiveram a capacidade de organizar conhecimentos. Por isso, jamais podemos desprezar o refinamento de certos saberes, capazes de produzir técnicas surpreendentes.

Se é antigo o anseio humano de tornar o mundo inteligível, o conhecimento que resulta do bom senso, porém, sofre de limitações por ser muitas vezes impreciso, fragmentário e quase sempre preso a interesses práticos imediatos.

Reflita

Descobrir pelo senso comum que a roda facilita o transporte de cargas não significa saber explicar as forças de fricção; conhecer o uso medicinal de certas ervas não quer dizer identificar suas propriedades ou compreender como se dá sua ação no organismo.

2.1 Características do conhecimento científico

O que realmente mudou a partir do século XVII?

O novo método científico inaugurou um tipo de investigação muito mais rigoroso, que permite alcançar um conhecimento sistemático, preciso, capaz de generalização e com maior objetividade. Vejamos melhor o que significam essas características gerais.

A ciência aspira pela objetividade ao tentar superar as conclusões subjetivas, marcadas pela nossa sensibilidade ou **idiossincrasias**. As conclusões da ciência são objetivas porque a ciência é uma instituição social em que as atividades de cada cientista, como membro de uma comunidade intelectual, estão sujeitas à crítica dos demais.

Isso é possível porque os cientistas trabalham com hipóteses testáveis, que podem ser submetidas à experimentação, para que sejam confirmadas ou rejeitadas. Ou seja, a ciência é constituída por corpos de conhecimento organizado cujas investigações sistemáticas estão **empiricamente** fundamentadas pelo controle dos fatos.

Uma vez confirmadas, as explicações científicas são formuladas em enunciados gerais (as leis), capazes de distinguir e separar certas propriedades e descobrir relações entre outras, unificando um grande número de fatos que pareciam díspares. Por exemplo, podemos perceber a relação entre o orvalho da noite e as gotículas que aparecem na garrafa retirada da geladeira; descobrir que a respiração é uma forma de combustão; relacionar o movimento da Lua, as marés, as trajetórias de projéteis e a subida de líquidos em tubos delgados.



MUSEU DE ARTE FOGG, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

Figura 3 • *Melancolia* (1514), obra de Albrecht Dürer. Como um anjo pensativo, talvez descrente das possibilidades do saber e fazer humanos, a Melancolia encontra-se rodeada de instrumentos de medida.

Portanto, a ciência é capaz de generalizações rigorosas: afirmações como "o peso de qualquer objeto depende do campo de gravitação" ou "a cor de um objeto depende da luz que ele reflete" são válidas para todos os corpos e todos os objetos coloridos e não apenas para aqueles que foram objeto da experiência.

A objetividade da ciência também decorre da sua linguagem rigorosa. Enquanto na conversa do dia a dia usamos termos vagos, a ciência torna precisos seus conceitos, evitando ambiguidades. Esse rigor aumenta com a aplicação da matemática — que transforma qualidades em quantidades — e a utilização de instrumentos de medida. É bem verdade, veremos adiante, que nem todas as ciências atingem a precisão da mecânica, mas permanece em todas elas o ideal da sistematização e da lógica rigorosa.

Glossário

Idiossincrasia. *Característica peculiar de um indivíduo ou de um grupo.*

Empírico. *No contexto, trata-se da experimentação científica, mas o termo empírico pode também se referir à experiência comum, não metódica.*

3 Os mitos da ciência

Nos últimos quatro séculos, a ciência e a tecnologia foram capazes de alterar a face do mundo, com mudanças tão radicais como nunca se teve notícia antes. Era inevitável o entusiasmo em torno desse saber e desse poder, fazendo surgir, lá onde se pensava apenas existirem as luzes da razão, algumas regiões "nebulosas" — os mitos da ciência.

Esses mitos atingem tanto os leigos quanto os cientistas, que se maravilham com o rigor do saber e a eficácia da técnica, sem perceber que ambas — ciência e tecnologia — podem se desviar de sua destinação humana.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3.1 O mito do cientificismo

À medida que a ciência se mostrou capaz de explicar os fenômenos de maneira mais rigorosa e de fazer previsões capazes de transformar o mundo, passou a ser vista como conhecimento superior. Por consequência, minimizou-se a importância dos demais modos de compreensão da realidade, tais como o mito, a religião, o bom senso da vida cotidiana, as intuições da vida afetiva, a arte e a filosofia, consideradas formas "menores" de conhecimento.

A confiança exagerada na ciência valoriza apenas a racionalidade científica, como se ela fosse o único caminho para responder às nossas perguntas (como se todas as perguntas tivessem respostas…). Essa exaltação da ciência começou com os seus primeiros sucessos práticos e atingiu seu auge no século XIX, com o filósofo francês Augusto Comte, fundador do **positivismo**.

Os críticos desse exagerado otimismo acusam o cientificismo de ser responsável por uma visão distorcida tanto da natureza quanto do ser humano. O filósofo alemão Max Weber (1864-1920) percebeu que a formalização da razão, tendo em vista o rendimento e a eficácia, caminha ao lado do desencantamento do mundo, então despojado de seus aspectos míticos, sagrados, emocionais, para ser examinado como um mundo mecânico e **causal**.

Reflita

O nosso mundo "encantado", na verdade, é pleno de crenças (religiosas ou não), de esperança ou desalento, de valores e emoções que são sentidos, vividos, e que não precisam de provas ou demonstrações causais rigorosas, como nas ciências.

Leitores de Weber, os pensadores da Escola de Frankfurt, como Max Horkheimer e Theodor Adorno, criticaram a predominância da razão instrumental e controladora — responsável por reduzir a atuação humana ao campo da eficácia, além de fazer esquecer que a nossa relação com a natureza não deve ser de dominação, mas de harmonia.

Em contraposição, segundo os frankfurtianos, existe um outro tipo de razão, aquela comprometida com o "mundo da vida". Nele, as relações afetivas estabeleceriam uma comunicação entre iguais, não mais pelo mando e pelo lucro, e sim pela cooperação e solidariedade.

O mito do especialista, fruto do cientificismo, tem como consequência a **tecnocracia**, segundo a qual apenas o técnico competente é capaz de decisão: desse mito se pode concluir que "saber é poder". Ora, onde o conhecimento científico não se irmana com a sabedoria, sempre haverá riscos de opressão.

Glossário

Positivismo. *Corrente filosófica segundo a qual o positivo é o último e mais perfeito estado alcançado pela humanidade, em oposição às explicações teológicas e metafísicas. Positivo é o real, o palpável, o dado da experiência, baseado em fatos.*

Causal. *O termo causal (e não casual!) refere-se às relações de causa e efeito, típicas das pesquisas científicas.*

Tecnocracia. *Poder derivado da técnica: sistema de organização política e social baseada na supremacia dos técnicos.*

Isenção. *O mesmo que imparcialidade.*

3.2 O mito da neutralidade científica

A ciência é um tipo de saber capaz de superar a subjetividade do próprio cientista e os preconceitos do senso comum. O rigor do método permite atingir um alto grau de objetividade, porque seus procedimentos e teorias podem ser verificados com **isenção** pela comunidade científica.

Em decorrência, muitos pensam que a ciência é um saber neutro, ou seja, que as pesquisas científicas não sofrem influência social ou política e visam apenas ao conhecimento "puro" e desinteressado. Por considerar a atividade científica à margem das questões históricas, não caberia ao cientista discutir o uso político de suas descobertas. O cientista se ocuparia com a descrição dos fenômenos, e não com juízos de valor.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



WALT DISNEY/EVERETT-KEYSTONE

Figura 4 • Cena do desenho animado *Fantasia*, de Walt Disney.

No entanto, sabemos que não é bem assim: a humanidade corre riscos diante do "aprendiz de feiticeiro" incapaz de discutir os fins a que se destinam suas pesquisas.

A bomba atômica não pode ser apenas o resultado do saber sobre a energia atômica nem da simples técnica de produzir explosão, mas trata-se de um saber e de uma técnica que dizem respeito à vida e à morte de seres humanos. As indagações éticas se estendem a inúmeros outros campos, refletindo-se, por exemplo, na discussão sobre a clonagem de animais e a possibilidade de essa técnica ser aplicada aos seres humanos. A utilização de células-tronco para fins terapêuticos tem despertado a esperança para o tratamento de doenças até então incuráveis, embora persista uma controvérsia ética e religiosa a respeito.

Essa ambiguidade se reflete em inúmeros setores. Se podemos reconhecer os benefícios do progresso, nem por isso deixamos de indagar sobre os riscos da poluição ambiental, que ameaça o futuro do planeta, devido ao aquecimento global.

Essas questões nos levam a questionar o mito do progresso, que justifica as ilusões e os preconceitos dos povos "civilizados" ao se julgarem superiores aos "menos desenvolvidos". Não é em nome do progresso que as tribos indígenas têm sido sistematicamente expulsas dos seus territórios? Ou que as florestas são devastadas e substituídas por pastos? Ou que a produção de alimentos básicos é desprezada pelo prevalecimento do agronegócio das monoculturas para exportação?

As altas cifras destinadas às pesquisas exigem o apoio financeiro de instituições públicas e privadas, desejosas de subvencionar os trabalhos que mais lhes interessem e que nem sempre estão focados na saúde e no bem-estar das pessoas. É o caso, por exemplo, da "indústria da guerra", que, desde há muito, alimenta a corrida armamentista e exige o constante desenvolvimento da ciência e da tecnologia no campo militar.

Segundo o professor australiano Hugh Lacey, no seu livro *Valores e atividade científica*, "No momento atual, as práticas de controle da natureza estão nas mãos do neoliberalismo e, assim, servem a determinados valores e não a outros. Servem ao individualismo em vez de à solidariedade; à propriedade particular e ao lucro em vez de aos bens sociais; (...) à liberdade individual e à eficácia econômica em vez de à libertação humana".

Reflita

Segundo a lenda do "aprendiz de feiticeiro", o aprendiz usou a vassoura mágica para lavar o palácio, mas depois não sabia como interromper o feitiço, provocando uma inundação. Alguém já assistiu ao clássico *Fantasia*, de Walt Disney?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Com isso, não criticamos o fato de valores sociais predominantes na sociedade orientarem a escolha das pesquisas, mas advertimos sobre a importância de examinar esses valores. Por exemplo, foi desastrosa a interferência dos valores religiosos da Inquisição, que obrigou Galileu ao silêncio por defender o heliocentrismo, contrário à interpretação literal do texto bíblico. Do mesmo modo, devido aos valores políticos ideológicos vigentes, a União Soviética, na década de 1930, rejeitou e perseguiu cientistas que seguiam a teoria biológica de Mendel, por acusá-la de reacionária e burguesa.

Diante dessas questões, não há como sustentar a neutralidade da ciência. Ainda que seus procedimentos metodológicos busquem a objetividade, cabe ao cientista a responsabilidade social de indagar sobre os fins a que se destinam suas descobertas, sem alegar isenção, uma vez que a produção científica não se realiza fora de um determinado contexto social e político.

4 Conclusão

Uma das funções da filosofia é analisar os fundamentos da ciência. O próprio cientista já coloca questões epistemológicas quando se pergunta em que consiste o conhecimento científico e qual a validade do método que utiliza; o mesmo acontece quando formula questões éticas e políticas, ao indagar sobre a sua responsabilidade social quanto às aplicações e consequências de suas descobertas. Por isso é importante que o cientista se disponha a filosofar, a fim de investigar os pressupostos e as implicações do seu saber.

Além disso, a filosofia busca recuperar a visão de totalidade, fragmentada diante da multiplicidade das ciências particulares e da valorização do mundo dos especialistas. É a filosofia que questiona se o saber e o poder estão a serviço do ser humano ou contra ele, isto é, se servem para seu crescimento espiritual ou se o degradam, se contribuem para a liberdade ou para a dominação.

Para concluir, podemos destacar o papel da filosofia ao acompanhar de perto as condições em que se realizam as pesquisas científicas, investigar o sentido e a finalidade da ciência, bem como avaliar suas prioridades e as consequências das técnicas utilizadas. No desempenho desse papel, o filósofo não tem respostas prontas nem um saber acabado. Não cabe a ele nortear, de forma **onisciente** e **onipotente**, os rumos da ciência. O filósofo caminha ao lado dos cientistas e dos técnicos, para que não se perca de vista que a ciência e a técnica são apenas meios e devem estar a serviço de fins humanos.

Glossário

Onisciente. *Que tudo sabe.*

Onipotente. *Que tudo pode.*



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Exercícios dos conceitos

1 Faça um quadro comparativo contrapondo as características do conhecimento espontâneo do senso comum às do conhecimento científico.

Senso comum: uso espontâneo da razão; ensaio e erro; impreciso; fragmentário; voltado para interesses práticos imediatos.

Conhecimento científico: metódico; rigoroso; sistemático; capaz de generalização (leis e teorias) e maior objetividade; as investigações são fundamentadas pelo controle dos fatos; linguagem rigorosa.

2 Apesar do rigor da ciência, explique por que não é possível desprezar o saber e a técnica anteriores ao aprimoramento das ciências ocorrido a partir do século XVII.

Porque aqueles povos desenvolveram variadas técnicas agrícolas, de pastoreio, de habitação ou de confecção de vestimenta; produção de engenhos como embarcações e aquedutos; técnicas médicas etc.

3 Explique o que entendemos por objetividade da ciência. Em seguida, dê exemplos dessa objetividade que você mesmo pode constatar nos seus estudos das diversas ciências.

As conclusões da ciência são objetivas porque a ciência é uma instituição social em que as atividades de cada cientista, como membro de uma comunidade intelectual, estão sujeitas à crítica dos demais. Portanto, as conclusões não são subjetivas, mas imparciais, independentes das preferências individuais. Exemplo: as descobertas são publicadas em revistas especializadas e podem ser comprovadas pelos especialistas. Nos exercícios, as soluções são encontradas pelo estudante com o uso correto das fórmulas e conceitos aprendidos (e, portanto, compartilhados).

4 Escreva com suas palavras um resumo sobre a questão da neutralidade científica.

Resposta pessoal.

Não há total neutralidade porque, muitas vezes, predominam interesses políticos ou financeiros ao se privilegiar um tipo de pesquisa e não outro. Por exemplo, o financiamento de pesquisas que resultem em mais lucro, como a indústria da guerra; em detrimento de outras de interesse social etc.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

5 Segundo a lenda, Newton teria descoberto a lei da gravitação universal ao associar a queda de uma maçã à "queda" da Lua. Ou seja, estabeleceu a relação entre a queda dos corpos (relação Terra-maçã) e o movimento da Lua (relação Terra-Lua), percebendo tratar-se do mesmo fenômeno. Explicando de outro modo: um corpo, orbitando em torno da Terra, está ao mesmo tempo caindo e se deslocando horizontalmente. Disse a esse respeito o poeta e ensaísta Paul Valéry: "Seria preciso o gênio de Newton para ver que a Lua cai, embora toda gente saiba que ela não cai". Interprete a citação de Valéry, relacionando-a com o que foi estudado no capítulo.

Enquanto o senso comum conhece o que a experiência imediata (a Lua não cai) lhe oferece, o cientista percebe relações que não saltam à vista, orientado por outras teorias já conhecidas, no caso, a lei da queda dos corpos de Galileu e as leis planetárias de Kepler, a partir das quais intuiu a lei da gravitação universal.

6 Conforme a mentalidade cientificista, "para toda questão referente a um domínio qualquer de conhecimento, somente a opinião do ***expert*** desse domínio particular merece crédito: para cada setor do conhecimento, só o *expert* conhece. Por outro lado, somente a ciência e a tecnologia que dela decorre poderão resolver os problemas do homem, quaisquer que sejam; e somente os assessores técnicos estão habilitados a participar das decisões, pois só eles 'sabem' ". A partir dessa citação de Hilton Japiassú:

Glossário

Expert. *O mesmo que especialista.*

Professor: O trecho citado na questão 6 encontra-se em *O mito da neutralidade*. Rio de Janeiro, 1975. p. 83-84.

a) justifique, com argumentos, a crítica que o autor faz ao cientificismo.

O cientificismo reduz a compreensão do mundo à ciência e, portanto, ao especialista; aceita o que pode ser medido e comprovado; valoriza apenas a racionalidade científica e os resultados tecnológicos que impulsionem o progresso.

b) dê exemplos de artigos de revistas e programas de TV que tendem a valorizar esse tipo de mentalidade.

A resposta poderá variar conforme as revistas e programas disponíveis. Há diversos programas de TV e revistas que privilegiam explicações cientificistas, ao reduzir comportamentos humanos complexos a aspectos fisiológicos ou a determinismos sociais e históricos, como se o ser humano não tivesse autonomia de ação.

c) identifique, para além das explicações científicas, de que outras formas de conhecimento dispomos para compreender o mundo e a nós mesmos.

Após a crítica à visão positivista da ciência, hoje aceitamos, a partir daqueles pensadores que fizeram a crítica da razão, que o nosso conhecimento também se sustenta pela intuição, imaginação, crenças, mitos e valores. E que existem setores de nossa vida que são inalcançáveis pela ciência ou pelos especialistas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Professor: Consulte o Banco de Questões e incentive os alunos a usar o Simulador de Testes.

Retomada dos conceitos

1 A partir da citação de George Kneller, identifique as vantagens e as limitações da ciência em relação a outros tipos de conhecimento: "A ciência (...) procura remover tudo o que for único no cientista, individualmente considerado: recordações, emoções e sentimentos estéticos despertados pelas disposições de átomos, as cores e os hábitos de pássaros, ou a imensidão da Via Láctea (...). Poentes e cascatas são descritos em termos de frequências de raios luminosos, coeficientes de refração e forças gravitacionais ou hidrodinâmicas. Evidentemente, essa descrição, por mais elucidativa que seja, não é uma explicação completa daquilo que realmente experienciamos". (*A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980. p. 149.)

Contrapor os dois pólos do conhecimento, a subjetividade de quem vive a realidade e, por outro lado, a objetividade científica que busca a abstração, o geral, a lei, a teoria e se distancia do mundo vivido.

2 (UFMG) Analise a figura.

Interprete essa gravura e seu título.

A razão precisa estar desperta para identificar se os fins da ciência e da técnica estão a serviço da humanização ou da alienação e da opressão. A frase completa da tela de Goya é: "A imaginação abandonada pela razão produz monstros impossíveis; unida a ela, é a mãe das artes e a fonte dos seus encantos".

Figura 5 • *O sono* (1828), obra de Francisco José de Goya y Lucientes.



THE BRIDGEMAN ART LIBRARY INTERNATIONAL/KEYSTONE

Redação

Escolha um dos seguintes temas para fazer, em seu caderno, uma dissertação.

Tema 1 — Quando um cientista se pergunta sobre o que é a ciência, certamente sua resposta não há de ser científica, mas filosófica.

Tema 2 — Relacione ciência e filosofia, a partir da citação do filósofo alemão Karl Jaspers: "Um instinto vital, ignorado de si mesmo, odeia a filosofia. Ela é perigosa. Se eu a compreendesse, teria de alterar minha vida. Adquiriria outro estado de espírito, veria as coisas a uma claridade insólita, teria de rever meus juízos. Melhor é não pensar filosoficamente".

Professor: Para ambos os temas, sugerir que revejam no módulo *Descobrindo a filosofia* o capítulo inicial, "A reflexão filosófica", a fim de analisar as características que distinguem a filosofia da ciência. Para quem escolher a citação de Jaspers, lembrar que se trata de um texto crítico, já que o autor pensa o contrário do que está expresso.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO 3

A ciência e seus métodos



ALBUM/AKG-LATINSTOCK

Figura 1 • *Galileu Galilei enfrentando a Inquisição* (c. 1865), litogravura de Albert Chereau. Criador do novo método científico, Galileu defronta-se com o poder numa situação emblemática que marca as relações tensas entre ciência e política.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

1 Introdução

Há diversas classificações das ciências, mas aqui vamos nos restringir a uma divisão em dois grupos:

- ciências não empíricas: as que prescindem da experiência, tal como ocorre na lógica e na matemática.
- ciências empíricas: as que dependem da experiência para que suas explicações sejam aceitas; as ciências empíricas, por sua vez, podem ser divididas em:
  a) ciências da natureza (ou naturais): física, química, biologia e todas as **ciências híbridas** que têm rompido suas clássicas fronteiras;
  b) ciências humanas (ou sociais): sociologia, psicologia, geografia humana, ciência política, antropologia, economia, historiografia, linguística e disciplinas correlatas.

Avançaremos, então, um pouco mais na análise do conhecimento científico, examinando como são aplicados os métodos que proporcionam uma investigação rigorosa e com possibilidade de controle, seja nas ciências da natureza, seja nas ciências humanas.

Glossário

Ciências híbridas. *Especialidades novas que reúnem pesquisadores de diversas áreas (engenharia, informática, medicina, biologia etc.).*

Comecemos por clarear a noção de método.

- **Método.** Do grego meta ("ao longo de") e hodós ("via, caminho"), é um conjunto de regras que nos orientam para alcançar um determinado objetivo. Na ciência, o método envolve procedimentos para aperfeiçoar o conhecimento e critérios para reconhecer quando uma hipótese ou teoria é melhor que outra.

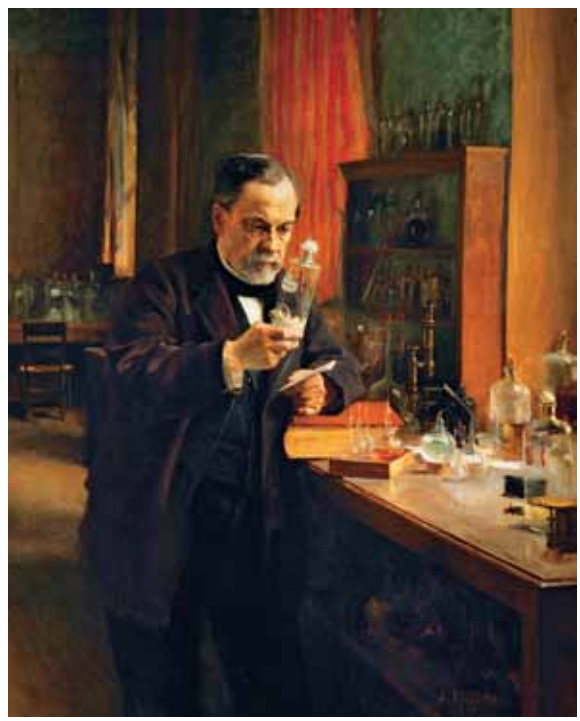
Como veremos, são diferentes os métodos utilizados pelas diversas ciências. E mais: os resultados alcançados são sempre provisórios, pois a ciência encontra-se em constante construção.

2 As ciências da natureza

O carbúnculo, doença infecciosa provocada por bactéria, trazia inúmeros prejuízos aos criadores de gado quando, em 1881, o francês Louis Pasteur se ocupou com o assunto. Levantou a hipótese de que os animais poderiam ser imunizados caso fossem vacinados com bactérias enfraquecidas de carbúnculo. Separou então 60 ovelhas da seguinte maneira: em 10 não aplicou tratamento algum; vacinou duas vezes outras 25, e após alguns dias lhes aplicou uma cultura contaminada por carbúnculo; não vacinou as 25 restantes, mas inoculou-lhes a cultura contaminada. Depois de algum tempo, verificou que as 25 ovelhas não vacinadas morreram, as 25 vacinadas sobreviveram e, comparadas com as dez que não tinham sido submetidas a tratamento, ficou constatado que a vacina não lhes prejudicara a saúde.

Esse procedimento clássico exemplifica o método das ciências experimentais:

- inicialmente, apresenta-se um problema que desafia a inteligência humana: no exemplo dado, a doença que dizimava o rebanho francês;
- a partir do problema, o cientista elabora uma hipótese e estabelece as condições para seu controle, a fim de confirmá-la ou não. Se não chegar a uma conclusão a partir da primeira suposição formulada, deverá repetir as experiências ou alterar as hipóteses quantas vezes for necessário;
- a conclusão é generalizada, ou seja, considerada válida não só para aquela situação, mas para outras similares.



ERICH LESSING/ALBUM-LATINSTOCK

Figura 2 • *Louis Pasteur em seu laboratório* (1885), pintura de Albert Edelfelt. À medida que testava suas hipóteses sobre vacinas, Pasteur desenvolvia o rigor do método experimental em biologia.

Hoje em dia, aquele procedimento relatado quase nunca resulta do trabalho solitário do cientista — como ocorreu com Pasteur —, porque cada vez mais as pesquisas são objeto de atenção de grupos especializados ligados às universidades, às grandes corporações ou ao Estado. Além disso, os procedimentos e os resultados divulgados em revistas especializadas e congressos são submetidos ao julgamento dos membros da comunidade científica, o que garante o caráter de objetividade da ciência. Ou seja, as conclusões não dependem apenas daqueles que trabalham em determinado projeto, mas também do aval dos demais cientistas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3 O método experimental

Em tese, o método experimental se caracteriza pelas seguintes etapas: observação, hipótese, experimentação, generalização (lei e teoria). Na prática, porém, o processo não se realiza necessariamente nessa ordem, podendo variar conforme as circunstâncias.

Reflita

O filósofo da ciência Paul Feyerabend (1924-1994), autor de *Contra o método*, chegou a afirmar que os cientistas não seguem propriamente normas metodológicas, por não serem elas de fato verdadeiros instrumentos de descoberta, o que para alguns pareceu uma posição por demais radical.

Apesar dessas advertências, vamos analisar, por questões didáticas, cada etapa do processo.

3.1 Observação e hipótese

CID



Figura 3 • Diante do microscópio, o olhar do cientista já se encontra orientado por uma teoria.

Dissemos que o trabalho do cientista começa diante de um problema, que exige uma explicação. Não é verdade que ele o enfrente pela observação dos fatos, para só depois realizar a seleção de dados. O primeiro desafio com que se depara consiste justamente em selecionar os fatos mais relevantes, entre tantos observados. Ora, como considerar a relevância de um fato, a não ser que já tenha algumas hipóteses preliminares orientando seu olhar?

Por exemplo, ao investigar as prováveis causas da aids, o que deve o pesquisador observar? Evidentemente, ele já conta de antemão com critérios que o auxiliam nessa busca; caso contrário, a pesquisa será cega, sem objetivo e destinada ao fracasso.

- O astrônomo Urbain Leverrier, em 1846, ao observar a órbita descrita pelo planeta Urano, deparou-se com um fato-problema, um desvio não explicável segundo as leis de Newton, caso fosse levar em conta a atração exercida pelos planetas vizinhos Júpiter e Saturno. Leverrier levantou a hipótese da existência de outro planeta, ainda desconhecido, ao qual denominou Netuno, calculando inclusive sua massa e sua distância, para tornar compreensíveis os movimentos de Urano. Mais tarde, Gall, outro astrônomo, conseguiu visualizar Netuno.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Observação e hipótese sempre se relacionam de maneira recíproca. Se de início a hipótese orienta a seleção dos fatos, em outro momento mais avançado da pesquisa — após o levantamento dos dados —, ela tem o papel de reorganizar os fatos, dando-lhes uma interpretação provisória como proposta antecipada de solução do problema. Em outras circunstâncias, um fato novo pode suscitar uma hipótese.

E qual seria a fonte provável das hipóteses? Existe uma tendência para se fantasiar sobre o ato criador, imaginando que o "cientista genial" faz descobertas espetaculares num passe de mágica. É bem verdade que a formulação da hipótese aproxima o cientista do artista, pois existe intuição e "iluminação súbita" (*insight*) nas descobertas científicas. Não convém, no entanto, exagerar acerca desse aspecto, já que ele é precedido por longo trabalho e rigorosa elaboração conceitual, sem o que os "clarões" talvez nem ocorressem ou se dispersassem no vazio. Além disso, para ser científica, a hipótese precisa ser confirmada pelos fatos e validada pela comunidade intelectual.

3.2 Confirmação da hipótese

A avaliação da hipótese pela experiência é feita de inúmeras maneiras, dependendo das técnicas disponíveis e também do tipo de ciência considerado. Por exemplo, em astronomia, a confirmação só se faz mediante nova observação. Também são específicas as maneiras de testar as hipóteses referentes à evolução das espécies, à origem do Universo ou a um determinado período da história humana.

Algumas ciências oferecem possibilidade de controle mais rigoroso, por meio da experimentação. Diferentemente da observação, que se realiza de acordo com as condições apresentadas naturalmente, na experimentação os fenômenos são examinados em situação determinada pelo experimentador, como no exemplo de Louis Pasteur, visto anteriormente. A experimentação permite a repetição, a variação das experiências e a simplificação dos fenômenos, o que torna o controle da investigação mais rigoroso.

O uso de instrumentos e a mensuração oferecem maior rigor à investigação científica, transformando qualidades em quantidades. Por exemplo, o som é medido em decibéis; a temperatura, em graus, na coluna de mercúrio; o peso, em gramas, pelo movimento da agulha na balança — o que garante o distanciamento das avaliações puramente subjetivas e imprecisas dos sentidos.

Se os instrumentos são condição de aperfeiçoamento da ciência, por sua vez o desenvolvimento científico provoca rápida evolução da tecnologia. Enquanto os estudos de ótica melhoram os microscópios e telescópios, outros mundos se abrem diante do olhar humano após a invenção de instrumentos cada vez mais precisos.

No entanto, a utilização da matemática e da técnica varia conforme a ciência. A física é altamente "matematizável", o mesmo não acontecendo com as ciências humanas, como veremos adiante.

Figura 4 • Pesquisadores de DNA em 1998.

LESTER LEFKOWITZ/CORBIS-LATINSTOCK



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3.3 Generalização: leis e teorias

Caso uma hipótese seja refutada pela experiência, o trabalho deve ser recomeçado. Somente quando o resultado for positivo será possível fazer generalizações ou formular leis pelas quais serão descritas as regularidades dos fenômenos.

A grande força do método científico está na descoberta das relações constantes e universais entre os fenômenos — as leis —, o que permite a previsibilidade e, portanto, o controle da natureza para fins humanos. A previsão é possível devido à descoberta, pelo cientista, de uma rigorosa probabilidade de certos fenômenos se repetirem.

As leis naturais podem ser de dois tipos: generalizações empíricas e leis teóricas.

As generalizações empíricas, ou leis particulares, resultam da observação de casos particulares, a partir dos quais se conclui uma lei geral. Por exemplo: as experiências com o plano inclinado, realizadas por Galileu, levaram à lei da queda dos corpos; da constatação de que em diversos casos o aquecimento provoca dilatação, concluiu-se que "o calor dilata os corpos"; e assim por diante.

As leis teóricas, ou teorias propriamente ditas, são leis mais gerais e abrangentes, que reúnem as diversas leis particulares sob uma perspectiva mais ampla. É o caso da teoria da gravitação universal de Newton, que engloba as leis planetárias de Kepler e a lei da queda dos corpos de Galileu. Outros exemplos são a teoria evolucionista de Darwin e a teoria da relatividade de Einstein.

4 O método das ciências humanas

Desde muito tempo, os assuntos referentes ao comportamento humano eram objeto de estudo da filosofia; mas, com o desenvolvimento das ciências da natureza, desejou-se estender a eles o rigor do método, fazendo nascer as ciências humanas.

No entanto, a complexidade dos atos humanos oferece outro tipo de dificuldade, muito diferente da enfrentada pelas ciências da natureza. Só para citar algumas delas:



- objetividade — como o objeto de conhecimento é o próprio ser humano, torna-se difícil manter o distanciamento necessário para um saber imparcial;
- experimentação — mesmo nos casos em que a experiência é possível, nem sempre é fácil identificar e controlar os diversos aspectos que influenciam os atos humanos;
- caráter moral das experiências — não se pode submeter o ser humano a situações perigosas para sua integridade física, moral ou mental;
- matematização — ainda que se recorra às estatísticas, nem sempre é possível quantificar todos os dados;
- liberdade — por sermos conscientes e livres, podemos indicar apenas as probabilidades do comportamento humano.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Se pensarmos que o ideal de cientificidade se estabeleceu a partir dos princípios da experimentação e da matematização aplicados às descobertas das ciências da natureza, resta perguntar como ficam, então, as aspirações de constituição das ciências humanas. Por esse motivo, as primeiras teorias da psicologia e da sociologia, no século XIX, foram marcadas pela influência positivista, que pretendia aplicar nas ciências humanas o método das ciências da natureza.

Para os primeiros representantes da psicologia experimental, como Wilhelm Wundt (1832-1920) e, posteriormente, John Watson e Burrhus F. Skinner, no século XX, o fenômeno psíquico pode ser medido e controlado, desde que se desprezem os fatos da consciência subjetiva. Da mesma maneira, Émile Durkheim, ao desenvolver o método sociológico, recomendava que os fatos sociais fossem observados como coisas.

Embora essa tendência metodológica — que podemos chamar de naturalista — ainda continue existindo, toma corpo também a tendência humanista, que busca o método específico das ciências humanas. Nessa linha, todo comportamento humano existe em um contexto cultural, que deve ser interpretado não necessariamente por leis e números, mas por uma compreensão de tipo qualitativo. Além disso, aceitam-se pressupostos não testáveis experimentalmente, como, por exemplo, a hipótese do inconsciente proposta por Freud na psicanálise.

Reflita

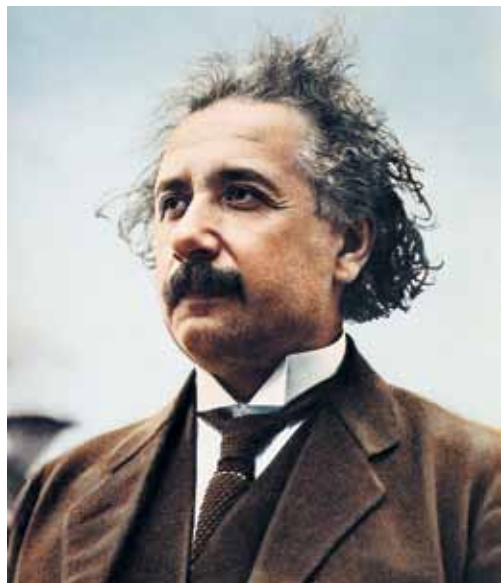
Para a psicanálise, nossa conduta tem significados ocultos — inconscientes — que, no entanto, podem ser interpretados. Usando de uma metáfora, a vida consciente é apenas a ponta de um *iceberg*, cuja montanha submersa simboliza o inconsciente.

De qualquer maneira, as dificuldades a respeito do método das ciências humanas são inúmeras e as discussões ainda estão em aberto.

5 Caráter provisório da ciência

Apesar do rigor do método científico, não convém concluir que a ciência seja um conhecimento certo e definitivo, pois ela avança em contínuo processo de investigação que supõe alterar ou ampliar suas conclusões, sobretudo quando são inventados ou aperfeiçoados instrumentos que proporcionam novas descobertas.

Por exemplo, nos séculos XVIII e XIX, as leis de Newton foram reformuladas por diversos matemáticos que desenvolveram técnicas para aplicá-las de maneira mais precisa. No século XX, a teoria da relatividade de Einstein reviu a concepção clássica newtoniana de que a luz se propaga em linha reta. A hipótese de que os raios luminosos, ao passarem próximo do Sol, sofreriam um desvio, foi confirmada por observações durante o eclipse solar de 1919.



BETTMANN/CORBIS-LATINSTOCK

Figura 5 • Albert Einstein (1879-1955).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Glossário

Ptolomaico. *Relativo a Ptolomeu (século II), astrônomo grego que elaborou a teoria geocêntrica, aceita até o Renascimento.*

Assim contam os irmãos e estudiosos da ciência, David E. Brody e Arnold R. Brody, sobre o percurso intelectual realizado por Einstein:

> "Começando em 1895, no momento em que, aos dezesseis anos, ele se fez esta inocente pergunta — Como se pareceria o mundo se eu estivesse viajando em um raio de luz? — e culminando com o desenvolvimento pleno da teoria da relatividade geral de 1916, Einstein reuniu os diversos conceitos e descobertas de seus predecessores, como notas dissonantes de instrumentos musicais, até formar uma sinfonia completa — uma revolução na física — que explodiu com um potente crescendo ouvido no mundo todo. Portanto, assim como Newton, Einstein apoiou-se em ombros gigantes e, como Newton, sua grandeza excedeu os que o precederam".
>
> BRODY, David Eliot; BRODY, Arnold R. *As sete maiores descobertas científicas da história*. São Paulo: Cia. das Letras, 1999. p. 177.

Mesmo o clássico conceito de determinismo, que admitia rigorosa causalidade entre os fenômenos, sofreu duro golpe com as descobertas da física quântica no começo do século XX. O estudo do átomo levou à formulação do princípio da incerteza, segundo o qual é impossível determinar simultaneamente e com igual precisão a localização e a velocidade de um elétron.

Como vimos com relação às ciências humanas, os princípios de objetividade e determinismo também precisaram ser revistos.

O filósofo das ciências Thomas Kuhn (1922-1996) explica esse processo de mudança pelo conceito de paradigma, que "indica toda constelação de crenças, valores, técnicas etc., partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada".

Segundo tal conceito, em ciência, quando a comunidade científica alcança o consenso, a chamada ciência normal desenvolve um trabalho a partir do paradigma adotado.

Chega um momento, porém, em que o paradigma aceito entra em crise, por não resolver uma série de anomalias, o que leva a uma revolução científica. Como vimos, o heliocentrismo de Copérnico e Galileu substituiu o paradigma **ptolomaico**, enquanto o paradigma newtoniano foi questionado pela teoria da relatividade de Einstein.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

6 Conclusão

Sem dúvida é fantástico o caminho percorrido pela ciência, proporcionado por métodos cada vez mais eficazes. No entanto, os exemplos vistos servem para mostrar como é provisório o conhecimento científico e como as previsões científicas são conjeturais e sujeitas a enganos.

Segundo as concepções contemporâneas, a ciência não nos dá um conhecimento definitivo da realidade, mas é capaz de construir modelos explicativos para ela. Sem desmerecer a seriedade e o rigor do método e dos resultados já alcançados, as leis e as teorias científicas continuam sendo de fato hipóteses (constructos, modelos) com diversos graus de confirmação empírica, podendo ainda ser aperfeiçoadas ou superadas.



Exercícios dos conceitos

1 Qual é a importância do método para a ciência? Explique também em que medida, para o cientista, usar um método não significa seguir uma receita rígida.

O método científico é um conjunto de procedimentos que estabelece critérios para reconhecer quando uma hipótese ou uma teoria podem ser aceitas ou devem ser reformuladas. Não há receitas a serem seguidas porque a hipótese pressupõe a imaginação e a capacidade intuitiva do cientista em abrir os primeiros caminhos na escolha de fatos considerados relevantes. Além disso, as experiências dependem das condições que se apresentam ao experimentador.

2 Considerando o método experimental, qual é a diferença entre observação e experimentação?

A observação científica se realiza de acordo com as condições apresentadas naturalmente, enquanto na experimentação os fenômenos são examinados em situação determinada pelo experimentador. Isso permite a repetição, a variação das experiências e a simplificação dos fenômenos, o que torna o controle da investigação mais rigoroso.

3 Distinga as diversas etapas do método experimental no exemplo:

"Claude Bernard descobriu que o sangue de todos os animais contém açúcar, mesmo que não o tenham ingerido (o que contrariava uma idéia comum na época, de que o açúcar existente nos animais provém exclusivamente dos alimentos). Claude Bernard supôs que deveria haver um órgão capaz de armazená-lo sob uma forma particular e restituí-lo quando necessário (por analogia com o mundo vegetal: uma planta transforma a glicose em amido, que é armazenado). Foi dosando a taxa de glicose ao longo de todo o percurso do sangue, partindo do intestino, que Claude Bernard descobriu o órgão regulador, cuja existência supusera: o fígado. Mas durante a dosagem de açúcar em fígados animais, certa vez, demorando-se para fazer a segunda dosagem, verificou maior quantidade de açúcar e concluiu que 'o tecido do fígado vai se enriquecendo com açúcar continuamente, durante certo tempo após a morte'. Reiniciou as experiências com fígado lavado e pôde demonstrar que o fígado reserva a glicose sob a forma de glicogênio." (HUISMAN; VERGEZ. *Compêndio moderno de filosofia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1978. p. 191. Texto adaptado.)

A hipótese inicial, de que os animais produzem açúcar, foi sugerida por uma analogia com o mundo vegetal. Essa hipótese contrariava a convicção vigente na época. Fez a experimentação com a dosagem do sangue de todo o corpo até chegar ao fígado, repetindo as dosagens. Repetiu a experiência em condições diferentes (com o fígado lavado) até chegar à lei que prova a função glicogênica (que produz açúcar) do fígado.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

4 Juntamente com as três leis fundamentais do movimento, a lei da atração universal de Newton permite calcular a massa do Sol e dos planetas, explicar as marés, as variações da gravidade em função da latitude, tendo possibilitado, inclusive, a descoberta de Netuno, planeta até então desconhecido.

a) De que tipo é a lei da atração universal de Newton?

Trata-se de uma lei teórica (ou teoria propriamente dita).

b) De acordo com o exemplo dado, explique uma das funções dessa lei.

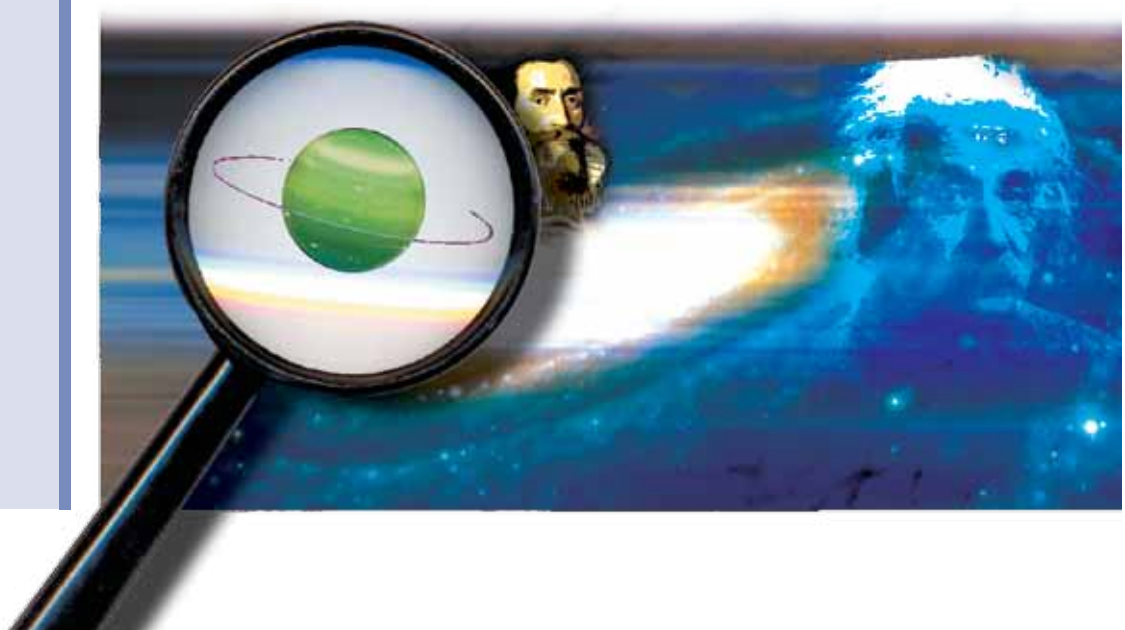
A teoria da atração universal de Newton engloba as leis planetárias de Kepler e a lei da queda dos corpos de Galileu. Além da função de reunir diversas leis particulares, a teoria permite levantar novas hipóteses, como foi o caso da descoberta do planeta Netuno.

5 Quais são as dificuldades das ciências humanas em se constituírem como tais?

Professor: A resposta a esta questão é bastante ampla. Observe se os alunos contemplaram ao menos os principais aspectos: as ciências humanas lidam com os atos humanos, objetos de estudo menos matematizáveis que os das demais ciências da natureza. Há dificuldade de transformá-los em simples dados quantitativos: as atos humanos são quase sempre imprevisíveis devido à liberdade humana e nem sempre atingem a objetividade necessária, além do que certas experiências, possíveis às outras ciências, estão impedidas por questões éticas.

6 Releia a citação de Brody e Brody e explique por que a ciência não é um conhecimento certo e definitivo, o que também não significa desprezar as teorias que foram objeto de revisão. Utilize na resposta o conceito de paradigma.

A importância de Einstein se deve em parte aos que o antecederam, mas o paradigma da mecânica clássica — até então a "ciência normal" do seu tempo — não conseguia explicar fenômenos que exigiram de Einstein a elaboração de outra teoria científica, a da relatividade geral. Sua teoria surge como novo paradigma, na medida em que foi aceita pela comunidade científica.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Professor: Consulte o Banco de Questões e incentive os alunos a usar o Simulador de Testes.

Retomada dos conceitos

1 "(...) como toda experiência da física, comporta duas partes: consiste, em primeiro lugar, na observação de certos fenômenos; para fazer essa observação, basta estar atento e ter os sentidos suficientemente apurados; não é necessário saber física. Em segundo lugar, ela consiste na interpretação dos fatos observados; para poder fazer esta interpretação, não basta ter a atenção de sobreaviso e o olho exercitado, é preciso conhecer as teorias admitidas, é preciso saber aplicá-las, é necessário ser físico. Todo homem pode, se vê claramente, seguir os movimentos de uma mancha luminosa sobre uma régua transparente, ver se caminha para a direita ou para a esquerda, se se detém neste ou naquele ponto; não tem necessidade, para isso, de ser um grande cientista; mas se ignorar a eletrodinâmica, não poderá concluir a experiência, não poderá medir a resistência da bobina." (DUHEM, Pierre. Algumas reflexões acerca da física experimental. In: *Ciência e Filosofia*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, n. 4, 1989. p. 87-88).

a) Escreva, em uma frase, a principal ideia do texto de Duhem.

Para uma experiência, da física não basta apenas observar certo fenômeno, mas saber interpretá-lo por meio de uma teoria.

b) Relacione o texto de Duhem com a frase de Claude Bernard: "Experimenta-se com a razão".

Embora toda experiência represente o uso dos sentidos, da observação, esse contato com o real é antecedido pelo conhecimento racional de uma teoria científica.

c) Reúna-se em grupo com os colegas para levantar alguns exemplos de observações feitas em aulas de laboratório (de física, química ou biologia), a fim de corroborar as afirmações de Duhem.

Exemplo: Um problema de biologia pede uma explicação teórica sobre um fato constatado estatisticamente, segundo o qual a quantidade de inseticida teria aumentado ao longo de sessenta anos na mesma área plantada. Um leigo poderia imaginar diversas hipóteses, mas se conhecer a teoria evolucionista de Darwin, perceberá que, se muitos insetos morreram, os mais resistentes aos inseticidas foram selecionados, transmitindo à nova geração essa resistência.

2 Interprete a citação de Henri Poincaré: "Fazemos a ciência com fatos, como fazemos uma casa com pedras; mas a acumulação de fatos não é ciência, assim como um monte de pedras não é uma casa". (POINCARÉ, Jules-Henri. *A ciência e a hipótese*. Brasília: UnB, 1988.)

Essa citação sugere a discussão sobre a observação do cientista, que se encontra sempre já orientada por uma hipótese, assim como fazemos uma casa a partir de um projeto que antecede sua construção. E vice-versa.

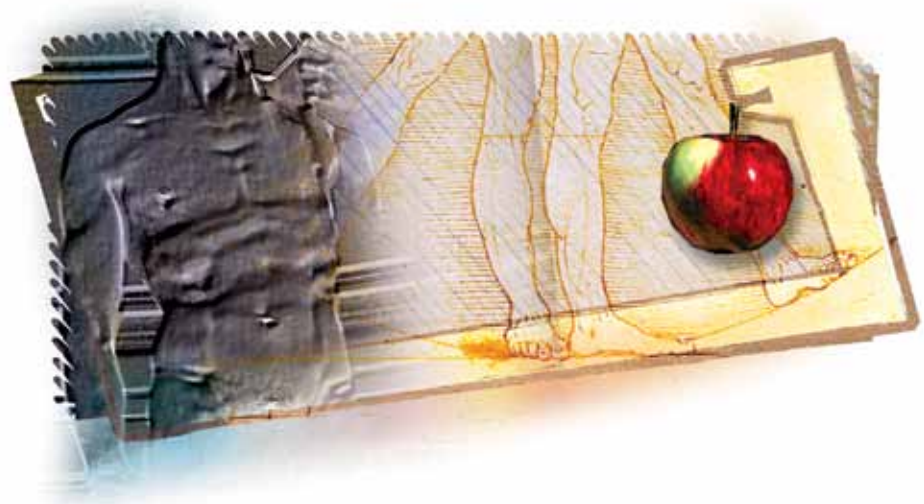
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Professor: Esta pesquisa visa a conhecer o avanço das hipóteses criacionistas, baseadas em convicções religiosas muitas vezes oriundas de correntes fundamentalistas. Independentemente da posição do aluno, o que ele deve fazer é comparar os fundamentos de ambas as orientações.

3 Pesquise em revistas, jornais e na internet artigos sobre os defensores do criacionismo, que, por questões religiosas, refutam a teoria evolucionista de Darwin. Em seguida, faça um relatório enunciando os critérios que embasam cada uma das orientações (a religiosa e a científica).

4 Comente a citação de Hilton Japiassu: "O homem não é um *ente*, mas um *existente* que se torna ele mesmo fora de si, em sua *presença*: é um ser histórico, em devir, de superação. Razão pela qual a psicologia não pode estabelecer sobre ele um saber científico dogmático".

O homem não é um ser, como uma coisa ou uma planta: como existente está sempre em transformação, e ciente de si mesmo. Por isso, as conclusões da psicologia não podem ser previstas como as da física. A questão diz respeito às dificuldades de as ciências humanas se constituírem como tal, a menos que percebam a especificidade do seu objeto e não se aprisionem no conceito de método típico das ciências da natureza.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

5 (UEL) "As experiências e erros do cientista consistem de hipóteses. Ele as formula em palavras, e muitas vezes por escrito. Pode então tentar encontrar brechas em qualquer uma dessas hipóteses, criticando-a experimentalmente, ajudado por seus colegas cientistas, que ficarão deleitados se puderem encontrar uma brecha nela. Se a hipótese não suportar essas críticas e esses testes pelo menos tão bem quanto suas concorrentes, será eliminada." (POPPER, Karl. *Conhecimento objetivo*. Trad. de Milton Amado. São Paulo: Edusp & Itatiaia, 1975. p. 226.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre ciência e método científico, é correto afirmar:

a) O método científico implica a possibilidade constante de refutações teóricas por meio de experimentos cruciais.

b) A crítica no meio científico significa o fracasso do cientista que formulou hipóteses incorretas.

c) O conflito de hipóteses científicas deve ser resolvido por quem as formulou, sem ajuda de outros cientistas.

d) O método crítico consiste em impedir que as hipóteses científicas tenham brechas.

e) A atitude crítica é um empecilho para o progresso científico.

Professor: Lembre os alunos que a alternativa correta deve se referir apenas ao que disse o autor no texto citado.

CAPÍTULO 4

Teorias do conhecimento científico

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



WOFGANG KAEHLER/CORBIS-LATINSTOCK



DR A. LESK, LABORATORY OF MOLECULAR BIOLOGY/SPL-LATINSTOCK

Figura 1 • Antigas rodas de pedra no Museu de Side, perto de Antalya, na Turquia. Talvez a roda tenha sido inventada na Mesopotâmia há 6.000 anos, revolucionando os transportes e a comunicação, além de ter dado origem a inúmeros mecanismos úteis.

Figura 2 • Após a hipótese da dupla hélice, em 1953, Francis Crick e James Watson puderam entender a estrutura do DNA, chegando à compreensão da essência da hereditariedade.

1 Introdução

Nas ilustrações que iniciam este capítulo, vemos o salto da invenção da roda à descoberta da estrutura do DNA, polos significativos do saber humano e de sua aplicabilidade. Vamos, então, examinar como os problemas enfrentados desde os primórdios das civilizações até os dias atuais sempre desafiaram o engenho humano e como as teorias que antecederam essas descobertas nem sempre foram da mesma natureza.

2 O conceito grego de ciência

Os gregos introduziram o conceito racional de ciência, marcando profundamente a história do pensamento ocidental. Foram eles os primeiros a desenvolver um tipo de racionalidade baseada na busca das causas. O pensamento laico, desligado do mito, logo se tornou rigoroso e conceitual, dando nascimento à filosofia no século VI a.C. Os filósofos pré-socráticos versavam sobre cosmologia, ou estudo da natureza, e indagavam sobre o princípio explicativo de todas as coisas, a unidade que resumiria a extrema multiplicidade da natureza.

Reflita

Os agrimensores egípcios, hindus e chineses de épocas remotas já conheciam diversas propriedades geométricas, mas esse saber estava restrito à aplicação prática.

Muitos deles, tais como Tales de Mileto e Pitágoras, ambos no século VI a.C., eram estudiosos de astronomia e geometria. Porém, diferentemente dos egípcios e dos babilônios, que os antecederam, abordavam essas questões do ponto de vista teórico, desligando-as de preocupações práticas. Por exemplo, os egípcios já conheciam as propriedades do triângulo retângulo, mas foi Pitágoras quem demonstrou o teorema que leva seu nome.

A racionalização da ciência grega veio acompanhada do ideal grego do **saber contemplativo**, por isso permaneceu não experimental e vinculada à investigação filosófica.

2.1 A física aristotélica

Os filósofos gregos entendiam por física tudo que diz respeito à natureza, englobando o que hoje entendemos por astronomia (cosmologia), química, biologia, geologia etc. A física se ocupava, portanto, com o estudo dos entes da natureza que se determinam a partir do movimento.

Glossário

Saber contemplativo. *Contemplação ou pura teoria, para os gregos, é o conhecimento reflexivo, abstrato, desligado dos interesses práticos e que visa ao conhecer por conhecer.*

Teleológica. *Do grego* telos, *"fim"; no contexto, explicação por fins.*

Segundo Aristóteles, o movimento é a transição do corpo que busca o estado de repouso, no seu lugar natural. Utiliza a teoria dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) para explicar como os corpos se encontram em constante movimento retilíneo em direção ao centro da Terra ou em sentido contrário a ele. Ou seja, os corpos pesados (graves), como a terra e a água, tendem para baixo, pois este é o seu lugar natural, enquanto os corpos leves, como o ar e o fogo, tendem para cima.

Diante do fenômeno da queda dos corpos, Aristóteles pergunta "por que um corpo cai?" e não "como cai?". Se fizesse essa última pergunta, procederia à descrição do fenômeno, processo este que só foi iniciado por Galileu, como veremos adiante. Perguntando "por quê?", envereda pela procura das causas e desemboca na discussão metafísica da essência dos corpos.

- A ciência grega é qualitativa — não faz uso da matemática, como ocorrerá na modernidade —, porque sua argumentação se baseia na análise das propriedades intrínsecas dos corpos, nas suas essências.

Se para Aristóteles a ciência é o conhecimento pelas causas, dentre elas, a causa final exerceu um papel importante na sua física, porque ele admitia que todos os corpos da natureza possuíam uma finalidade interna. Essa concepção caracteriza a ciência grega como tipicamente **teleológica**. Segundo Aristóteles, todo corpo tende a realizar a perfeição que tem em potência, a atingir a forma que lhe é própria e o fim a que se destina. Assim, o corpo pesado tende para baixo, que é seu lugar natural, a semente tem em potência a árvore que virá a ser; as raízes adentram no solo com o fim de nutrir a planta; os patos têm pés com membranas porque têm como fim nadar etc.

Isso tudo não significa que Aristóteles não fizesse experimentos. Como filho de médico, herdou o gosto pela observação e deu grande contribuição ao estudo de zoologia. Fez descrições minuciosas dos animais, inclusive dissecações para estudar as suas estruturas anatômicas, classificando cerca de 540 espécies.

No entanto, não se pode dizer que esses experimentos constituíssem propriamente experimentações. É claro que Aristóteles desenvolvia uma pesquisa organizada em busca de evidências, mas não punha à prova as suas conclusões, como seria feito a partir do século XVII.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

2.2 O modelo geocêntrico

Na astronomia da Antiguidade e da Idade Média, prevaleceu o modelo geocêntrico, da Terra imóvel no centro do universo. Essa tradição começou com Eudoxo (século IV a.C.), foi confirmada por Aristóteles e mais tarde por Cláudio Ptolomeu (século II).

A cosmologia grega se sustenta na concepção estática do mundo, que associa a perfeição ao repouso, à ausência de movimento. Segundo Aristóteles, o movimento é imperfeição porque, se toda coisa movida não se move por si mesma, precisa de outra que a coloque em movimento. Conclui, então, pela necessidade de se chegar a um Primeiro Motor, que fosse incorpóreo, eterno, imóvel, perfeito: ou seja, Deus.

No entanto, enquanto na física prevalece a noção de movimento como imperfeição, o mesmo não ocorre com os corpos celestes, que são perfeitos. Desse modo, a característica marcante da astronomia geocêntrica é a hierarquização do cosmo, ou seja, a divisão do universo em dois mundos: o mundo supralunar e o mundo sublunar, este inferior ao primeiro.

O mundo supralunar corresponde ao Céu, que é de natureza superior: nas esferas cristalinas estão "cravadas" a Lua, Mercúrio, Vênus, o Sol, Marte, Júpiter e Saturno; na última esfera, as estrelas fixas fecham o mundo finito e esférico. Deus, como Primeiro Motor Imóvel, é uma hipótese necessária para explicar o movimento imprimido à esfera das estrelas fixas, que por sua vez transmite por atrito o movimento às esferas contíguas. Esses corpos celestes são constituídos por uma substância desconhecida, o éter (a quinta-essência, ou quinto elemento), que torna os astros incorruptíveis, perfeitos, inalteráveis; o movimento das esferas é circular, característica do movimento perfeito.

O mundo sublunar corresponde à região da Terra, de natureza inferior. Embora a Terra permaneça imóvel, nela se encontram os corpos em constante movimento e, por isso mesmo, perecíveis e corruptíveis (lembremos que, para os gregos, o movimento é imperfeição); todas as coisas na Terra são constituídas pelos quatro elementos (terra, água, ar e fogo).

Reflita

Aristarco de Samos (séc. III a.C.), que estudou em Alexandria, propôs um modelo heliocêntrico para a astronomia, ignorado devido à aceitação do modelo geocêntrico.

Figura 3 • Modelo geocêntrico de Ptolomeu.



ALBUM/AKG-IMAGES-LATINSTOCK

3 Alexandria e a escola helenística

Em 338 a.C., quando a Grécia foi conquistada pelos macedônios, teve início o período conhecido como helenismo. Ao expandir as fronteiras do império, Alexandre Magno levou a cultura grega para pontos distantes, ao mesmo tempo que abriu caminho para as influências orientais no Ocidente.

Após a morte de Alexandre e a divisão do império, foi fundado em Alexandria, na foz do Nilo (Egito), um avançado centro de estudos formado por escolas de diversas ciências, um museu e a famosa biblioteca, que atraiu por muitos séculos intelectuais proeminentes de vários locais do mundo antigo. Entre estes, passaram por lá, como mestres ou discípulos, figuras como Euclides (século III a.C.), cuja obra *Elementos* trata dos axiomas e postulados da geometria, o médico Galeno, os astrônomos Aristarco de Samos e Cláudio Ptolomeu.

Reflita

Para os gregos, o movimento circular é perfeito porque não tem início nem fim: volta sobre si mesmo e continua sempre; é movimento sem mudança.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Também o sábio Arquimedes, que esteve um tempo em Alexandria, estabeleceu alguns princípios fundamentais da mecânica. Além da lei do empuxo, redigiu um tratado de estática, formulou a lei de equilíbrio das alavancas e fez estudos sobre o centro de gravidade dos corpos. Por isso era visto por Galileu como o único cientista grego no sentido moderno da palavra, devido à utilização de medidas e à enunciação do resultado sob a forma de lei geral. Arquimedes representa, portanto, uma exceção à tradição grega de ciência.

4 A ciência medieval

Apesar das turbulências devido às invasões bárbaras e ao surgimento da nova ordem feudal, nem toda a Idade Média — período compreendido entre os séculos V e XV — foi de obscuridade intelectual, como se costumou dizer. Em vários momentos, houve manifestações culturais importantes e expressões diversas de produção intelectual às vezes tão heterogênea que se torna difícil reduzir o período ao que se poderia chamar de modo unívoco como ciência medieval.

Na Idade Média, foi mantida a concepção de ciência recebida da herança greco-latina, na medida em que os intelectuais traduziram para o latim as obras de Platão e Aristóteles. Portanto, continuava sendo valorizado o conhecimento teórico em detrimento das atividades práticas, sem se recorrer à experimentação ou à aplicação da matemática.

4.1 Exceções à tradição

Uma exceção à visão contemplativa de ciência medieval ocorreu no século XIII na Escola de Oxford, na Inglaterra, onde os frades franciscanos Robert Grosseteste e Roger Bacon privilegiaram a mentalidade científica experimental, com pesquisas sobre som e óptica. Por conta dessas atividades, aliadas a outras experiências com alquimia e astrologia, Roger Bacon sofreu perseguições da Igreja.



SANDRO VANNINI/CORBIS-LATINSTOCK

Figura 4 • *Triunfo da doutrina católica* (ca. 1365-1368), afresco de Andrea da Firenze.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



Para além do mundo cristão, os árabes trouxeram uma contribuição fecunda para o Ocidente, sobretudo nas regiões ocupadas pelo Islã no norte da África, Portugal e Espanha. Interessaram-se por filosofia — foram os primeiros tradutores de Aristóteles —, e também criaram observatórios astronômicos, desenvolveram estudos de medicina, óptica, geografia, geologia e meteorologia, foram os introdutores dos algarismos arábicos na Europa e os criadores da álgebra. Estudiosos da alquimia, devido aos trabalhos efetuados em laboratório, aceleraram a passagem do ocultismo para o estudo racional e cuidadoso de minerais e metais.

Após a influência árabe exercida no período que se estendeu do século VIII ao XII, a tensão que sempre existira entre pensamento racional e fé religiosa acabou pendendo para essa última, o que prejudicou a pesquisa científica independente e provocou a retração da valiosa contribuição daquele povo.

4.2 A decadência da escolástica

Desde o século XIV, a escolástica, principal escola filosófica e teológica medieval, começou a entrar em decadência. Nesse período, a evolução da ciência foi prejudicada porque, embora nas cidades fermentassem ideias novas, os guardiões da velha ordem resistiam às mudanças de maneira dogmática, presos às suas verdades como se fossem indubitáveis. Esterilizados pelo princípio da autoridade, aferravam-se aos "velhos livros", fossem eles a Bíblia, as obras de Aristóteles ou as de Ptolomeu.

Essas resistências não se restringiam apenas ao campo intelectual, mas resultavam muitas vezes em processos e perseguições efetivas. O **Santo Ofício**, ou **Inquisição**, censurava as ideias, para decidir as obras que podiam ou não ser divulgadas, além de punir os chamados heréticos.

Desse modo, o filósofo italiano Giordano Bruno (1548-1600) foi condenado à morte por conceber o universo infinito, em oposição ao mundo fechado e finito dos antigos, e acusado de **panteísta** pelos religiosos, para os quais a infinitude era um atributo exclusivo de Deus.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

5 A Idade Moderna e a revolução científica

O renascimento científico do século XVII não constituiu uma simples evolução do pensamento científico, mas uma verdadeira ruptura que implicou outra concepção de saber, por conta da novidade do método instituído.

Examinando o contexto histórico em que ocorreram transformações tão radicais, percebemos que elas não se desligavam de outros acontecimentos igualmente marcantes, que se configuravam desde o século anterior: surgimento da burguesia; desenvolvimento da economia capitalista; Revolução Comercial; renascimento das artes, das letras e da filosofia. Desse modo, nasce um novo indivíduo, confiante na razão e no poder de transformar o mundo.

Uma explicação possível para justificar a mudança ocorrida é que a nova classe comerciante, constituída pelos burgueses, impôs-se pela valorização do trabalho em oposição ao ócio da aristocracia. Além disso, os inventos e as descobertas tornavam-se necessários para o comércio e a indústria em expansão, tais como: a bússola, o aperfeiçoamento dos navios, o papel, a imprensa, a máquina a vapor etc.

Glossário

Santo Ofício (ou Inquisição). *Instituição religiosa criada para combater as heresias e manter a ortodoxia (pensamento estabelecido como correto).*

Panteísmo. *Do grego* pan, *"tudo"* e theo, *"deus"; concepção que identifica Deus à natureza.*

5.1 Características do pensamento moderno

A religião, suporte do saber na Idade Média, a partir do final daquele período e durante o Renascimento sofreu diversos abalos com o questionamento da autoridade papal, o surgimento do protestantismo e a consequente destruição da unidade religiosa. Decorrem daí as características desse novo momento histórico:

- **antropocentrismo**: enquanto o pensamento medieval é predominantemente teocêntrico, o indivíduo moderno coloca a si próprio no centro dos interesses e decisões. Às certezas da fé, contrapõe-se a capacidade de livre exame.
- racionalismo: ao critério da fé e da revelação, opõe-se o poder exclusivo da razão de discernir, distinguir e comparar; a atitude polêmica perante a tradição recusa o dogmatismo.
- saber ativo: em oposição ao saber contemplativo, valoriza-se o conhecimento que se pode observar e submeter a experimentações; como decorrência, destaca-se um saber adquirido por meio da experiência, devido à aliança entre a ciência e a técnica, mas também um saber que visa à transformação da realidade.
- método: a busca do método adequado marca o ponto de partida de vários pensadores do século XVII, tais como Descartes, Espinosa, Francis Bacon. O próprio Galileu, no mesmo século, teorizou sobre o método científico, o que representou uma verdadeira revolução: o rompimento da ciência com a filosofia aristotélico-escolástica, em busca de seu próprio caminho.



DR. JEREMY BURGESS/SPL/LATINSTOCK

Figura 5 • Xilogravura do livro de Andreas Vesalius, *De Humani Corporis Fabrica* (1543).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Reflita

Ainda no século XVI, uma figura de porte revolucionou a medicina e os conceitos de anatomia humana. Trata-se de Andreas Vesalius, médico nascido em Bruxelas que se dedicou à dissecção de cadáveres, prática até então proibida pela Igreja.

5.2 Galileu e as duas novas ciências

No século XVI, o cônego Copérnico propôs a teoria heliocêntrica, em substituição ao modelo geocêntrico da astronomia ptolomaica. Sua hipótese, porém, passou quase despercebida, até que, no século seguinte, retornou com todo o impacto com a divulgação feita por Galileu. Tanto é que Galileu foi punido e obrigado a se retratar perante as autoridades eclesiásticas.

Que mudanças eram aquelas?

Galileu Galilei (1564-1642), criador do método científico experimental, foi o principal responsável pela moderna concepção de ciência. Sua contribuição teórica

Glossário

Antropocentrismo. Anthropos, *em grego, "homem"; portanto, o homem no centro. Teocentrismo:* theo, *"deus".*

teve como resultado a reformulação de duas novas ciências, a astronomia e a física, de maneira completamente diferente da tradição grega.

Com auxílio da luneta, Galileu descobriu que os astros não são constituídos de matéria incorruptível — o Sol tem manchas e a Lua é montanhosa —, o que destruiu a divisão hierárquica do mundo supralunar e sublunar. Ao mundo geocêntrico, finito, ordenado, perfeito, opôs o universo infinito, descentralizado e geométrico, em que os espaços podem ser medidos.

A grande novidade da nova física foi o uso da experimentação e da matematização. Enquanto a física antiga era qualitativa, baseada nas qualidades intrínsecas das coisas, Galileu observa e realiza experiências em laboratório, usa instrumentos e descreve quantitativamente os fenômenos.

Para compreender a queda dos corpos, Aristóteles indagava a respeito da natureza dos corpos pesados ou leves. Diferentemente, Galileu investiga "como" os corpos caem (e não "por que" caem) e, depois de repetir inúmeras experiências em um plano inclinado, descobre a relação entre o espaço percorrido por um corpo em movimento e o tempo que leva para percorrê-lo. Expressou, então, a lei da queda dos corpos numa forma geométrica.

O filósofo contemporâneo Alexandre Koyré, ao explicar as grandes mudanças que ocorreram no século XVII, diz que elas pareciam ser redutíveis a duas ações fundamentais e estreitamente relacionadas entre si, que ele caracterizou como a destruição do cosmo e a geometrização do espaço.



ALBUM/AKG-LATINSTOCK

Figura 6 • Telescópio de Galileu Galilei (1564-1642).

Isso significa que o espaço heterogêneo dos lugares naturais, de acordo com a cosmologia antiga, é visto pelos modernos como homogêneo. Além disso, despojado das qualidades, passa a ser quantitativo, mensurável. Podemos dizer que se dá uma "democratização" dos espaços, pois todos os lugares se tornam equivalentes, nenhum é superior ao outro.

Ao destruir a separação entre mundo supralunar e sublunar, deixou de haver diferença entre a qualidade dos espaços celestes e a dos terrestres. Daí ser possível admitir que as leis da física se aplicam igualmente a todos os corpos terrestres e do Universo.

6 A expansão das ciências particulares

O método científico mostrou-se fecundo, não cessando de ampliar o âmbito de sua aplicação. Os resultados obtidos por Galileu na física e na astronomia, bem como as observações de Tycho-Brahe e as leis de Kepler, possibilitaram a Isaac Newton (1642-1727) a elaboração da teoria da gravitação universal.

Aos poucos, o método científico da física foi adaptado a outros campos de pesquisa, dando origem a diversas ciências particulares. No século XVIII, Lavoisier tornou a química uma ciência de medidas precisas; no século XIX desenvolveram-se as ciências biológicas e a medicina, destacando-se o trabalho de Claude Bernard, com a fisiologia, e o de Darwin, com a teoria da evolução das espécies.

Por sua vez, as ciências humanas tiveram um desenvolvimento tardio, no final do século XIX, porque, como vimos no capítulo anterior, havia dificuldades em aplicar o método experimental já consagrado pelas ciências da natureza, devido ao caráter específico do seu objeto, ou seja, o ser humano. Apesar disso, separaram-se da reflexão filosófica e se constituíram ciências a sociologia, a psicologia, a economia.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

7 A crise da ciência

A partir de meados do século XIX e início do século XX, várias descobertas colocaram em questão os valores da ciência clássica moderna. Como vimos no capítulo anterior, a teoria da relatividade geral de Einstein, as descobertas no campo da física quântica e as geometrias não euclidianas obrigaram os cientistas a rever suas certezas.

Esses "choques" permitiram atenuar os exageros decorrentes do cientificismo, que depositara excessiva confiança na capacidade da razão científica e na infalibilidade das teorias. Com isso, processou-se a reavaliação dos critérios de certeza científica, do papel do observador que intervém na realidade, da validade dos modelos teóricos projetados pelos cientistas. Confirmava-se uma afirmação de Henri Poincaré de que "as teorias não são nem verdadeiras, nem falsas, mas úteis".

Nesse sentido, as conclusões a que chegam os cientistas não mais são vistas como expressão da realidade mesma, mas como construções teóricas.

8 Ciência e tecnologia

Podemos dizer que no século XX a ciência deu passos gigantescos, e as descobertas se deveram a diversos fatores, entre os quais não se pode descartar a fecunda interação entre ciência e tecnologia.

Reflita

Durante a Segunda Guerra, o Projeto Manhattan reuniu uma equipe de cientistas comandada por Enrico Fermi e Robert Oppenheimer e que culminou com o lançamento das bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki. Este exemplo nos faz refletir sobre as consequências éticas das aplicações científicas.

Físicos e químicos se uniram para desvendar os segredos do átomo e examinar sua estrutura interna, até chegar aos avanços da física nuclear, que resultaram em fecundas aplicações práticas, desde as mais benéficas para a humanidade, inclusive no campo da medicina, até as de maior potencial de destruição.

Os estudos de astronomia também se beneficiaram das novas teorias da física e da maior precisão dos telescópios. Os novos conhecimentos de astrofísica sobre as galáxias permitiram melhor formulação de hipóteses acerca da origem do Universo.

No campo da biologia, os avanços da genética têm sido marcantes. A descoberta da molécula do DNA por Francis Crick e James Watson possibilitou o desvelamento de como funcionam as moléculas da vida. E, como consequência, a possibilidade de aplicação desse conhecimento na medicina.

No final do século XX, vimos surgir as chamadas ciências híbridas, nas quais interagem cientistas da física, da química, da biologia, da astronomia, aliados a técnicos das áreas de informática, engenharia, medicina etc. Esses pesquisadores geralmente são geneticistas moleculares, bioquímicos, biofísicos e peritos de inúmeras especialidades novas, que fazem suas pesquisas compartilhando informações. Equipes de cientistas teóricos e experimentais se envolvem em projetos coletivos subvencionados por governos ou grandes corporações.

9 Conclusão

Nesse breve esboço, foi possível perceber a estreita ligação que existe entre a cultura de um povo e a maneira de buscar explicações sobre a realidade. Desde as expressões mais simples do saber cotidiano até a mais rigorosa teoria científica, qualquer uma delas não escapa à influência do tempo e do lugar em que são produzidas.

Mais ainda: esse conhecimento se processa por meio da superação de crises de paradigmas que exigem uma postura mais despojada por parte de cientistas e filósofos, a fim de que, com uma maior disposição do espírito, possam rever suas próprias certezas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Exercícios dos conceitos

1 Se os povos antigos já identificavam propriedades da geometria, conheciam astronomia, entre outros saberes, por que costumamos atribuir aos gregos o nascimento da ciência?

Os conhecimentos dos povos anteriores estavam restritos à aplicação prática, enquanto os gregos foram os primeiros a abordar essas questões do ponto de vista teórico, buscando fundamentos e fazendo demonstrações.

2 Explique por que a física aristotélica é qualitativa.

É qualitativa porque não faz uso da matemática e sua argumentação se baseia na análise das propriedades intrínsecas dos corpos, nas duas essências.

3 A partir da hierarquia do mundo sublunar e supralunar defendida por Aristóteles, explique por que a física e a astronomia gregas constituem ciências absolutamente diversas.

O supralunar é superior porque os corpos celestes são constituídos pela quinta-essência, que os torna incorruptíveis, perfeitos, inalteráveis. Já o mundo sublunar é inferior porque nele se encontram os corpos em movimento, e que são perecíveis e corruptíveis.

4 Arquimedes representa uma exceção na mentalidade científica antiga. Justifique.

Porque nas suas experiências utilizava medidas e enunciava o resultado sob a forma de lei geral (por exemplo, a lei do empuxo).

5 Qual foi a importância dos árabes para a ciência ocidental?

Os árabes foram estudiosos de medicina, óptica, geografia, geologia, meteorologia, astronomia, alquimia e foram os criadores da álgebra.

6 Faça um esquema indicando as principais diferenças entre a física aristotélica e a de Galileu.

Física aristotélica: qualitativa; usa de abstrações, descrevendo as essências dos corpos; explica por que os corpos caem; é contemplativa; o mundo da física (do movimento) é inferior ao supralunar.

Física moderna: descreve os fenômenos quantitativamente; utiliza instrumentos; explica como os corpos caem; é experimental; as leis da física se aplicam aos corpos terrestres e ao universo (quebra da hierarquia).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

7 Explique como a astronomia de Galileu rompe com a hierarquização do cosmo, típica da Antiguidade.

Os gregos separavam o mundo terrestre do celeste (por serem de natureza diversa). Galileu geometriza o espaço, que se torna homogêneo e não mais hierarquizado (não há inferior e superior): todos os espaços — da física e da astronomia — se equivalem.

8 "A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, meios sem os quais é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto." (GALILEI, Galileu. *O ensaiador*. São Paulo: Abril Cultural, 1973. p. 119. Col. Os Pensadores.)

A partir dessa citação, explique:

a) Qual é a importância da linguagem matemática para o surgimento da ciência moderna.

É pela matemática que Galileu supera a física qualitativa dos gregos: onde se viam essências, ele encontra linhas, figuras geométricas que lhe possibilitam estabelecer as leis da física.

b) De que maneira a matemática pode ser usada nas ciências humanas e quando seria impossível sua aplicação.

Dependendo do caso, é possível recorrer às estatísticas, mas nem sempre é possível quantificar todos os dados nas ciências humanas. O aluno precisa se lembrar de que a liberdade humana se contrapõe à previsibilidade inerente às explicações dos fenômenos físicos, químicos etc.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Retomada dos conceitos

Professor: Consulte o Banco de Questões e incentive os alunos a usar o Simulador de Testes.

1 Na *Carta a madame Cristina de Lorena*, Galileu escreve: "Não me sinto na obrigação de acreditar que o mesmo Deus que nos dotou de sentidos, razão e intelecto tencionava descartar o uso destes e por algum outro meio nos dar o conhecimento que com eles podemos obter. (...) A intenção do Espírito Santo é ensinar-nos como se vai para o céu, e não como o céu funciona". Explique a frase sob dois aspectos:

a) O significado dos sentidos, razão e intelecto para a nova ciência.

Destacar que a modernidade enfatiza a autonomia do sujeito no ato de conhecer: o racionalismo e a secularização da consciência.

b) A relação, na modernidade, entre a ciência e a fé.

A separação entre a religião — que trata do comportamento dos indivíduos a partir da fé e da crença na vida futura — e a ciência, que utiliza métodos exclusivamente racionais para investigar a realidade do mundo.

2 Pascal viveu no século XVII e, além de filósofo, cientista, inventor da máquina de calcular, era muito religioso. Em uma passagem da sua obra *Pensamentos* diz: "O silêncio eterno desses espaços infinitos me apavora". O poeta brasileiro Paulo Leminski, no poema *O silêncio de Pascal*, começa dizendo: "os pensamentos estraçalhados de Pascal / são a crise de uma consciência excepcional / no limiar de uma nova era". Interprete as duas citações, a partir dos acontecimentos da revolução científica do século XVII.

A citação de Pascal está em *Pensamentos*, 206. O mal-estar dos indivíduos do século XVII decorria das alterações cruciais provocadas pela astronomia heliocêntrica, que retirou a Terra — e consequentemente o ser humano — do centro do universo, além de conceber a infinitude do mundo. Mas também significa a valorização da racionalidade ao se explicar o universo sem recorrer ao Primeiro Motor Imóvel, Deus.

3 Identifique, na citação a seguir, as características da pesquisa científica contemporânea:

"A descoberta de Crick e Watson foi o ponto culminante de oitenta anos de pesquisas realizadas por numerosos cientistas. Durante seu trabalho conjunto de dezoito meses, Crick e Watson avançaram por trinta ou quarenta etapas discerníveis, umas bem-sucedidas, outras malogradas, no caminho para a solução decisiva, cada etapa derivando ou dependendo de um fato ou teoria científica existente, e cada qual atribuível a um predecessor ou contemporâneo — pessoas como Bragg, Chargaff, Pauling, Donahue, Wilkins e Franklin." (BRODY; BRODY. *As sete maiores descobertas científicas da história*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. p. 373.)

Cada vez mais os institutos de pesquisa abrigam cientistas multidisciplinares. Trata-se de uma tendência da ciência contemporânea. Além disso, muitas dessas ciências são híbridas.



Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

4 (UEL)

"O mundo real é simplesmente uma sucessão de movimentos atômicos em continuidade matemática. Nessas circunstâncias, a causalidade só poderia ser colocada, de maneira inteligível, nos próprios movimentos dos átomos [...]. Mas que fazer com Deus? Com a derrubada da causalidade final, Deus, como concebido pelo aristotelismo, estava praticamente perdido; negar francamente sua existência, no entanto, era, à época de Galileu, um passo demasiado radical para que qualquer pensador importante pudesse considerá-lo." (BURTT, Edwin Arthur. *As bases metafísicas da ciência moderna*. Trad. de José Viegas Filho e Orlando Araújo Henriques. Brasília: UnB, 1991. p. 78.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre a filosofia de Galileu, é correto afirmar:

a) Galileu pretendia construir uma nova metafísica em que a teologia apareceria como princípio último de explicação.

b) Segundo Galileu, tudo o que conhecemos sobre o mundo natural diz respeito à natureza íntima da força, ou de sua essência.

c) Galileu buscava estabelecer o fundamento das convicções a respeito da relação determinante do homem com a natureza.

d) A grandeza revolucionária de Galileu deveu-se a sua atitude de responder questões consideradas para além do domínio da ciência positiva.

e) O interesse de Galileu estava em mostrar que para todo movimento expressável matematicamente existe uma causa primária.

Professor: Observe que o autor não está polemizando a respeito da existência de Deus, mas analisando o lugar que ele deixa de ocupar nas explicações científicas.

5 Justifique a escolha da alternativa assinalada usando os conceitos aprendidos, inclusive o de teleologia.

A explicação teleológica, que valoriza a causa final, é importante em Aristóteles quando justifica que todo corpo tende a atingir a forma que lhe é própria e o fim a que se destina. Além disso, o próprio movimento do mundo supralunar é explicado pela Causa Final, o Motor Imóvel, Deus. Segundo o método de Galileu, a ciência deve se restringir à descrição do corpo em movimento (o "como", e não o "por quê").

Redação

Em seu caderno, faça uma dissertação a partir da seguinte afirmativa:

"Diante da ciência, não devemos ostentar nem um ceticismo desconfiado, nem uma fé cega, e sim uma admiração profunda e uma confiança razoável." (Gilles-Gaston Granger).

Professor: É comum as pessoas considerarem a ciência como um saber certo e inquestionável, havendo dificuldade de se convencer de sua provisoriedade, como construções teóricas. É importante que o aluno refira-se também ao momento hoje vivido de alteração dos paradigmas da modernidade.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Desafio: Ciência, tecnologia e cidadania

Em grupo, vamos discutir o tema "ciência e responsabilidade".

Examinando as consequências das ações humanas em um mundo tecnológico, o filósofo alemão Karl-Otto Apel distingue entre uma microesfera (família, matrimônio, vizinhança), uma mesoesfera (patamar da política nacional) e uma macroesfera (destino da humanidade). Se observarmos o sentido dos prefixos "micro", "meso" e "macro", perceberemos que o campo da ação se refere inicialmente à esfera íntima dos indivíduos, para depois se expandir para questões que envolvem as nações e, finalmente, o planeta. Diante disso, Apel diz que "os resultados da ciência representam um desafio moral para a humanidade".

Seu grupo deve escolher um dos temas abaixo para examinar os aspectos benéficos e perigosos da tecnologia, a fim de discutir a responsabilidade das pesquisas científicas na microesfera, na mesoesfera e na macroesfera e de como o seu uso supõe a consciência e a responsabilidade também de cada cidadão.

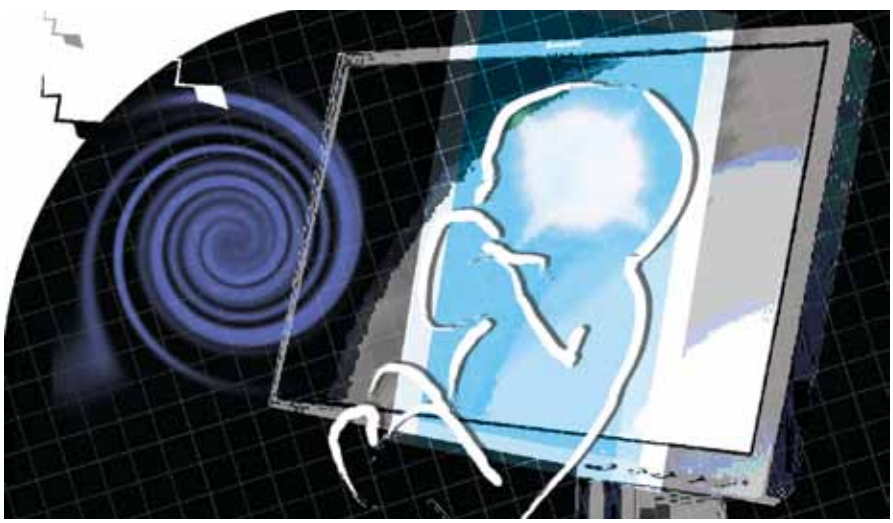
Tema A — As mudanças nas relações pessoais e na constituição da família, tendo em vista as inovações tecnológicas relacionadas à reprodução humana, tais como a pílula anticoncepcional, a procriação médica assistida (inseminação artificial) etc.

Tema B — As novas tecnologias que alteraram a paisagem rural e urbana (como o automóvel), o lazer (como os brinquedos eletrônicos) e a produção (como as novas técnicas agrícolas, novos serviços e profissões).

Tema C — Os efeitos, em termos planetários, de novidades como a comunicação pelas infovias da internet, e a globalização, além daqueles decorrentes da alteração do ambiente.

Roteiro

1. Pesquisar sobre o tema escolhido.
2. Elaborar um texto com as conclusões do grupo.
3. Preparar uma apresentação para a classe a partir das conclusões.



Professor: A) A pílula anticoncepcional, que facilita o planejamento familiar, liberta a sexualidade feminina, permite que a mulher ingresse no mercado de trabalho e lhe dá maior autonomia. B) Os grandes aglomerados urbanos; as megalópoles; a opulência em confronto com a miséria; a necessidade de pesquisas sobre, por exemplo, a malária, e as pragas da agricultura; a defesa da biodiversidade da Amazônia etc. C) As organizações internacionais que visam à diplomacia e à paz, as guerras com mísseis e armas químicas, o desequilíbrio ecológico.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Editora chefe: Maria Beatriz de Campos Elias
Editora executiva: Angélica Pizzutto Pozzani
Edição: Carlos Zanchetta
Assistência editorial: Vivian Lobato Fonseca Ferreira
Preparação: Luiz Carlos Gonçalves de Oliveira
Coordenação de *design* e projetos visuais: Sandra Botelho de Carvalho Homma
Projeto gráfico: Signorini Produção Gráfica
Coordenação de produção gráfica: André Monteiro, Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de arte: Aderson Oliveira
Edição de arte: Benedito Reis Minotti, Fabio Ventura, Ricardo Yorio, Roberto Figueirinha
Editoração eletrônica: Sammartes
Ilustrações: Fabio Ventura
Coordenação de revisão: Estevam Vieira Lédo Júnior
Revisão: Carmen Olivieri, Solange Lemos
Coordenação de pesquisa iconográfica: Ana Lucia Soares
Pesquisa iconográfica: Maria Magalhães
As imagens identificadas com a sigla CID foram fornecidas pelo Centro de Informação e Documentação da Editora Moderna.
Coordenação de *bureau*: Américo Jesus
Tratamento de imagens: Evaldo de Almeida, Fabio N. Precendo, Rubens M. Rodrigues.
Pré-impressão: Helio P. de Souza Filho, Marcio Hideyuki Kamoto
Coordenação de produção industrial: Wilson Aparecido Troque

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
Todos os direitos reservados.

SANTILLANA
Rua Padre Adelino, 758 – Belenzinho
São Paulo – SP – Brasil – CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (11) 2602-5510
Fax (11) 2790-1501
www.uno-internacional.com
0800 55 16 11
2013